

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA



PROYECTO FINAL DE GRADO

INGENIERÍA MECÁNICA

“PORTA VOLQUETE DE CARGA Y VUELCO BILATERAL”

Lástrico, Facundo Ives.

Olognero, Ignacio Javier.

Director de proyecto:

Ing. Di Cola Américo

AÑO 2022



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Villa María
Departamento de Ingeniería
Mecánica

Villa María, 7 de abril de 2022

En la mesa de examen del día de la fecha los alumnos Lástrico Facundo Ives y Olognero Ignacio Javier, presentaron el trabajo de grado correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica en la UTN Facultad Regional Villa María. El tribunal examinador estuvo compuesto por el docente Titular de la Cátedra Proyecto Final, Ing. Di Cola Américo, el docente Jefe de Trabajos Prácticos, Ing. Costamagna Marcelo, y por el Director de Departamento de Ingeniería Mecánica, Ing. Fernández Huber.

El tribunal determinó que los alumnos aprobaron el exámen con la siguiente calificación:.....

.....
Ing. Costamagna Marcelo
JTP de la Cátedra

.....
Ing. Di Cola Américo
Titular de la Cátedra

.....
Ing. Fernández Huber
Director Dpto. Ing. Mecánica

RESUMEN

El desarrollo del proyecto final de grado “PORTA VOLQUETE DE CARGA Y VUELCO BILATERAL”, previo a la obtención del título de ingeniero mecánico, se ha realizado con el objetivo de asimilar los contenidos de las diferentes cátedras a lo largo de la carrera.

Dicho proyecto se centra en una nueva alternativa de manejo de los contenedores de desechos de la construcción, destinado principalmente a las zonas con mayor densidad de tráfico, buscando de tener una mínima incidencia sobre el mismo. El tema referido es de suma importancia, considerando el auge de la construcción y el crecimiento del parque automotriz. La propuesta para resolver la problemática consiste en el cálculo y diseño de una plataforma para camiones capaz de elevar y descargar de manera bilateral un contenedor, absorbiendo las sollicitaciones a las cuales va a estar expuesto.

PALABRAS CLAVES: Volquete, portavolquete, camión, bidireccional, contenedor, obra, construcción, residuos, RCD, grúa, elevadores, plataforma, cilindros hidráulicos, estabilizadores, cadenas.

AGRADECIMIENTOS

Lograr el objetivo de alcanzar el título de grado conlleva mucho esfuerzo, dedicación y tiempo. En ese camino hasta alcanzarlo, muchas personas se ven involucradas, por eso queremos dedicar estos agradecimientos: a nuestras familias por su apoyo y estímulo incondicional a lo largo de toda la carrera. A nuestro grupo de estudio, compañeros de incansables horas de estudio con los que fuimos logrando objetivos y metas. No menos importante, cabe destacar la labor de todos los docentes que nos brindaron en sus cátedras todos sus conocimientos. Gracias a nuestra casa, la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Villa María, por darnos la posibilidad de desarrollarnos personal y académicamente hasta alcanzar el título.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
INDICE DE FIGURAS	5
INDICE DE TABLAS	9
RESUMEN.....	11
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Residuos de la construcción y demolición (RCD).....	2
1.2. Tránsito vehicular en Argentina.	5
1.3. Marco Legal.....	6
1.3.1. Aparque de contenedores de obra	6
1.3.2. Ley Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Ley N° 24.449 (Dec. 32/18)	8
1.4. Justificación del Proyecto	11
1.5. Objetivos.....	12
2. ANTECEDENTES.....	13
2.1. Porta Volquetes Actuales.....	13
2.2. Elevador Lateral (Sidelifter).....	17
3. DESCRIPCION GENERAL	20
4. GRÚA.....	24
4.1. Hipótesis de carga I	26
4.1.1. Viga ABC	26
4.1.2. Viga CDF	33
4.1.3. Viga FH.....	40
4.1.4. Viga HG	44
4.2. Dimensionamiento brazos grúa	49
4.2.1. Base de brazo – Viga FHG.....	51
4.2.2. Brazo – Viga CDF.....	52

4.2.3.	Pluma – Viga ABC.....	53
4.3.	Cálculo de cilindros hidráulicos	55
4.3.1.	Cilindro 1.....	56
4.3.2.	Cilindro 2.....	61
4.3.3.	Cálculos de pernos	64
5.	SISTEMA DE GIRO.....	71
5.1.	Selección corona de giro	71
5.2.	Motor hidráulico.....	75
6.	ESTABILIZADORES.....	78
6.1.	Cálculo y diseño de apoyos estabilizadores	78
6.2.	Selección de cilindros hidráulicos	89
7.	CONTENEDOR.....	94
7.1.	Rediseño contenedor	94
8.	PLATAFORMA.....	99
9.	SISTEMA DE VUELCO	106
9.1.	Diseño y cálculo del sistema	106
9.2.	Selección de cilindros hidráulicos	114
10.	ELEMENTOS DE SUJECCION	117
10.1.	Selección de cadenas	117
10.2.	Cálculo pernos de sujeción.....	121
10.3.	Cálculo de soldadura para sujeciones de plataforma.....	129
10.4.	Ganchos pasadores	136
11.	SISTEMA HIDRÁULICO	140
11.1.	Selección de bomba hidráulica	140
11.2.	Circuito hidráulico.....	144
12.	CODIFICACION	146
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	147

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Clasificación general RCD	2
Figura 1.2. Clasificación RCD escombros	3
Figura 1.3. Clasificación RCD resto de materiales	4
Figura 1.4. Ciclo óptimo de RCD	5
Figura 1.5. Flota Circulante en Argentina (año 2018)	6
Figura 1.6. Contenedor de obra en vía pública	6
Figura 2.1. Porta volquete standard.....	13
Figura 2.2. Bastidor Auxiliar.....	14
Figura 2.5. Ganchos porta volquete	16
Figura 2.6. Estabilizadores traseros.....	16
Figura 2.7. Porta Volquete Giratorio.....	17
Figura 2.8. Sidelifter diseñado por Klaus.....	18
Figura 2.9. Sidelifter actual	19
Figura 3.1. Vista General	20
Figura 3.2. Conjunto Plataforma	21
Figura 3.3. Conjunto Grúa-Estabilizador	22
Figura 3.4. Corona de Orientación	23
Figura 4.1. Hipótesis de Cargas	25
Figura 4.2. Hipótesis de carga 1. Viga ABC	26
Figura 4.3. Viga simplificada ABC. Hipótesis I. Cargas y vínculos.....	27
Figura 4.4. Viga simplificada ABC. Hipótesis I. Cargas y reacciones	29
Figura 4.5. Diagrama de momentos flectores. Hipótesis I. Viga ABC	30
Figura 4.6. Diagrama de esfuerzos cortantes. Hipótesis I. Viga ABC.....	31

Figura 4.7. Diagrama de esfuerzos normales. Hipótesis I. Viga ABC.....	32
Figura 4.8. Hipótesis de carga 1. Viga CDF.	33
Figura 4.9. Viga simplificada CDF. Hipótesis I. Cargas y vínculos	34
Figura 4.10. Viga simplificada CDF. Hipótesis I. Cargas y reacciones.....	36
Figura 4.11. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga CDF	38
Figura 4.12. Diagrama de esfuerzo cortante. Hipótesis I. Viga CDF	39
Figura 4.13. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga CDF	40
Figura 4.14. Hipótesis de carga 1. Viga FH.	41
Figura 4.15. Viga simplificada FH. Hipótesis I. Cargas y vínculos.....	41
Figura 4.16. Viga simplificada FH. Hipótesis I. Cargas y reacciones	42
Figura 4.17. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga FH	43
Figura 4.18. Diagrama de esfuerzo cortante. Hipótesis I. Viga FH	44
Figura 4.19. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga FH.....	44
Figura 4.20. Viga simplificada HG. Hipótesis I. Cargas y vínculos	45
Figura 4.21. Viga simplificada HG. Hipótesis I. Cargas y reacciones.....	46
Figura 4.22. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga HG	47
Figura 4.23. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga HG	47
Figura 4.24. Representación de Resultantes parciales. Hipótesis de carga I	48
Figura 4.25. Vista sección resistente de base de brazo.	51
Figura 4.26. Vista sección resistente de brazo.	52
Figura 4.27. Vista sección resistente de la pluma.	53
Figura 4.28. Ensamblaje Grúa.....	54
Figura 4.29. Ecuación para verificación de presión interna en cilindros, PROTUBSA.	58
Figura 4.30. Imagen representativa ubicación de pernos	65
Figura 4.31. Pernos de articulación de grúa	66

Figura 4.32. Pernos solidarios a cilindros hidráulicos.	67
Figura 4.33. Esquema Perno Pluma	69
Figura 4.34. Esquema perno contenedor.....	69
Figura 5.1. Rodamiento corona de giro KAYDON. Serie XT.....	71
Figura 5.2. Esquema esfuerzos sobre corona de giro.....	72
Figura 5.3. Valores de esfuerzos sobre corona de giro.	72
Figura 5.4. Esfuerzos admisibles de selección.....	73
Figura 5.5. Diagrama Serie XT	73
Figura 6.1. Vista superior del equipo y las cargas actuantes.....	79
Figura 6.2. Representación de fuerzas en el apoyo.....	81
Figura 6.3. Representación como viga empotrada.	81
Figura 6.4. Vista de la sección diseñada.	83
Figura 6.5. Transmisión de fuerzas en viga cajón.....	84
Figura 6.6. Esfuerzos actuantes en viga cajón.	85
Figura 6.7. Cálculo de momento flector, viga simplificada.....	86
Figura 6.8. Sección diseñada de la viga cajón doble.....	87
Figura 6.9. Cilindro hidráulico de apoyo seleccionado.....	89
Figura 6.10. Conjunto de apoyo que desliza dentro del cajón.	90
Figura 6.11. Cilindro para apertura de apoyos, plano dimensional.....	92
Figura 6.12. Conjunto completo de apoyos estabilizadores.....	93
FIGURA 7.1 Dimensiones de contenedor convencional.	94
FIGURA 7.2 Ángulo de fricción interna de materiales de construcción y suelos	95
Figura 7.3. Coeficientes de fricción entre materiales y suelos.....	96
Figura 7.5. Posición del contenedor en el momento de vuelco. Ángulo respecto a la horizontal.....	97

Figura 7.4. Nuevo ángulo de pendiente.....	97
Figura 7.6. Diseño final del nuevo contenedor.	98
Figura 8.1. Dimensiones y disposición de los perfiles.	99
Figura 8.2. Componentes pertenecientes a la plataforma.....	100
Figura 8.3. Esfuerzos y sujeciones que solicitan al conjunto.....	101
Figura 8.4. Resultados del análisis de esfuerzos por el método de elementos finitos.....	102
Figura 8.5. Cargas producidas por el contenedor.....	103
Figura 8.6. Resultados del análisis.	104
Figura 9.1. Inicio del vuelco para la descarga del contenedor.	106
Figura 9.2. Componentes del sistema de vuelco.	107
Figura 9.3. Representación de fuerzas actuantes en el conjunto.....	108
Figura 9.4. Barra de vuelco representada como viga simplificada.	109
Figura 9.5. Viga simplificada final.....	109
Figura 9.6. Tensiones en la barra y sus componentes.	112
Figura 9.7. Coeficiente de seguridad mínimo obtenido.	113
Figura 9.8. Recorrido total necesario para el giro de la barra.	114
Figura 9.9. Plano dimensional de cilindro seleccionado.....	115
Figura 9.10. Conjunto Plataforma - Sistema de vuelco.....	116
Figura 9.11. Análisis de tensiones de soporte de cilindros hidráulicos.....	116
Figura 10.1. Fuerzas en operación de izaje.	117
Figura 10.2. Representación de fuerzas actuantes en las cadenas.....	118
Figura 10.3. Fuerzas en operación de vuelco.	119
Figura 10.4. Reacciones y acciones en el sistema. Operación de vuelco.....	120
Figura 10.5. Dimensiones de eslabones de cadenas.....	120
Figura 10.6. Fuerzas actuantes en conjunto Estabilizadores - Grúa.....	122

Figura 10.7. Distancias desde los pernos hasta el punto "0".....	123
Figura 10.8. Hipótesis de carga en el vuelco del contenedor.....	126
Figura 10.9. Vista lateral con detalle de sujeciones de plataforma.....	127
Figura 10.10. Ubicación de bulones respecto al punto de giro "0".....	128
Figura 10.11. Esquema de soldadura plegado de sujeción.....	130
Figura 10.12. Plegado de sujeción	130
Figura 10.13. Esquema de unión chasis camión-plataforma.....	131
Figura 10.14. Longitudes L_i de cordón de soldadura.....	132
Figura 10.15. Áreas efectivas soldaduras.....	132
Figura 10.16. Dimensiones verificadas de cordones de soldadura.	136
Figura 10.17. Conjunto de soporte de volquete.	137
Figura 10.18. Esfuerzos en gancho superior.	138
Figura 10.19. Esfuerzos en ganchos inferiores.	139
Figura 11.1. Ábaco para cálculo de diámetro nominal de tuberías.....	141
Figura 11.2. Ábaco para cálculo de pérdida de carga en tuberías.....	142

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Configuraciones, dimensiones y pesos máximos permitidos.....	10
Tabla 1.2. Designación milimétrica de cubiertas súper anchas.....	11
Tabla 4.1. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga ABC	29
Tabla 4.2. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga CDF.....	36
Tabla 4.3. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga FH	42
Tabla 4.4. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga HG.....	46
Tabla 4.5. Tabla momentos flectores	49
Tabla 4.6. Módulos resistentes de cada sección.....	50

Tabla 4.7. Datos para cálculo de cilindros hidráulicos.	55
Tabla 4.8. Tabla parcial de barras cromadas. Cilindro 1. PROTUBSA.....	57
Tabla 4.9. Tabla de tubos sin costura calidad H8 en su interior. Cilindro 1. PROTUBSA.	58
Tabla 4.10. Tabla parcial de barras cromadas. Cilindro 2. PROTUBSA.....	62
Tabla 4.11. Tabla de tubos sin costura calidad H8 en su interior. Cilindro 2. PROTUBSA. ..	63
Tabla 4.12. Carga de diseño para pernos	65
Tabla 5.1. Tabla selección de Rodamiento de Corona de giro.....	74
Tabla 5.2. Tabla selección piñón.....	76
Tabla 5.3. Tabla selección motor hidráulico VERION.....	77
Tabla 6.1. Datos dimensionales y técnicos del cilindro.	90
Tabla 6.2. Valores de coeficientes de rozamiento entre materiales.	91
Tabla 6.3. Datos dimensionales y técnicos de cilindro de apertura.	93
Tabla 9.1. Información dimensional y técnica del cilindro.....	115
Tabla 10.1. Tabla de cadenas Grado 80. Empresa Multicadenas.....	121
Tabla 10.2. Valores y coeficientes para la Resistencia de diseño de Soldadura de filete	134
Tabla 10.3. Valores de cateto mínimo.....	135
Tabla 11.1. Fluidos hidráulicos. Hidrotec.	143
Tabla 11.2. Bombas hidráulicas a engranajes. VERION.	144

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional, en conjunto con el auge de las construcciones y el aumento del parque automotor circulante, promueven a reconsiderar el diseño del equipo porta volquete convencional. Surge la necesidad de un equipo que permita el transporte y manipulación segura de los desechos de construcción y demolición (RCD), aun cuando las condiciones no son las ideales.

Además de las consideraciones anteriores, se busca satisfacer la necesidad a través de una herramienta que tenga un menor impacto sobre el tráfico habitual, sin provocar cortes totales ni congestiones, teniendo en cuenta las disposiciones establecidas por la ley nacional de tránsito y seguridad vial (ley N° 24449) y el decreto 32/18.

1.1. Residuos de la construcción y demolición (RCD)

La industria de la construcción es una de las actividades que tienen mayor importancia para el desarrollo de las ciudades, sin embargo, es a su vez una de las actividades más que impactos provocan en el ambiente.

Uno de los aspectos de mayor preocupación es la cantidad y volumen de desechos que se generan con la construcción de nuevas obras, demolición y remodelación de estructuras. Este tipo de desechos está directamente relacionado con el crecimiento demográfico y el estilo de vida de los individuos, aspectos tales como el mejoramiento de la calidad de vida, que provocan un aumento progresivo y no controlado del volumen de los mismos, principalmente en el entorno urbano.



Figura 1.1. Clasificación general RCD

ESCOMBROS 75%

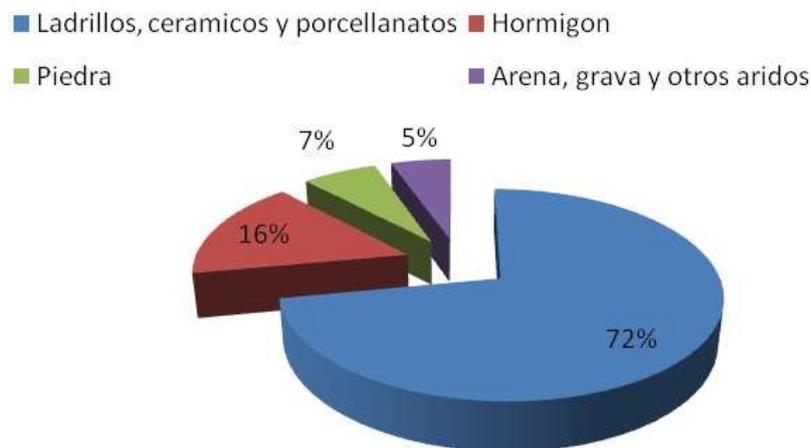


Figura 1.2. Clasificación RCD escombros

Se consideran desechos de construcción y demolición (RCD) aquellos que se generan en el entorno urbano, pero se diferencian de aquellos conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales) ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierra y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, cerámicas, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, acero de refuerzo, maderas, tuberías, papeles y cartones, etc. Éstos desechos, en su gran mayoría sólidos, no se consideran parte del proyecto y son desechados sin recibir tratamiento previo.

RESTO DE MATERIALES 25%

■ Madera ■ Vidrios ■ Plásticos ■ Metales ■ Asfalto ■ Yeso ■ Papel ■ Basura ■ Otros

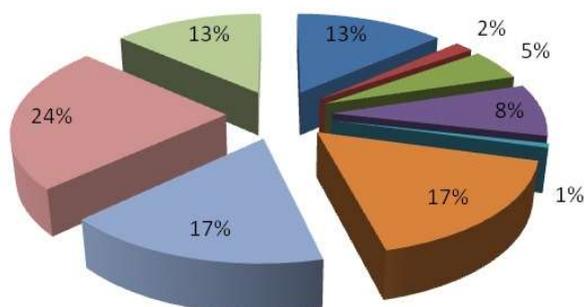


Figura 1.3. Clasificación RCD resto de materiales

Este proceso debería permitir establecer la trazabilidad de los RCD, desde su origen hasta su eliminación final. En la provincia de Córdoba, la actividad de la construcción y demolición de obras de arquitectura está regulada por los municipios, a través de sus órganos de gobierno. En la actualidad, el municipio sólo exige determinar el tipo, volumen, transporte y destino final de los RCD, para los casos de demolición total. No existe ningún tipo de normativa para otras situaciones.

Cuando estos desechos son tratados con cierto grado de responsabilidad, por parte de las empresas o administradores de proyectos, se contrata una empresa de transporte para que los deposite en un sitio apropiado y permita una reutilización del mismo. La gestión de los RCD es parcialmente aplicada y desordenada en Argentina. La falta de información específica, la ausencia de bases de datos y los problemas ambientales que presenta la Argentina por la incorrecta Gestión de los Residuos Sólidos, asociado al alto impacto económico, siendo ésta una causa más que sostiene el interés de esta iniciativa. Dicha falta de tratamiento y la pobre gestión de los RCD en nuestro País, es una preocupación que demanda ser atendida.

Se estima que en el mundo la no utilización de los RCD genera un aumento en el uso de materiales nuevos con un incremento cercano al 20 % del valor total de los materiales utilizados.



Figura 1.4. Ciclo óptimo de RCD

1.2. Tránsito vehicular en Argentina.

El número de vehículos en circulación que hay en la Argentina ya alcanzó un récord histórico. La flota circulante compuesto por autos de pasajeros, utilitarios livianos y utilitarios pesados alcanzó su máximo histórico: 13.950.048 unidades. Se trata de estadísticas difundidas por la asociación de fabricantes de autopartes (AFAC), que publicó su informe con las cifras de 2018. En la Argentina existe hoy un vehículo por cada 3,24 habitantes.

El colapso de tránsito en horarios pico es parte del inventario de ciudades como Buenos Aires, Córdoba, Rosario, entre otras. En el caso de la ciudad de Villa María, según datos brindados por el municipio, el parque automotor está compuesto por 39 mil autos y 37 mil motos lo que da un total de 76 mil vehículos en una población de 92 mil habitantes. A partir de los datos citados anteriormente se llega al promedio de un vehículo cada 1.21 habitantes en dicha ciudad.

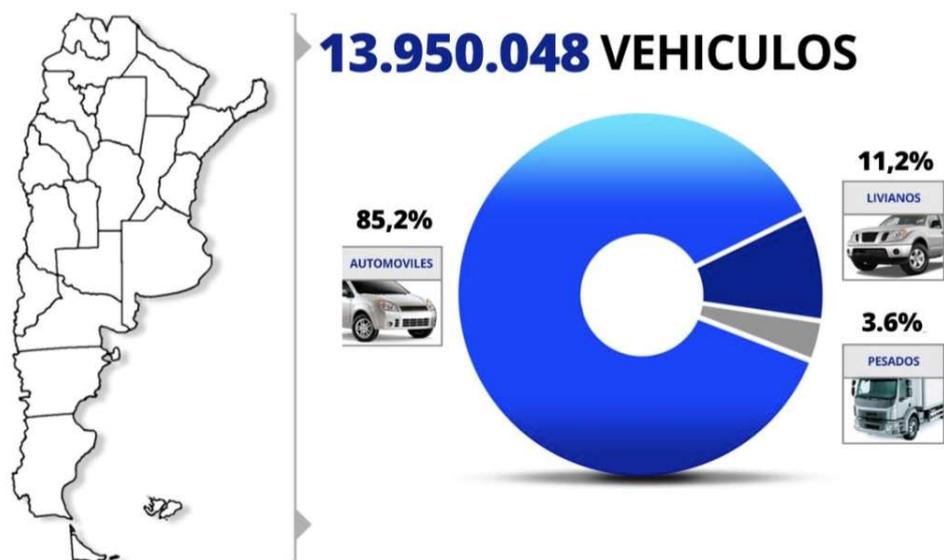


Figura 1.5. Flota Circulante en Argentina (año 2018)

1.3. Marco Legal

1.3.1. Parque de contenedores de obra

No existe una regulación a nivel nacional o provincial con respecto a la ubicación y manipulación de los contenedores de obra dentro de las ciudades, pero si ordenanzas municipales que sirven para prever accidentes o no obstaculizar zonas como pueden ser garitas de colectivos, entrada o salidas de ambulancias, rampas para discapacitados, etc. Además de otorgar las correspondientes habilitaciones a los prestadores de servicios.



Figura 1.6. Contenedor de obra en vía pública

Con carácter general se puede resumir algunas pautas a cumplir respecto del estacionamiento de dichos contendores:

- Se colocarán preferentemente en las calzadas, en las zonas de estacionamiento permitido, de modo que no sobresalgan de dicha zona, ni entorpezcan el tráfico de vehículos. En caso de que la calle no cumpla tales condiciones, se pueden colocar en la vereda siempre que la misma mida como mínimo 3,00 metros. Asimismo, en aquellos casos en que la obra tenga autorizado un vallado para la misma, el contenedor se colocará, preferentemente, en la zona que quede acotada dentro del vallado.
- En calles sin zona de estacionamiento permitido y acera inferior a 3,00 metros no se permitirá la instalación de contenedores frente al inmueble objeto de la obra, por lo que la evacuación se realizará mediante sacos normalizados (tipo big bag) de 1 m³ de capacidad máxima o, si cabe la posibilidad, con instalación de contenedor en la esquina o chaflán más próximo, siempre y cuando exista zona de aparcamiento en el mismo.
- Se deberá mantener libre de obstáculos un carril de circulación para uso de vehículos de emergencia y acceso a la propiedad de particulares.
- En todo caso, la instalación de contenedor se realizará en la zona permitida más próxima al emplazamiento de la obra que motive su colocación.
- Por razones de seguridad para el tráfico, y sin perjuicio de la demás señalización que en cada caso proceda, todos los contenedores que se sitúen en calzadas en sus partes más salientes deberán poseer de elementos reflectantes, con una longitud mínima de 50 cm y una anchura de 10 cm, que incrementen su visibilidad en las horas nocturnas.
- En aceras y calles peatonales, así como en calzada si fuera necesario, toda la superficie en que se apoye o pueda ser arrastrado el contenedor deberá quedar protegida con palastro de 10 mm de espesor como mínimo.
- Cuando los contenedores estén situados en la calzada, deberán colocarse a 0,20 m de la acera, de modo que no impidan el paso de las aguas superficiales. No podrán sobresalir de la línea de aparcamiento, quedando expresamente prohibida la ocupación parcial o total del carril de circulación.

- En ningún caso podrán ser colocados total o parcialmente sobre las tapas de acceso de servicios públicos, sobre bocas de incendios, en general, sobre ningún elemento urbanístico cuya utilización pudiera ser dificultada en circunstancias normales o en caso de emergencia.
- Al finalizar la jornada laboral, el contenedor deberá taparse inmediatamente con algún elemento de cierre que impida la producción de polvo, la salida de materiales o el depósito de otros residuos.
- Los contenedores a instalar en vía pública deberán cumplir lo preceptuado en la legislación vigente sobre protección del medio ambiente, transportes y vertidos de tierras y escombros.

Según la ordenanza, Tránsito debería conocer cuánto tiempo tiene cada contenedor ubicado en cada lugar específico de la ciudad. Además, cada empresa debe estipular la permanencia de un contenedor en la vía pública, antes de ser instalado, abonando un canon por los días que el contenedor permanecerá en la vía pública.

Otras ordenanzas también establecen que, en el exterior del contenedor no se permite la fijación de publicidades de ninguna forma. Para identificarlos, deben contar con el nombre, teléfono del prestador y numeración en forma consecutiva. Se hace un registro al momento de la habilitación donde se predetermina la cantidad de contenedores en condiciones de uso que tendrá cada prestador.

1.3.2. Ley Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Ley N° 24.449 (Dec. 32/18)

A través del Decreto 32/18, el Gobierno modificó la Ley N° 24.449, que establece los principios que regulan el uso de la vía pública y su aplicación a la circulación de personas, animales y vehículos terrestres, así como también a las actividades vinculadas con el transporte, los vehículos, las personas, las concesiones viales, la estructura vial y el medio ambiente.

La nueva norma regula aspectos asociados a los vehículos de transporte de carga, como los pesos máximos que estos pueden transmitir a la calzada y las configuraciones que los complementan. Además, establece las configuraciones de vehículos de cargas que no requieren

permisos de tránsito y que son de libre circulación en rutas nacionales, e incluye configuraciones específicas para la regulación de bitrenes.

A continuación, se detallará fragmentos de dicha reglamentación necesario para el proyecto en cuestión:

- El Artículo N° 27 del Decreto 32/18 sustituye los apartados 1 al 2.6. del Anexo R del Decreto N° 779 del 20 de noviembre de 1995. Allí se encuentran las dimensiones máximas establecidas, “Los vehículos especiales para transporte exclusivo de otros vehículos sobre sí, los vehículos portacontenedores y los carretones agrícolas o viales, no podrán exceder las siguientes dimensiones máximas (incluyendo la carga)”:

Ancho: DOS METROS CON SESENTA CENTÍMETROS (2,60 m);

Alto: CUATRO METROS CON TREINTA CENTÍMETROS (4,30 m);

Largo: VEINTIDOS METROS CON CUARENTA CENTÍMETROS (22,40 m), cuando se trate de vehículos especiales para transporte exclusivo de otros vehículos sobre sí; VEINTIDOS METROS CON CUARENTA CENTÍMETROS (22,40 m), cuando se trate de carretones agrícolas o viales con la rampa trasera plegada (en sentido vertical) y hasta VEINTICINCO METROS (25 m) con la rampa posterior desplegada;

Cuando se trate de vehículos destinados al transporte de contenedores, cada contenedor debe considerarse “CARGA INDIVISIBLE”.

- En cuanto a distintivos o señalizaciones, “Cada formación debe llevar en la parte posterior un cartel rígido retrorreflectivo de DOS METROS (2 m) de ancho por UN METRO CON CINCUENTA CENTÍMETROS (1,50 m) de alto, como mínimo, con franjas rojas y blancas alternadas, oblicuas a CUARENTA Y CINCO GRADOS (45°), de DIEZ CENTÍMETROS (10 cm) de ancho y en el centro, sobre fondo blanco con letras negras indicando el largo”. “El nivel de retrorreflección del cartel rígido se ajustará, como mínimo, a los coeficientes de la norma IRAM 3952/84 o la que en su defecto la reemplace, según sus métodos de ensayo. La DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD establecerá las distancias de sobre paso requeridas, según el tipo de configuración de vehículo”.

- Dentro del mismo Artículo N° 27 se encuentran los pesos máximos, establecidos por la Ley, que los vehículos pueden transmitir a la calzada y las configuraciones que los complementan se presentan en la siguiente tabla:

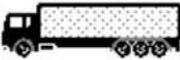
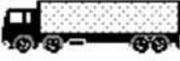
N°	TIPO DE VEHÍCULO	CONFIGURACIÓN N° DE EJES	DIMENSIONES MÁXIMAS			PESO MÁXIMO (t)	Relación POT./PESO (CV/t) mín.
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		
1		S1-D1	13,20	2,60	4,30	16,50	4,25
2		S1-D2	13,20	2,60	4,30	24,00	4,25
3		S1-D3	13,20	2,60	4,30	31,50	4,25
4		S2-D2	13,20	2,60	4,30	28,00	4,25
5		S2-D3	13,20	2,60	4,30	35,50	4,25
6		S1-S1-D2	13,20	2,60	4,30	30,00	4,25
7		S1-S1-D3	13,20	2,60	4,30	37,50	4,25

Tabla 1.1. Configuraciones, dimensiones y pesos máximos permitidos.

Las configuraciones de vehículos de cargas según el número de ejes es la siguiente:

S1: Eje con ruedas individuales.

S2: Dos ejes con rodados individuales.

D1: Eje con rodados dobles.

D2: Dos ejes con rodados dobles.

D3: Tres ejes con rodados dobles.

Para el caso de vehículos destinados al transporte de pasajeros y de carga, dotados de suspensión neumática o equivalente, los pesos máximos por eje o conjunto, se incrementan un 5% sobre los fijados en la Ley, siempre y cuando no sobrepasen el peso máximo establecido para el vehículo o combinación. Esto es válido para aquellos vehículos que hayan sido

diseñados originalmente con suspensión neumática. Este 5% ya está incluido en el caso de las cubiertas súper anchas. Entiéndase como cubiertas súper anchas a las descritas en la siguiente tabla o medidas intermedias:

DESIGNACION MILIMETRICA
385/65 R 22,5
425/65 R 22,5
445/65 R 22,5

Tabla 1.2. Designación milimétrica de cubiertas súper anchas

- El Artículo N° 29 reemplaza los apartados 5.1.1. a 5.1.4 del punto 5 Tolerancias del Anexo R del Decreto N° 779 de fecha 20 de noviembre de 1995, por lo siguiente: “Para el peso del eje simple de DOS (2) ruedas se admitirá una tolerancia de OCHOCIENTOS KILOGRAMOS (800 kg). Para el peso del eje simple de CUATRO (4) ruedas se admitirá una tolerancia de UN MIL QUINIENTOS KILOGRAMOS (1.500 kg). Para el peso total del conjunto doble de ejes o (tándem) doble, se admitirá una tolerancia de DOS MIL KILOGRAMOS (2.000 kg.). Para el peso total del conjunto triple de ejes, tándem triple, o tridem, se admitirá una tolerancia de DOS MIL QUINIENTOS KILOGRAMOS (2.500 kg). Sin perjuicio del aumento de los valores de las mismas, las cargas actuantes en los ejes, con las tolerancias aplicadas no podrán superar los límites técnicos admitidos por los fabricantes.”

1.4. Justificación del Proyecto

En apartados anteriores se ha expuesto el crecimiento de la flota circulante y la problemática en la gestión de los RCD en ciudades emergentes del país, donde el crecimiento poblacional no vino acompañado de una expansión geográfica sobre todo de áreas céntricas provocando grandes congestiones de desplazamiento en general.

En dichas zonas, cuando es necesario contratar un servicio de alquiler de contenedores para depositar y transportar los residuos sólidos de construcción y demolición resulta una tarea

ardua para el responsable. Ante la falta de espacios libres para estacionar vehículos, es una situación cotidiana que los ciudadanos aparquen próximos a los contenedores de obra, tanto por delante como por detrás, impidiendo la manipulación en el momento de cargar o descargar los mismos, generando un inconveniente difícil de abordar para un porta volquete convencional.

El equipo a la hora de izar el contenedor en el lugar que se lo solicite, necesita del espacio suficiente para ubicarse por delante del mismo y alineado a éste, siendo ese el principal inconveniente cuando se tienen vehículos aparcados en cercanías. Para evitar esto es que se plantea la carga y descarga lateral, donde el operador pueda ubicar el equipo paralelo a la zona de aparcamiento del depósito transitorio. Este mecanismo ofrece mejoras en las condiciones de seguridad de los operarios y de terceros y, además, la capacidad de realizar el trabajo ocupando sólo un carril para lograr una mínima influencia en el tránsito de los vehículos.

Entendiendo esta problemática, se propone una innovadora forma de manipular la carga, descarga y vuelco de los contenedores de obra será detallada en los siguientes capítulos.

1.5. Objetivos

El objetivo principal de ésta tesis final de grado fue diseñar un porta volquete que transforme la actual manipulación de los contenedores de obra, buscando optimizar el servicio a través de maniobras seguras e impactando mínimamente en el tráfico urbano, en el menor tiempo posible y respetando las normativas vigentes del país.

Además, se pueden destacar como objetivos adicionales la disminución de accidentes viales y otros siniestros relacionados con el tráfico cotidiano, y ser potencialmente un punto de partida a una mejor Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional bajando el impacto ambiental que esto provoca, la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos no controlados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin el aprovechamiento de sus recursos valorizables.

2. ANTECEDENTES

Las necesidades de la moderna construcción y las nuevas reglamentaciones incentivaron el nacimiento de un equipo especial que se ha ido adaptando a las exigencias constructivas y de la técnica del momento. Una de las nuevas máquinas es el porta contenedores de obra para camiones, el mismo consta de una plataforma con brazos hidráulicos que permiten su manipulación de los recipientes de RCD. Este vehículo sirve para transportar distintos tipos de contenedores, generalmente necesarios para la carga de residuos de construcción y demolición que se acostumbran a utilizar cuando esta cantidad ya no justifica la presencia de medios más importantes o cuando la situación en ámbito urbano lo hace imprescindible.

2.1. Porta Volquetes Actuales

Los equipos porta volquetes que predominan en el mercado actual son los denominados standard/convencional y telescópicos, como se observa en la Figura 2.1.



Figura 2.1. Porta volquete standard.

La plataforma tiene como sustento un bastidor auxiliar (Figura 2.2), el cual permite la sujeción a la unidad tractora y, además, es el encargado de transmitir uniformemente al chasis del camión el peso y los esfuerzos generados en las maniobras características.



Figura 2.2. Bastidor Auxiliar

El equipo dispone de dos columnas de elevación, que pueden estar unidas por un travesaño en sus extremos, éstos son accionados por dos cilindros hidráulicos para izar y descargar los contenedores. Dichas columnas pueden ser telescópicas para aumentar el campo de acción del conjunto y provocar un mejor vaciado, como se puede observar en la siguiente figura (Figura 2.3).



Figura 2.3. Porta volquete telescópico

Para provocar el vaciado de los contenedores, el equipo cuenta con ganchos accionados por cilindros hidráulicos que sujetan los pernos que se encuentran en la base del contenedor, permitiendo el vuelco del mismo.



Figura 2.4. Maniobra de Vuelco del Contenedor



Figura 2.3. Ganchos porta volquete

Otro conjunto elemental de estos equipos son los estabilizadores (Figura 2.6), ubicados en la parte posterior de la plataforma y son los encargados de oponerse a los momentos generados por el contenedor y su carga, además de los brazos, en el caso de que ellos se encuentren fuera de la plataforma.



Figura 2.4. Estabilizadores traseros

Actualmente, se pueden encontrar en el mercado algunos equipos que buscan adaptarse a la problemática planteada apartados atrás. A éstos lo suelen denominar “portavolquetes giratorios” (Figura 2.7), ya que tienen adoptado un sistema de giro en el travesaño de unión de las columnas grúa accionado por un motor hidráulico.



Figura 2.5. Porta Volquete Giratorio

2.2. Elevador Lateral (Sidelifter)

El proyecto en cuestión tiene semejanzas y comparte el mismo objetivo que el porta volquetes convencional, pero posee una relación íntima con equipos de elevación lateral también llamados sidelifter o sideload. Estos equipos son generalmente semirremolques utilizados para izar y transportar largas distancias contenedores de cargas ISO.

El elevador lateral fue inventado durante la década de 1960 por Kaspar Klaus, quien se le concedió una serie de patentes para los equipos fabricados por Klaus Transporte-Systeme GmbH de Alemania, con un enfoque en las operaciones militares. Esos equipos eran pesados y no rentables para el uso comercial. Steelbro en Nueva Zelanda compró el negocio de transporte Klaus y desarrolló un nuevo producto más liviano, lo que permite transportar mayor carga útil. Desde entonces se ha convertido en un vehículo usado comúnmente para contenedores intermodales en todo el mundo.



Figura 2.6. Sidelifter diseñado por Klaus

Dichos equipos, en general, tienen los siguientes atributos:

- Grúas de elevación o también llamados Módulos de grúa. Son accionados hidráulicamente y tienen como objetivo levantar el contenedor desde el suelo, muelle de carga, otro vehículo, vagón de ferrocarril o de la parte superior de otro recipiente colocado en el suelo.
- Una fuente de energía que normalmente es un motor diésel o motor de gasolina, las grúas son a veces alimentadas a través de una toma de fuerza del camión o tractor.
- Contienen estabilizadores hidráulicos que son necesarios para permitir que los contenedores de transporte, totalmente cargados, se eleven sin inclinar el vehículo. Estos pueden ser ajustable para ayudar a la operación en terreno desnivelado, obtener mayores márgenes de seguridad y límites de carga al apilar contenedores. Al levantar los contenedores en lugares confinados o de vagones de ferrocarril, los apoyos se extienden para proporcionar una capacidad adicional.
- Las cadenas, que son los elementos de unión de la parte superior de las grúas a los esquineros en la base del contenedor durante las operaciones de elevación. Existe un dispositivo de unión especial, que cuando se coloca entre dos contenedores de 20 pies permite al usuario bloquearlos y elevarlos conjuntamente como si fuera uno de pies.

- El camión, como ya dijimos anteriormente, además de arrastrar el semirremolque es el encargado de suministrar energía a través de la toma de fuerza, el aire comprimido necesario para los frenos de la Sidelifter y adiciona parte de la estabilidad para la operación de izado o descarga.
- El chasis que soporta el peso del contenedor cuando está cargado y da el sustento para la grúa como también los estabilizadores. Algunos de ellos están equipados con un chasis llamado trombón, que permite a la unidad expandirse y contraerse para transportar contenedores de 20 pies, 40 pies o incluso 45 pies. Estas unidades son especialmente adecuadas para carreteras secundarias pequeñas donde las curvas son bastante difíciles con remolques de 40 pies.
- El mando a distancia, un dispositivo con las palancas de mando y botones (en algunos casos inalámbrico) que permite al operador caminar alrededor del contenedor y ver la unidad desde diversos ángulos durante el funcionamiento.

Estas máquinas fueron diseñadas para levantar un máximo de 45 toneladas, aunque los diseños más recientes pueden acarrear hasta 48 toneladas.



Figura 2.7. Sidelifter actual

3. DESCRIPCION GENERAL

En el tratamiento de este capítulo se realizará la descripción y el delineado general del “Porta Volquete de Carga y Vuelco Bilateral”, el cual puede satisfacer las necesidades, en zonas estrechas o con densidades de tráfico altas, de empresas de alquiler de volquetes de poder brindar el servicio y, a su vez, a clientes de poder evacuar los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

El equipo en estudio, a diferencia del convencional o standard, brinda la posibilidad de trabajar en espacio reducidos lateralmente, con un alto nivel de seguridad y minimizando el impacto en el tráfico.

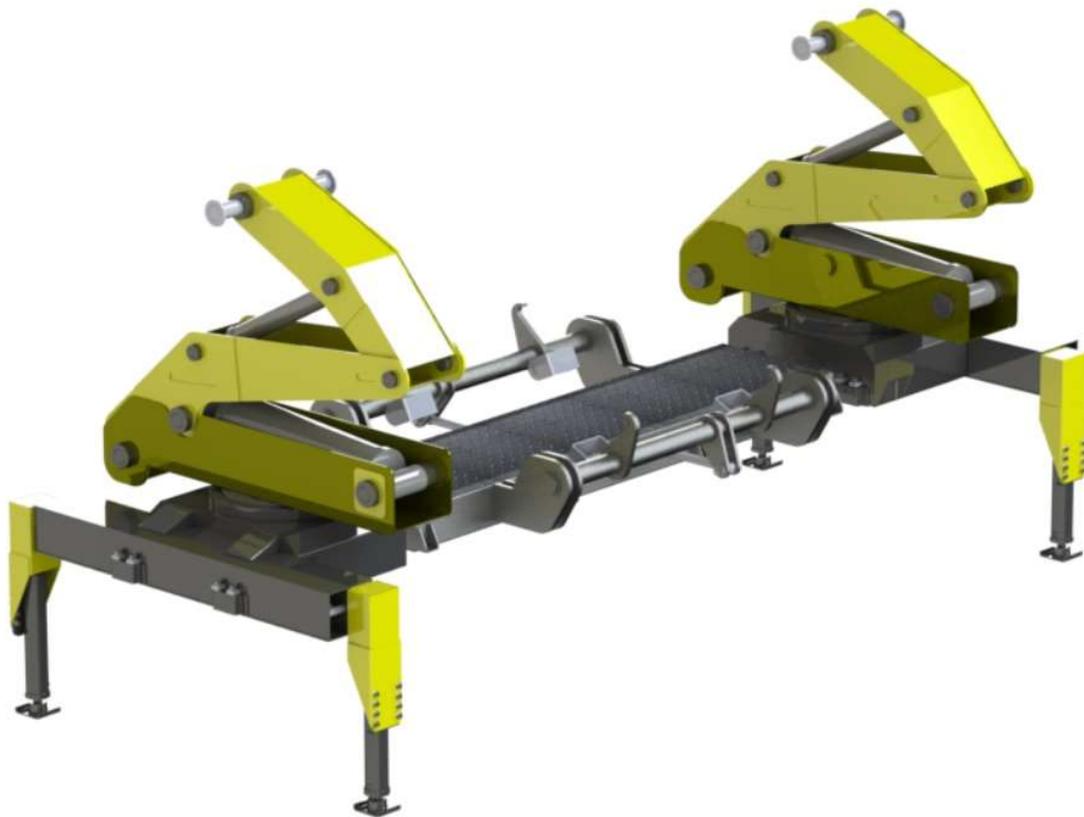


Figura 3.1. Vista General

En la Figura 3.1 se puede apreciar un paneo general del equipo en cuestión. El mismo consta de dos grandes conjuntos, que son la plataforma y los brazos grúa, cada uno de ellos con sus respectivos accesorios que explicaremos más adelante.

En el caso de la plataforma, el sustento se lo provee un sobre chasis que se ubica sobre el propio del camión (Figura 3.2). El mismo se encarga de absorber las sollicitaciones, transmitir de forma homogénea las cargas generadas por el vuelco y el peso propio del contenedor. Además, ser el sostén de todos los accesorios y dispositivos para dicho vuelco del contenedor.

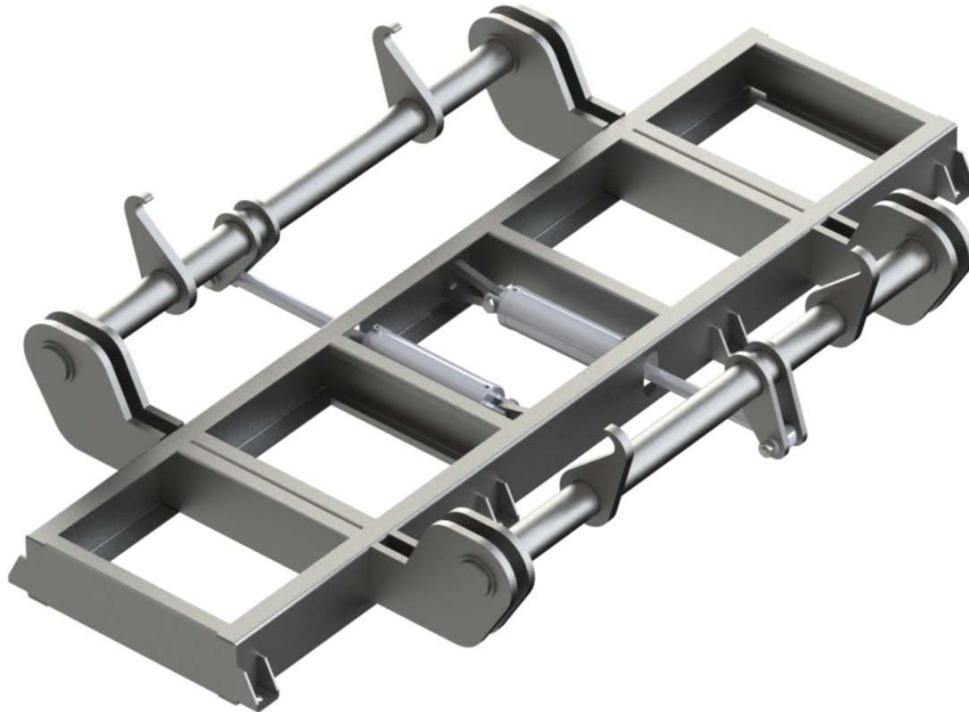


Figura 3.2. Conjunto Plataforma

El responsable de la manipulación del contenedor, ya sea el izaje como el vaciado del mismo, va a ser la grúa de doble articulación. La misma va a estar accionada por dos actuadores hidráulicos de doble efecto.



Figura 3.3. Conjunto Grúa-Estabilizador

Dicho conjunto se denomina Grúa-Estabilizador (Figura 3.3), ya que sobre la misma estructura se encuentra el dispositivo de estabilización del equipo. El mismo cuenta con brazos telescópicos que se extienden hacia ambos lados del equipo para contrarrestar el momento generado por el volquete, sus movimientos están comandados por cilindros hidráulicos. Además, éste conjunto cuenta con un sistema de giro (accionado por un motor hidráulico) que permite rotar el brazo de la grúa sobre su eje unos 180°.



Figura 3.4. Corona de Orientación

En los siguientes capítulos se analizarán en detalle cada componente del proyecto “Porta Volquete de Carga y Vuelco Bilateral”.

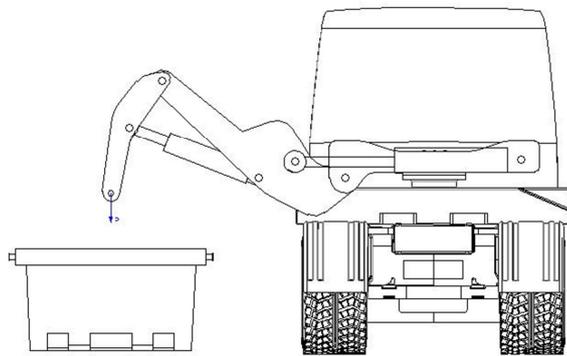
4. GRÚA

El conjunto grúa es el distintivo principal del proyecto, el sistema tiene dos grúas trabajando en simultáneo para izaje y vaciado del volquete, está cada una formado por tres segmentos articulados entre sí.

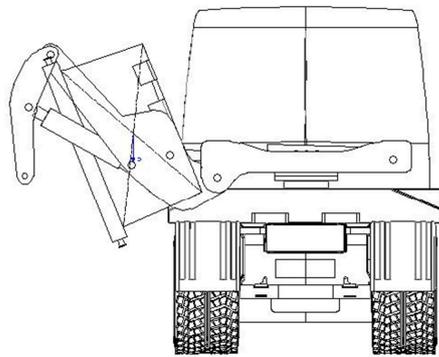
Uno de los segmentos es la “base giratoria” que permite rotar el conjunto mediante un sistema de piñón y corona. El mismo está articulado al segundo segmento, el “brazo principal”, a través de un perno de unión y son accionados por un actuador hidráulico de doble efecto. Como tercer segmento se distingue a la “pluma”, que también está articulada al “brazo principal” y es accionada por un segundo cilindro hidráulico de doble efecto. Al final de la pluma se encuentra un perno que sirve de sujeción a las eslingas de cadenas.

Se realizó un diseño preliminar para diagramar el correcto movimiento de las partes, logrando la elevación del volquete hacia la plataforma y permitiendo la descarga del mismo.

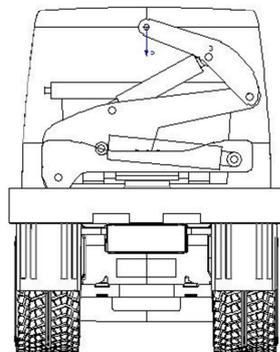
Se proponen tres hipótesis de carga posibles para su estudio y cálculo (Figura 4.1). La primera de ellas, se da cuando el volquete se encuentra en la superficie listo para ser elevado, con un peso total de $P = 9000 \text{ kg}$. Se toma el instante en que el volquete se despega del suelo y queda sostenido por las grúas. La segunda hipótesis sucede cuando el volquete está en posición de descarga, formando su plano superior con la superficie del suelo un ángulo de aproximadamente 70° , en esa posición el volquete tiene restringido el giro respecto a la pluma y se supone la carga P ubicada en el centro de gravedad del mismo, es decir, suponiendo que el volquete aún no realizó la descarga. Por último, la tercera hipótesis de carga se toma cuando se eleva el volquete desde la plataforma, el instante inmediato en que pierde el contacto con la misma, suponiendo también la carga P , que se encuentra centrada.



HIPOTESIS DE CARGA 1



HIPOTESIS DE CARGA 2



HIPOTESIS DE CARGA 3

Figura 4.1. Hipótesis de Cargas

Para facilitar el análisis de la estructura del conjunto grúa, se desglosa la misma en diferentes tramos: Viga ABC, CDF, FH y HG.

En el presente capítulo se estudian las tres hipótesis de cargas planteadas, pero solo se presentan los cálculos referentes a la hipótesis de carga I debido a que es la que produce las mayores sollicitaciones en los diferentes tramos.

4.1. Hipótesis de carga I

Como describimos en el apartado anterior, se plantea como Hipótesis de carga I en el momento del izaje del contenedor cuando el mismo se encuentra a nivel del suelo.

4.1.1. Viga ABC

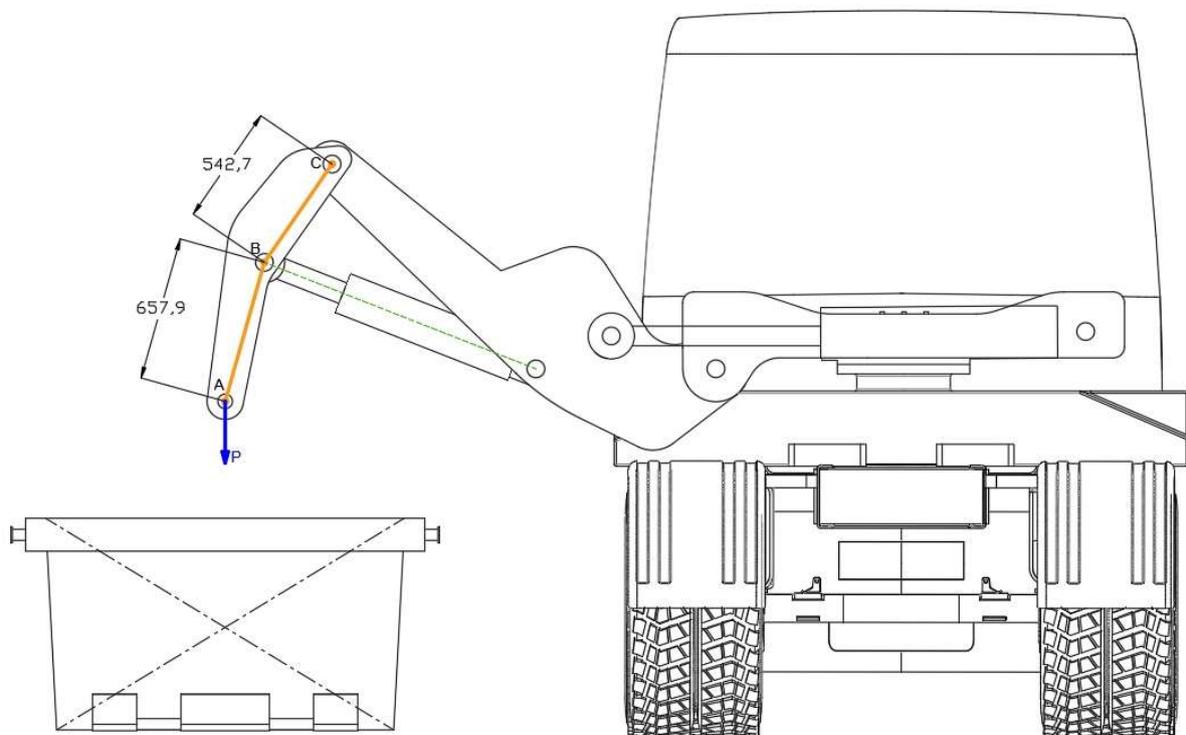


Figura 4.2. Hipótesis de carga 1. Viga ABC

A continuación, se muestra la viga ABC simplificada y en equilibrio a través de los soportes graficados.

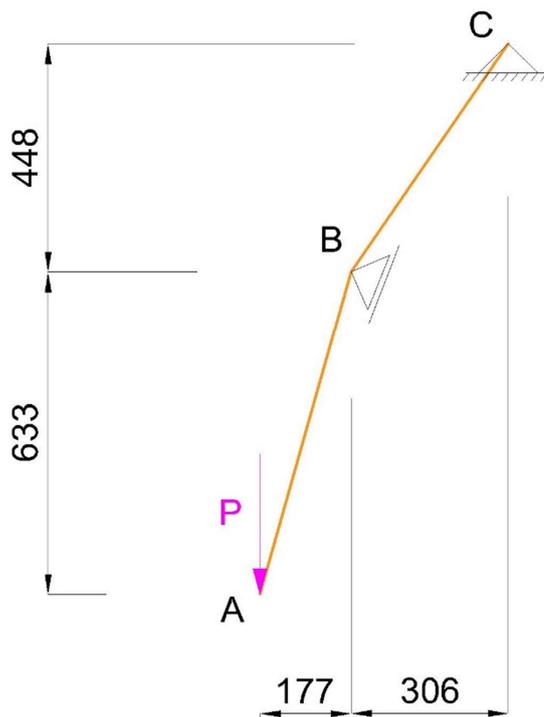


Figura 4.3. Viga simplificada ABC. Hipótesis I. Cargas y vínculos

La carga principal es $P = 4500kg$ (correspondiente a la carga total del contenedor dividido dos, la mitad de la carga por cada brazo). Planteando las ecuaciones de equilibrio, tenemos:

$$\begin{aligned}\sum F^y &= -P + RB^y - RC^y = 0 \\ \sum F^x &= -RB^x + RC^x = 0 \\ \sum M^c &= -P \cdot (48,3cm) + RB^x \cdot (44,8cm) + RB^y \cdot (30,6cm) = 0\end{aligned}$$

Operando con la ecuación de momento respecto al punto C, despejamos la reacción RB:

$$\begin{aligned}RB \cdot \cos(21,5^\circ) \cdot (44,8cm) + RB \cdot \sin(21,5^\circ) \cdot (30,6cm) &= P \cdot (48,3cm) \\ RB \cdot [\cos(21,5^\circ) \cdot (44,8cm) + \sin(21,5^\circ) \cdot (30,6cm)] &= P \cdot (48,3cm) \\ RB \cdot (52,9cm) &= P \cdot (48,3cm)\end{aligned}$$

$$RB = 4500kg \cdot \frac{(48,3cm)}{(52,9cm)}$$

$$\mathbf{RB = 4108kg}$$

Teniendo calculado RB , se continúa con el despeje del resto de las reacciones:

$$RB^x = RC^x = 4108 \text{ kg} \cdot \cos(21,5^\circ)$$

$$\mathbf{RC^x = 3823kg}$$

$$RC^y = RB^y - P$$

$$RC^y = 4108kg \cdot \text{sen}(21,5^\circ) - 4500kg$$

$$\mathbf{RC^y = -2995kg}$$

$$RC = \sqrt{(RC^x)^2 + (RC^y)^2}$$

$$RC = 4856kg$$

$$\alpha = \text{arc. tg} \left(\frac{2995}{3823} \right)$$

$$\alpha = \mathbf{38^\circ}$$

En la Figura 4.4 se representan las cargas y las reacciones calculadas, con sus respectivas direcciones, sentidos y valores. Éstas comprobaciones de cálculos fueron realizadas con el software Frame Design.

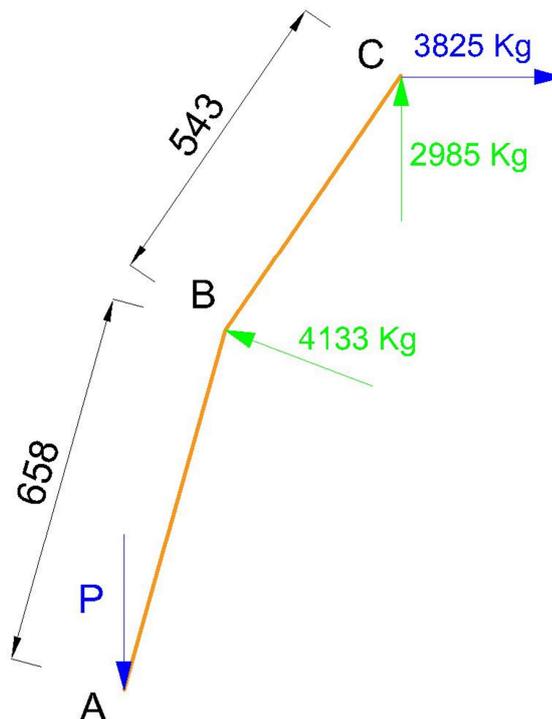


Figura 4.4. Viga simplificada ABC. Hipótesis I. Cargas y reacciones

Se adjunta una tabla (Tabla 4.1) a continuación donde se resumen los valores de las cargas para cada tramo. La primera columna indica la carga a la que se refiere, la columna “CARGA” indica el valor total. La letra “Q” representa la componente de la fuerza en dirección cortante para el tramo 1 o 2 de la viga. La letra “N” representa la componente de la fuerza en dirección normal para cada uno de los tramos de la viga.

	CARGA (kg)	Q1	Q2	N1	N2
P	4500	1240	2516	4395	3732
RB	4108	4085	2516		924
RC	4856				

Tabla 4.1. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga ABC

A continuación, con los datos anteriores calculamos el momento flector:

Tramo 1: $0 < x < 65,8cm$

$$Mf = -P^Q \cdot x$$

Para $x = 0$

$$Mf = 0$$

Para $x = 65,8\text{cm}$

$$Mf1 = -816162\text{kg.cm}$$

Tramo 2: $65,8\text{cm} < x < 120,1\text{cm}$

$$Mf2 = Mf1 - P^{Q2} \cdot (x - 65,8) + RB^{Q2} \cdot (x - 65,8)$$

Para $x = 65,8\text{cm}$

$$Mf2 = -816162\text{kg.cm}$$

Para $x = 120,1\text{cm}$

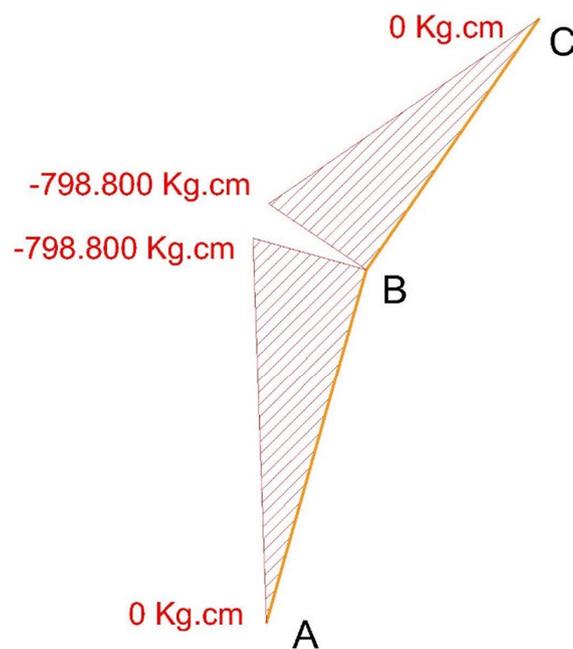


Figura 4.5. Diagrama de momentos flectores. Hipótesis I. Viga ABC

$$Mf = 0$$

Ahora, procedemos a calcular el esfuerzo cortante sobre dicha viga:

Tramo 1: $0 < x < 65,8cm$

$$Q1 = -P^{Q1}$$
$$Q1 = -1240kg$$

Tramo 2: $65,8cm < x < 120,1cm$

$$Q2 = -P^{Q2} + RB^{Q2}$$
$$Q2 = 1485kg$$

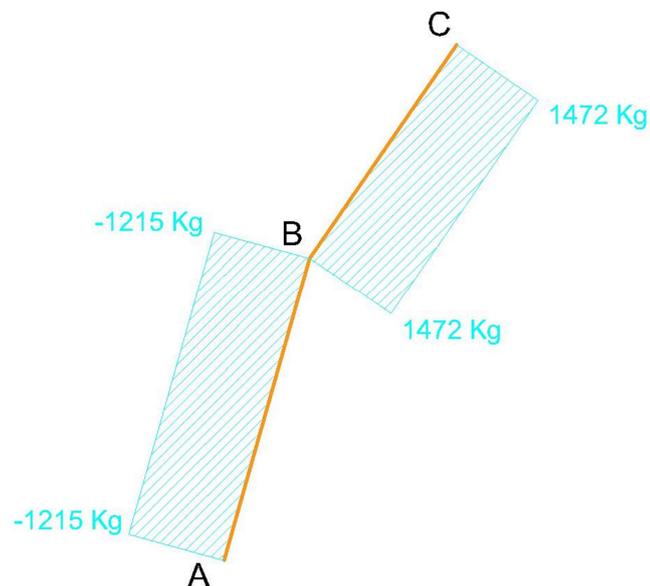


Figura 4.6. Diagrama de esfuerzos cortantes. Hipótesis I. Viga ABC

Por último, calculamos el esfuerzo normal:

Tramo 1: $0 < x < 65,8cm$

$$N1 = P^{N1}$$
$$N1 = 4395kg$$

Tramo 2: $65,8\text{cm} < x < 120,1\text{cm}$

$$N_2 = P^{N_2} + RB^{N_2}$$

$$N_2 = 4656\text{kg}$$

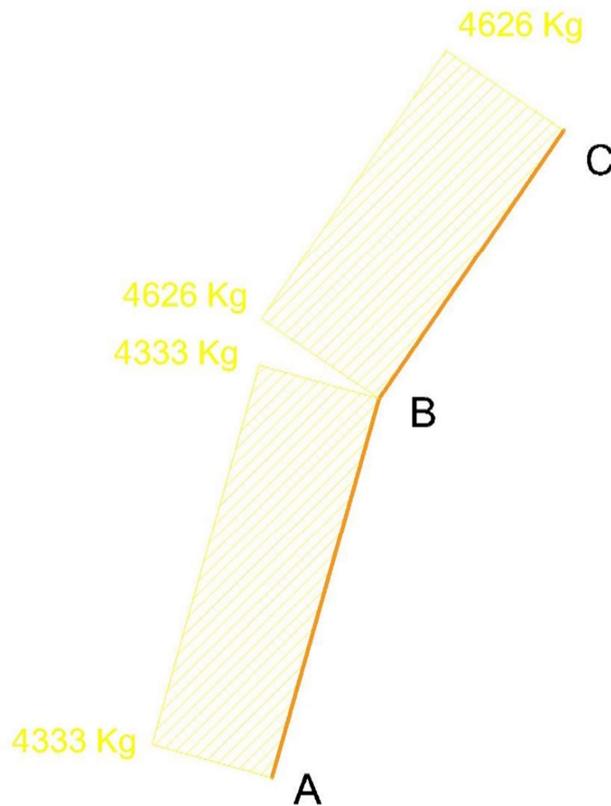


Figura 4.7. Diagrama de esfuerzos normales. Hipótesis I. Viga ABC

4.1.2. Viga CDF

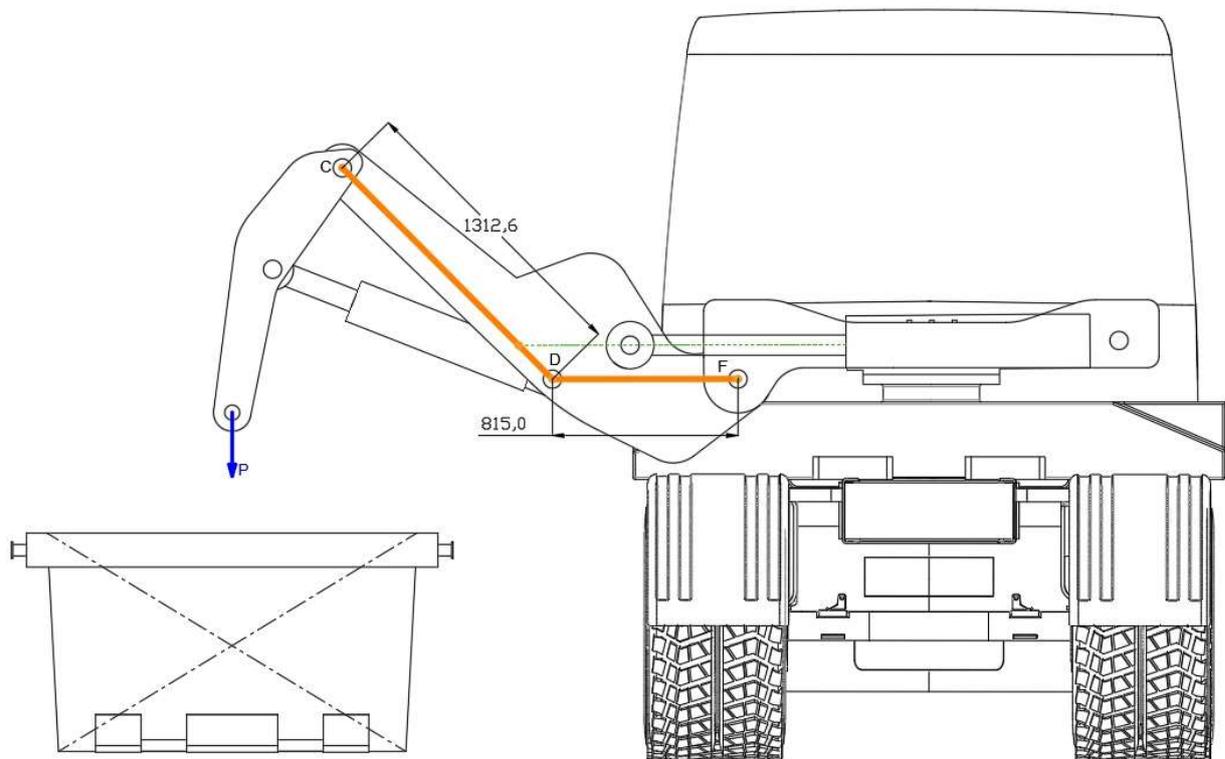


Figura 4.8. Hipótesis de carga 1. Viga CDF.

A continuación, se muestra la Viga CDF simplificada y en equilibrio a través de los soportes graficados.

Planteando las ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F^y = -C^y - D^y + RF^y = 0$$

$$\sum F^x = -C^x + RE^x + D^x - RF^x = 0$$

$$\sum M^F = -C^y \cdot (173,8 \text{ cm}) - C^x \cdot (93,4 \text{ cm}) + RE^x \cdot (15 \text{ cm}) - D^y \cdot (81,5 \text{ cm}) = 0$$

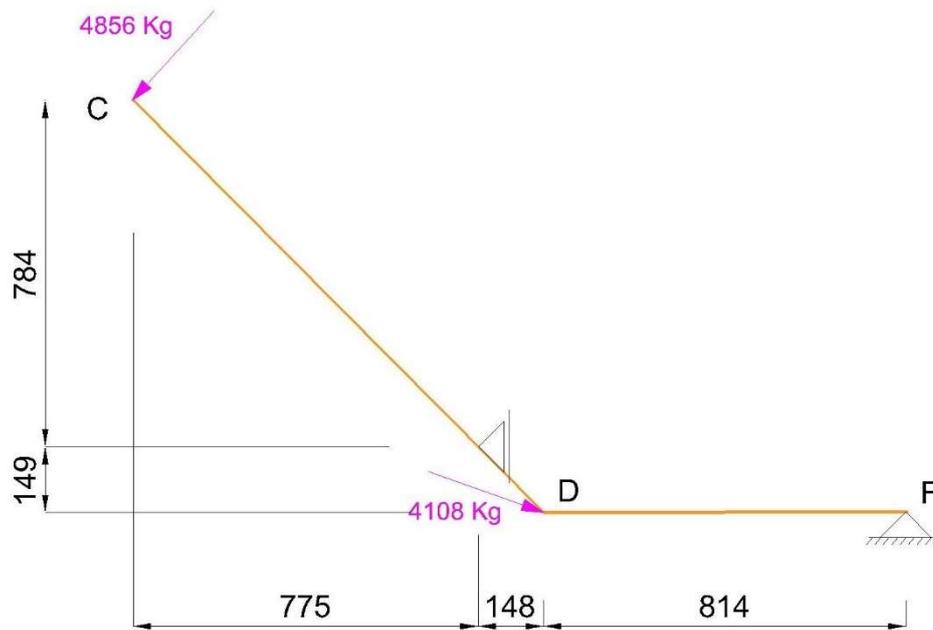


Figura 4.9. Viga simplificada CDF. Hipótesis I. Cargas y vínculos

Operando con la ecuación de momento en el punto F, despejamos la reacción RE:

$$RE^x \cdot (15 \text{ cm}) = C^y \cdot (173,8 \text{ cm}) + C^x \cdot (93,4 \text{ cm}) + D^y \cdot (81,5 \text{ cm})$$

$$RE^x = \frac{C^y \cdot (173,8 \text{ cm}) + C^x \cdot (93,4 \text{ cm}) + D \cdot \text{sen}(\beta) \cdot (81,5 \text{ cm})}{15 \text{ cm}}$$

$$RE^x = \frac{2995 \text{ Kg} \cdot (173,8 \text{ cm}) + 3823 \text{ Kg} \cdot (93,4 \text{ cm}) + 4108 \text{ Kg} \cdot \text{sen}(21,5^\circ) \cdot (81,5 \text{ cm})}{15 \text{ cm}}$$

$$RE^x = 66687 \text{ Kg}$$

$$\sum F^y = -C^y - D^y + RF^y = 0$$

$$RF^y = C^y + D^y$$

$$RF^y = C^y + D \cdot \text{sen}(\beta)$$

$$RF^y = 2995 \text{ Kg} + 4018 \text{ Kg} \cdot \text{sen}(21,5^\circ)$$

$$\mathbf{RF^y = 4500 Kg}$$

Buscando la última componente de la reacción, tenemos;

$$\sum F^x = -C^x + RE^x + D^x - RF^x = 0$$

$$RF^x = -C^x + RE^x + D^x$$

$$RF^x = -3823 Kg + 66687 Kg + 4108 Kg \cdot \cos(21.5^\circ)$$

$$\mathbf{RF^x = 66686 Kg}$$

Ahora, procedemos a calcular la resultante para la reacción F:

$$RF = \sqrt{(RF^x)^2 + (RF^y)^2}$$

$$RF = \sqrt{(66686 Kg)^2 + (4500 Kg)^2}$$

$$\mathbf{RF = 66838 Kg}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{RF^y}{RF^x}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4500}{66686}\right)$$

$$\mathbf{\theta = 4^\circ}$$

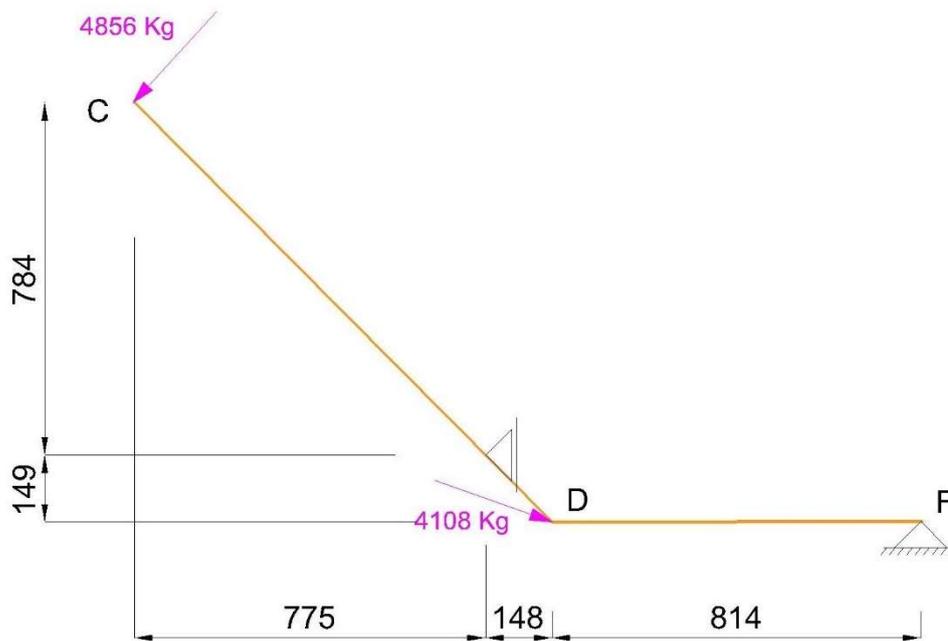


Figura 4.10. Viga simplificada CDF. Hipótesis I. Cargas y reacciones

A través del software de cálculo comprobamos las reacciones calculadas.

Con la ayuda de los datos de la siguiente tabla (Tabla 4.2) vamos a confeccionar los diagramas de momento flector, normal y cortante. En la misma se puede encontrar los valores de las cargas actuantes y sus componentes en las direcciones cortantes (Q) y normales (N).

	CARGA (kg)	Q1	Q2	N1	N2
D	4108	1658	1512		3819
C	4856	4823	2995	563	3826
Rex	66687	47970	0	46324	

Tabla 4.2. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga CDF

Con los datos recolectados de la Tabla anterior, calculamos el momento flector:

Tramo 1: $0\text{cm} < x < 110.7\text{cm}$

$$Mf1 = -C^Q \cdot x$$

Para $x = 0$

$$Mf1 = 0$$

Para $x = 110.7\text{cm}$

$$\mathbf{Mf1 = -533906 Kg.cm}$$

Tramo 2: $110.7\text{cm} < x < 131.2\text{cm}$

$$Mf2 = -C^Q \cdot x + RE^Q \cdot (x - 110.7\text{cm})$$

Para $x = 110.7\text{cm}$

$$\mathbf{Mf2 = -533906 Kg.cm}$$

Para $x = 131.2\text{cm}$

$$Mf2 = 350607\text{ Kg.cm}$$

Tramo 3: $131.2\text{cm} < x < 212.7\text{cm}$

$$Mf3 = 350607\text{ Kg.cm} - C^{Q2} \cdot (x - 131.2\text{cm}) - D^{Q2} \cdot (x - 131.2\text{cm})$$

Para $x = 131.2\text{cm}$

$$Mf3 = 350607\text{ Kg.cm}$$

Para $x = 212.7\text{cm}$

$$Mf3 = 0\text{ Kg.cm}$$

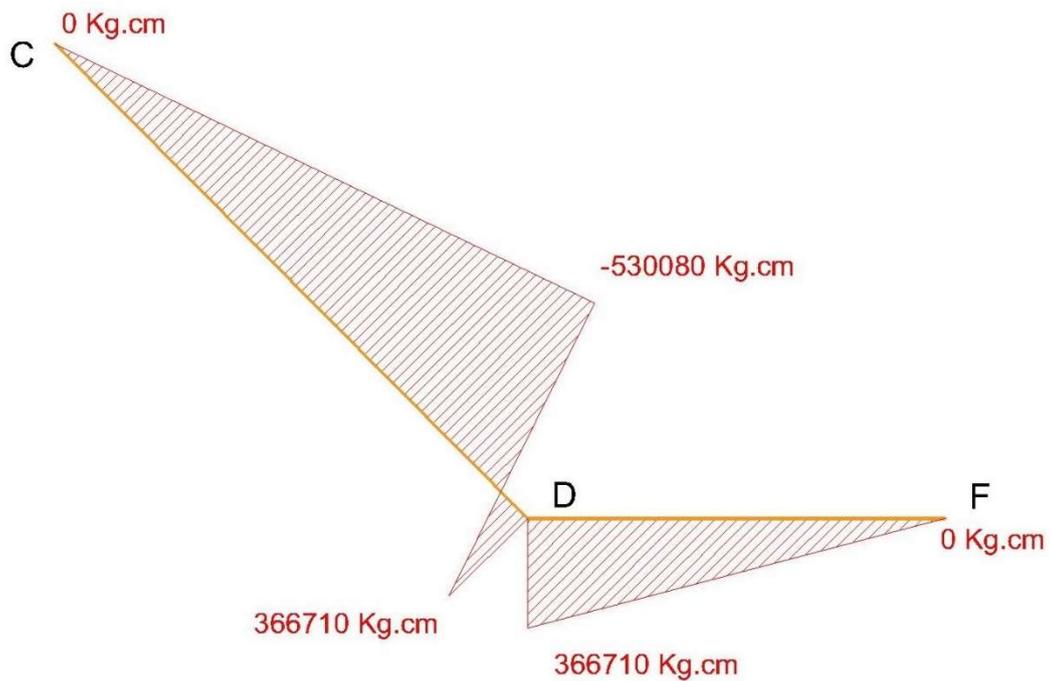


Figura 4.11. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga CDF

A continuación, calculamos el esfuerzo cortante:

Tramo 1: $0\text{cm} < x < 110.7\text{cm}$

$$Q_1 = -C^{Q_1}$$

$$Q_1 = -4823 \text{ Kg}$$

Tramo 2: $110.7\text{cm} < x < 131.2\text{cm}$

$$Q_2 = -C^{Q_1} + RE^{Q_1}$$

$$Q_2 = 43147 \text{ Kg}$$

Tramo 3: $131.2\text{cm} < x < 212.7\text{cm}$

$$Q_3 = -C^{Q_2} - D^{Q_2}$$

$$Q_3 = -4507 \text{ Kg}$$

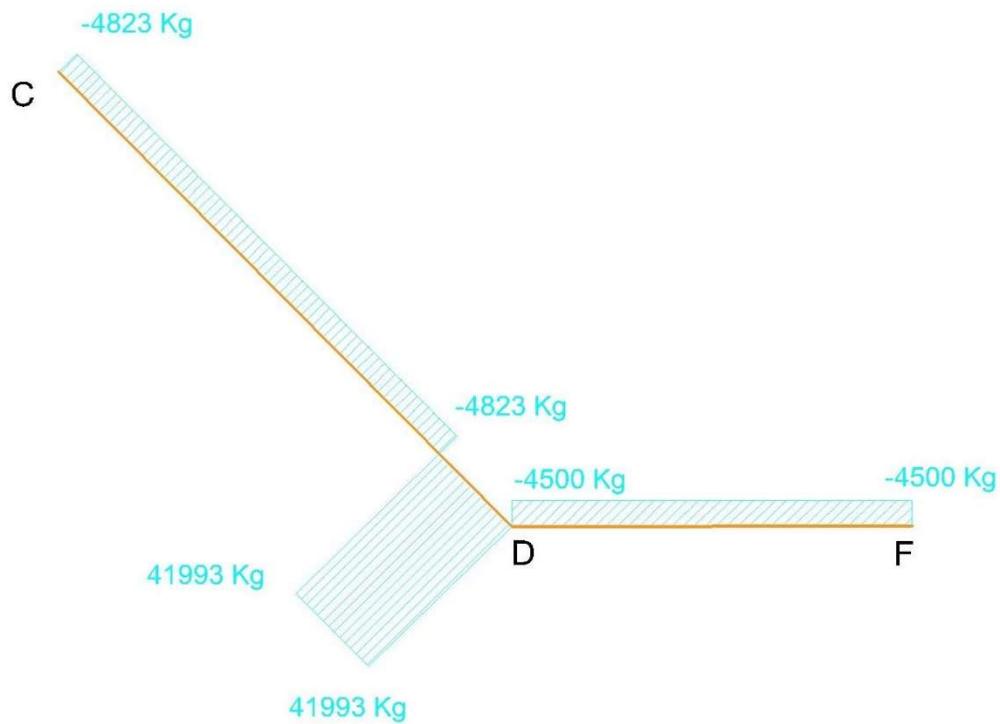


Figura 4.12. Diagrama de esfuerzo cortante. Hipótesis I. Viga CDF

Por último, calculamos el esfuerzo normal sobre la viga:

Tramo 1: $0\text{cm} < x < 110.7\text{cm}$

$$N1 = C^{N1}$$

$$N1 = 563\text{ Kg}$$

Tramo 2: $110.7\text{cm} < x < 131.2\text{cm}$

$$N2 = C^{N1} - RE^{N1}$$

$$N2 = -45761\text{ Kg}$$

Tramo 3: $131.2\text{cm} < x < 212.7\text{cm}$

$$N3 = C^{N1} - RE^{N1} - D^{N2}$$

$$N3 = -66887\text{ Kg}$$

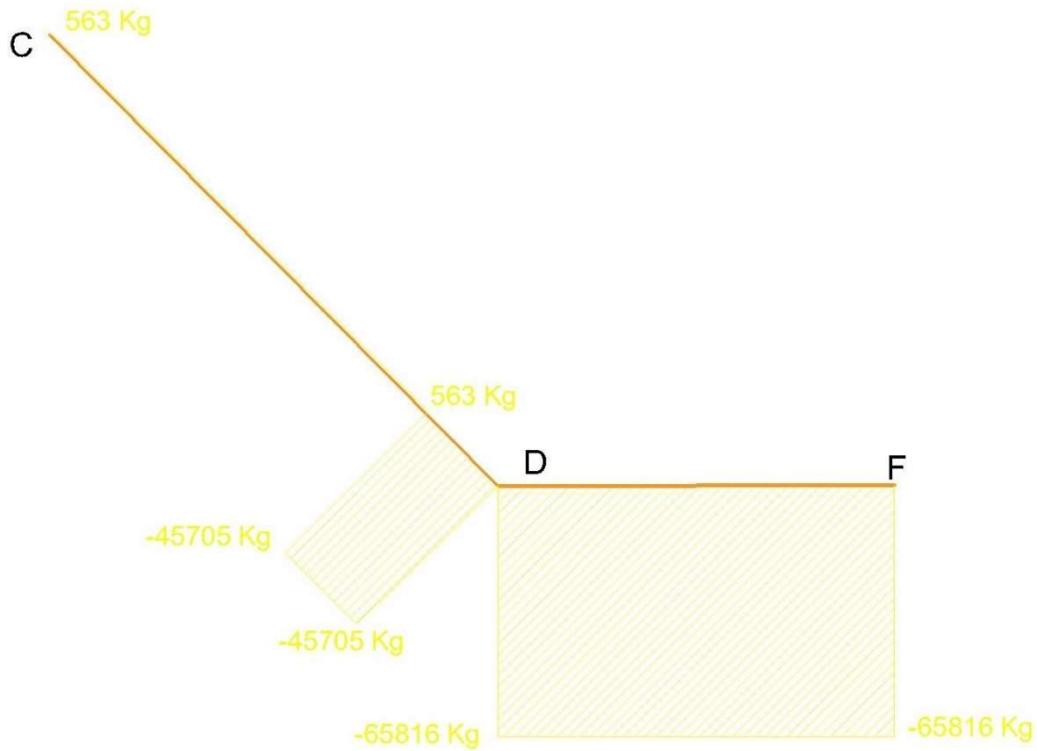


Figura 4.13. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga CDF

4.1.3. Viga FH

El último tramo de la hipótesis N°1, que es la base giratoria, se divide en dos tramos (tramo FH y HG) para simplificar el análisis de la misma. Se procede a calcular las reacciones parciales y luego se suman algebraicamente para obtener las resultantes finales.

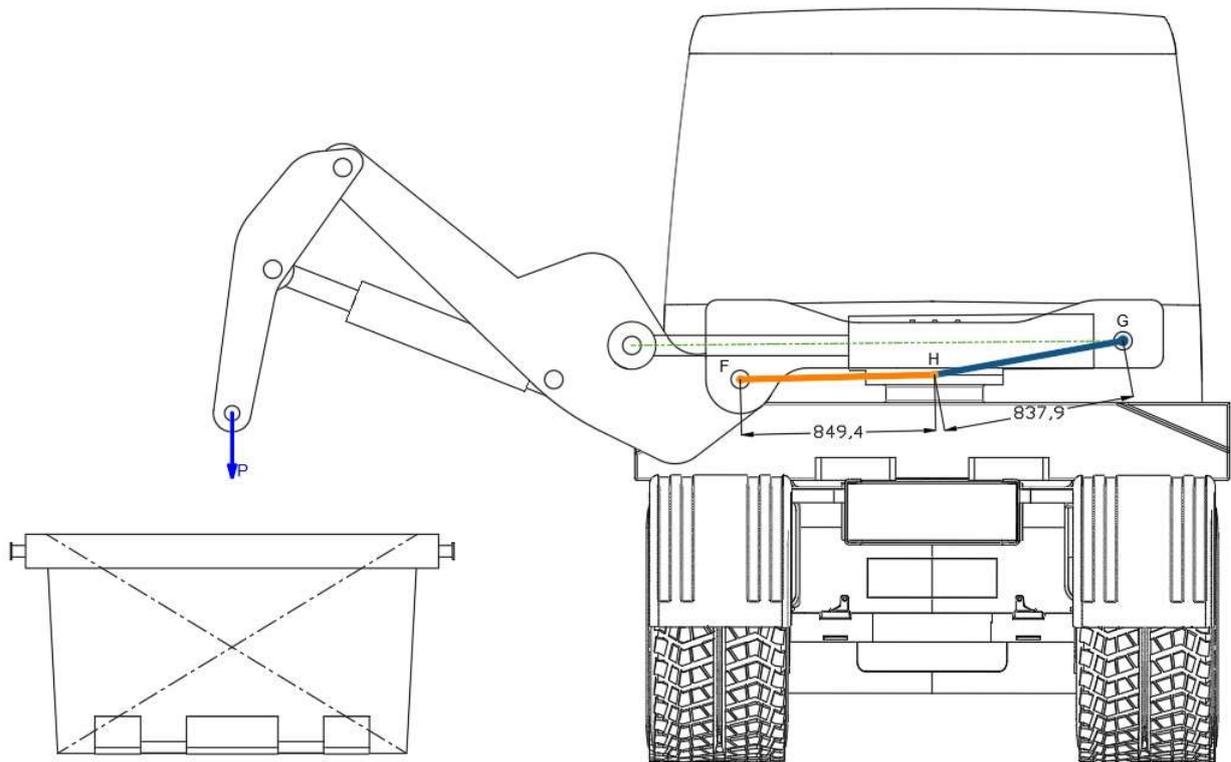


Figura 4.14. Hipótesis de carga 1. Viga FH.

A continuación, se muestra una figura de la viga simplificada del tramo que recorre del punto F al H:

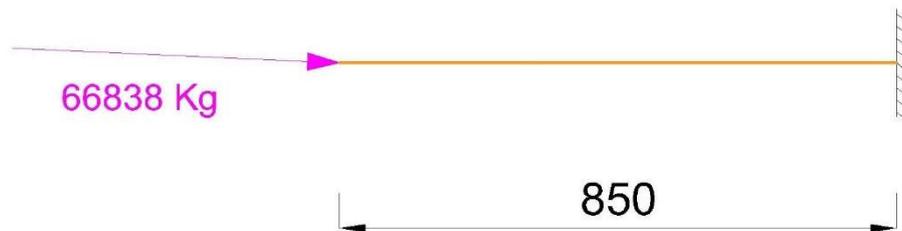


Figura 4.15. Viga simplificada FH. Hipótesis I. Cargas y vínculos

Ahora, planteamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F^y = -F^y + RH^{y'} = 0$$

$$\sum F^x = F^x - RH^{x'} = 0$$

$$\sum M^H = -F^y \cdot (85 \text{ cm}) + MH' = 0$$

Reemplazando los valores en las ecuaciones anteriores, obtenemos:

$$-F^y + RH^{y'} = 0$$

$$RH^{y'} = F^y$$

$$RH^{y'} = 4500 \text{ Kg}$$

$$F^x - RH^{x'} = 0$$

$$RH^{x'} = F^x$$

$$RH^{x'} = 66686 \text{ Kg}$$

Ahora:

$$-F^y \cdot (85 \text{ cm}) + MH' = 0$$

$$MH' = F^y \cdot (85 \text{ cm})$$

$$MH' = 4500 \text{ Kg} \cdot (85 \text{ cm})$$

$$MH' = 382500 \text{ Kg.cm}$$

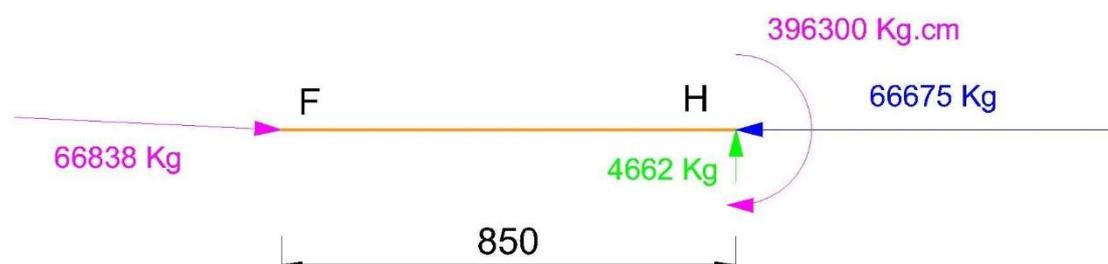


Figura 4.16. Viga simplificada FH. Hipótesis I. Cargas y reacciones

	CARGA (kg)	Q1	Q2	N1	N2
F	66837	4500		66686	

Tabla 4.3. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga FH

El momento flector queda:

Tramo 1: $0 < x < 85 \text{ cm}$

$$Mf1 = -F^y \cdot x$$

Para $x = 0$

$$Mf1 = 0$$

Para $x = 85 \text{ cm}$

$$Mf1 = -382500 \text{ Kg.cm}$$

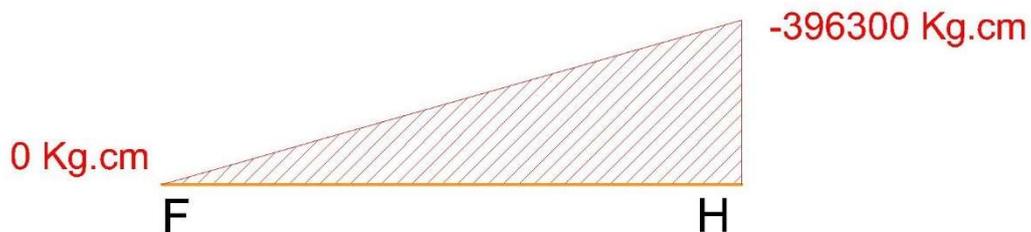


Figura 4.17. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga FH

Ahora, calculamos el esfuerzo cortante:

Tramo 1: $0 < x < 85 \text{ cm}$

$$Q1 = -F^y$$

$$Q1 = -4500 \text{ Kg}$$

Por último, el esfuerzo normal de éste tramo queda:

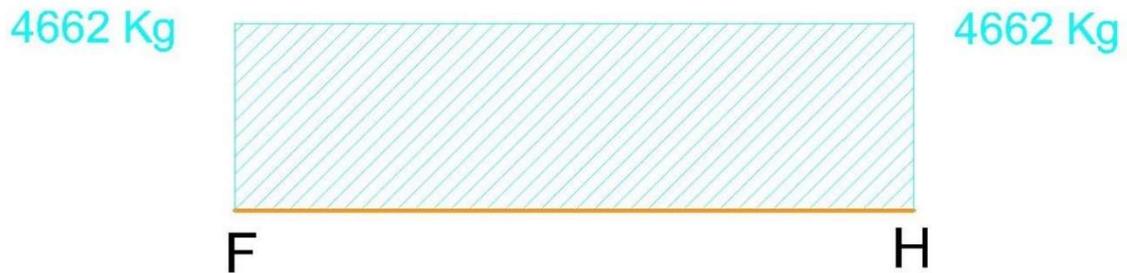


Figura 4.18. Diagrama de esfuerzo cortante. Hipótesis I. Viga FH

Tramo 1: $0 < x < 85 \text{ cm}$

$$N1 = -F^x$$

$$N1 = 66686 \text{ Kg}$$



Figura 4.19. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga FH

4.1.4. Viga HG

La viga simplificada del tramo comprendido entre los puntos H y G es:

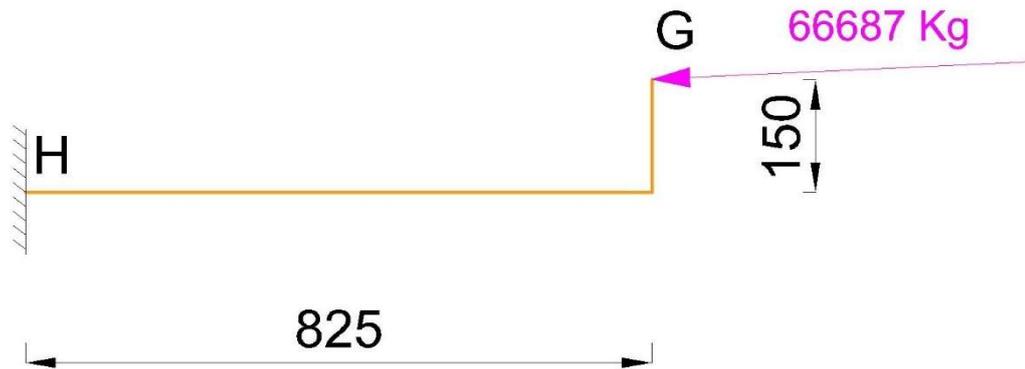


Figura 4.20. Viga simplificada HG. Hipótesis I. Cargas y vínculos

A partir de este modelo planteamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F^y = 0$$

$$\sum F^x = RH^{x''} - G^x = 0$$

$$\sum M^H = MH'' - MG = 0$$

Operamos con las anteriores ecuaciones para conocer las incógnitas:

$$RH^{x''} - G^x = 0$$

$$RH^{x''} = G^x$$

$$\mathbf{RH^{x''} = 66687 Kg}$$

$$MH'' - MG = 0$$

$$MH'' = MG$$

$$\mathbf{MH'' = 1000305 Kg.cm}$$

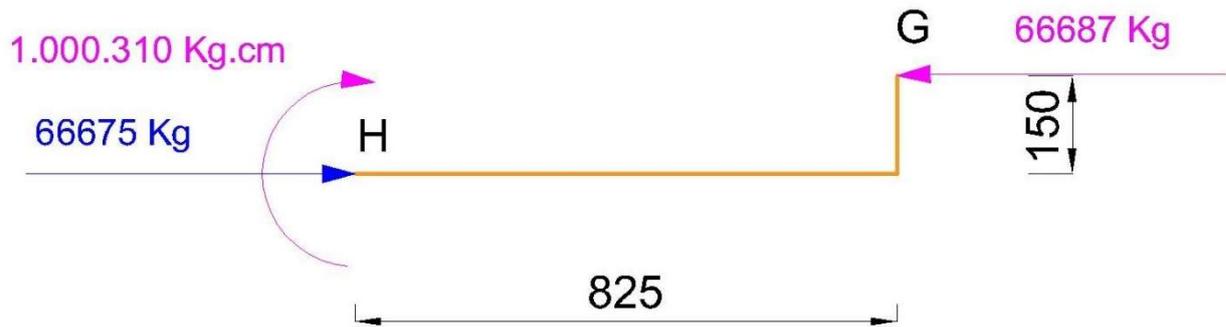


Figura 4.21. Viga simplificada HG. Hipótesis I. Cargas y reacciones

	CARGA (kg)	Q1	Q2	N1	N2
F	66837	4500		66686	

Tabla 4.4. Tabla de esfuerzos cortantes y normales. Hipótesis I. Viga HG

Con los datos recolectados, calculamos momento flector:

Tramo 1: $0 < x < 82.5 \text{ cm}$

$$Mf1 = G^x \cdot (15 \text{ cm})$$

$$Mf1 = 66687 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ cm})$$

$$Mf1 = -1000305 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Para $x = 0 \wedge x = 82.5 \text{ cm}$

$$Mf1 = -1000305 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

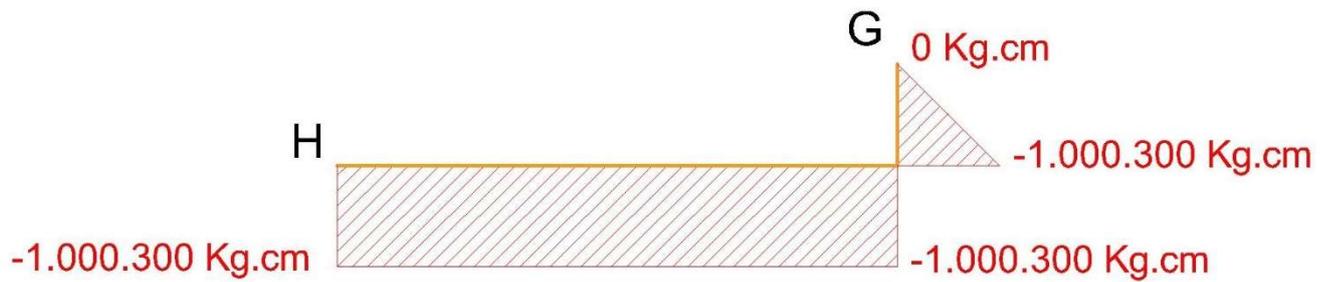


Figura 4.22. Diagrama de momento flector. Hipótesis I. Viga HG

El esfuerzo cortante queda:

Tramo 1: $0 < x < 82.5 \text{ cm}$

$$Q_1 = 0$$

Esfuerzos normales:

Tramo 1: $0 < x < 82.5 \text{ cm}$

$$N_1 = -G^x$$

$$N_1 = -66687 \text{ Kg}$$



Figura 4.23. Diagrama de esfuerzo normal. Hipótesis I. Viga HG

Ahora, como anticipamos en apartados anteriores, procedemos a sumar algebraicamente las fuerzas parciales calculadas sobre las vigas FH y HG, para poder obtener las resultantes totales por ejes y momentos en el punto a analizar (H).

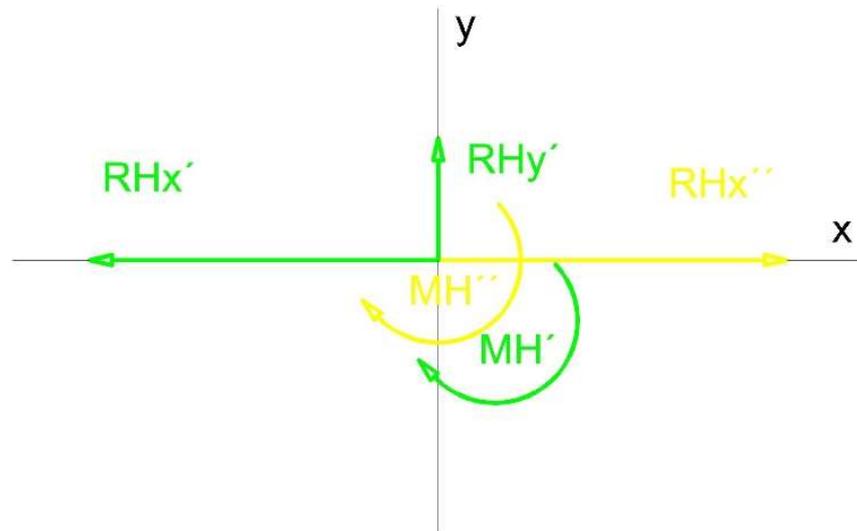


Figura 4.24. Representación de Resultantes parciales. Hipótesis de carga I

Calculando las reacciones en ambos ejes (x e y), queda:

$$RH^x = RH^{x'} - RH^{x''}$$

$$RH^x = 66686 \text{ Kg} - 66686 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{RH^x = 0}$$

$$RH^y = RH^{y'}$$

$$\mathbf{RH^y = 4500 \text{ Kg}}$$

Y el momento flector resultante:

$$MH = MH' + MH''$$

$$MH = 382500 \text{ Kg.cm} + 1000305 \text{ Kg.cm}$$

$$\mathbf{MH = 1382805 \text{ Kg.cm}}$$

4.2. Dimensionamiento brazos grúa

Para realizar el dimensionamiento del conjunto se llevó a cabo un análisis de esfuerzos para encontrar, en cada sección, la peor condición de trabajo. Se organizaron los esfuerzos por cada hipótesis de carga y en cada viga, obteniendo así la siguiente tabla de momentos flectores:

		UBICACIÓN EN EL TRAMO	HIP 1	HIP 2	HIP 3
Momento Flector [kg.cm]	VIGA ABC	A		432450	
		B	816162	416987	266095
		C			
	VIGA CDF	C			
		110,7	533906		
		D	350607	175251	152377
		174,8			274738
		F			
	VIGA FH Y HG	F			
		H	1382805	766594	
		G	1305000		

Tabla 4.5. Tabla momentos flectores

A modo de explicación y como ejemplo, en el nodo **D** de la *VIGA CDF*, el momento flector máximo se da en la *HIPÓTESIS DE CARGA 1*. Las casillas con relleno de color son los momentos flectores máximos para cada caso. Como se afirmó anteriormente, los máximos momentos suceden en la primera hipótesis de carga.

El material adoptado para la realización de todo el conjunto grúa es el acero Strenx 700 de la empresa sueca SSAB. La justificación de esta elección se encuentra en la reducción de peso de los componentes, ya que son materiales de alta resistencia y nos permite utilizar menores espesores (se estima una reducción de peso en el orden del 6 - 10%). Dicha reducción es muy importante ya que no podemos excedernos de determinados pesos especificados por la ley 24.449 vigente.

- El límite de elasticidad del acero strenx 700 es:

$$S_y = 7138 \text{ Kg/cm}^2$$

Además de la tabla de momentos flectores se realizó otra muy similar, con la diferencia de tener los valores de Módulo resistente necesarios para cada momento flector, siguiendo la ecuación:

$$Sd = \frac{Sy}{N} = \frac{Mf}{W}$$

Siendo:

$Mf \rightarrow$ Momento flector máximo

$W \rightarrow$ Módulo resistente de la sección

$N = 3 \rightarrow$ Coeficiente de seguridad

$$Sy = 7138 \frac{kg}{cm^2}$$

$Sd \rightarrow$ Tensión de diseño

		UBICACIÓN EN EL TRAMO	HIP 1	HIP 2	HIP 3
Módulo resistente de la sección $Ws [cm^3]$	VIGA ABC	A	0.0	181.8	0.0
		B	343.0	175.3	111.8
		C	0.0	0.0	0.0
	VIGA CDF	C	0.0	0.0	0.0
		110.7	224.4	0.0	0.0
		D	147.4	73.7	64.0
		174.8	0.0	0.0	115.5
		F	0.0	0.0	0.0
	VIGA FH y HG	F	0.0	0.0	0.0
		H	581.2	322.2	0.0
		G	548.5	0.0	0.0

Tabla 4.6. Módulos resistentes de cada sección.

4.2.1. Base de brazo – Viga FHG

La base del brazo corresponde al tramo formado por los puntos *FGH*, la condición más desfavorable para el mismo es en la primera hipótesis de carga. Se obtuvo una sección que en cada punto del tramo respondiera a las sollicitaciones.

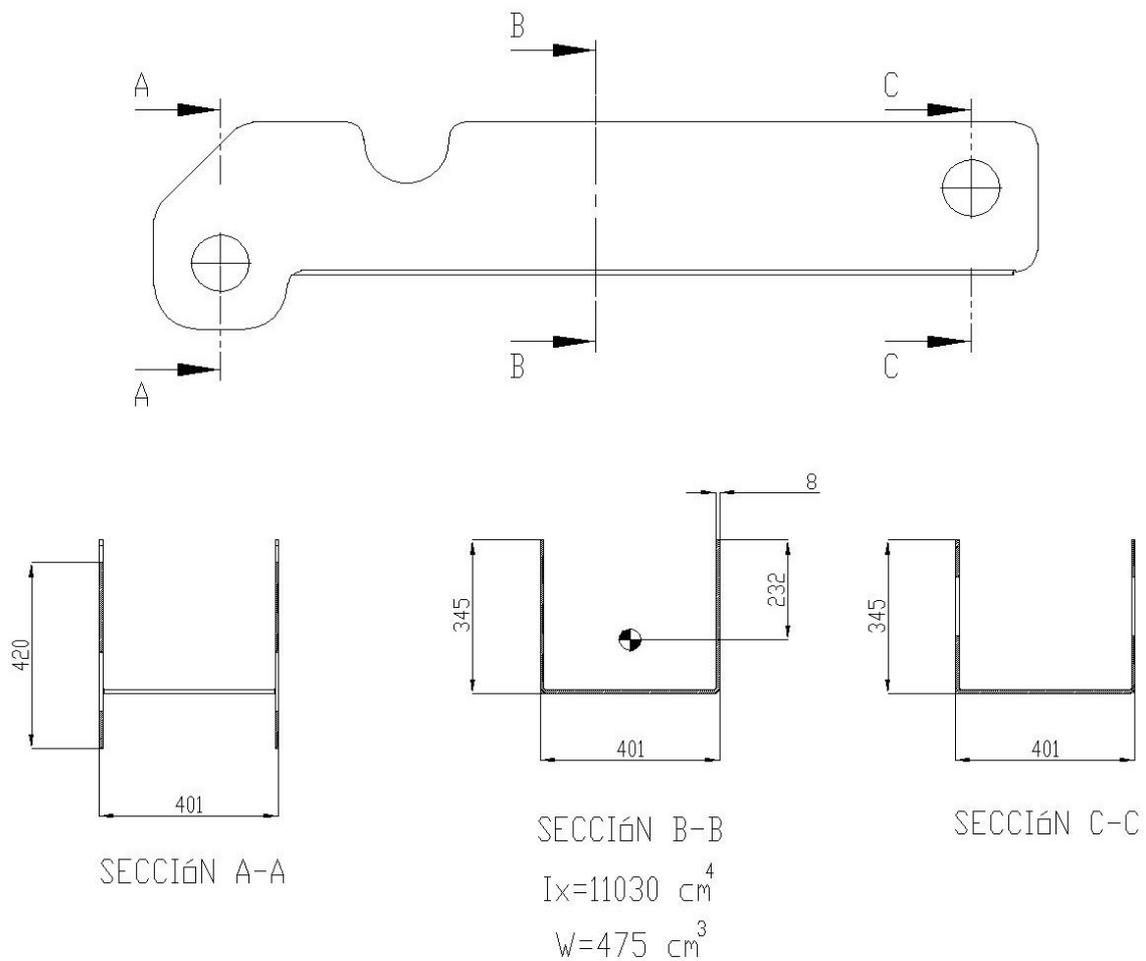


Figura 4.25. Vista sección resistente de base de brazo.

Concluimos que, $W > W_s$ por lo que satisface.

4.2.2. Brazo – Viga CDF

El brazo es el tramo formado por los puntos *CDF*, la mayor sollicitación en éste es en la primera hipótesis de carga, a la distancia *X* indicada en la figura que se muestra a continuación. Como anteriormente, se obtuvo una sección que en cada punto del tramo respondiera a las sollicitaciones:

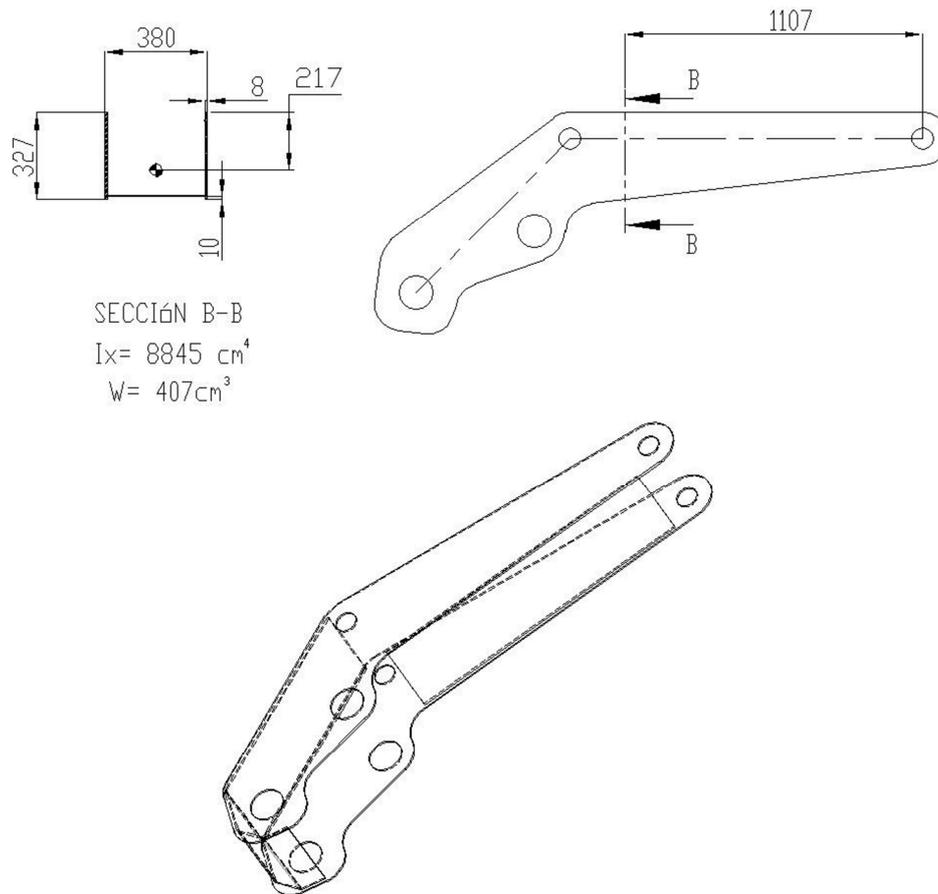
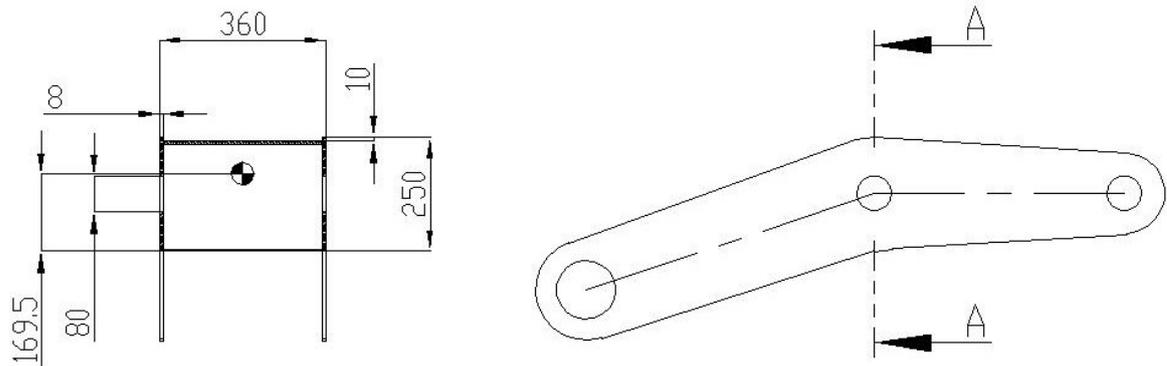


Figura 4.26. Vista sección resistente de brazo.

Obtenemos que, $W > W_s$ por lo que satisface.

4.2.3. Pluma – Viga ABC

Por último, se procede a verificar la pluma del conjunto. La misma se simplificó como viga *ABC*. En este caso, como en los anteriores, la condición crítica de trabajo se da con la primera hipótesis de carga, como se demuestra en las tablas adjuntas inicialmente. La sección más solicitada es la del punto *B*:



SECCIÓN A-A

$$I_x = 5056 \text{ cm}^4$$

$$W = 298 \text{ cm}^3$$

Figura 4.27. Vista sección resistente de la pluma.

En este tramo, el conjunto posee una placa de refuerzo por cada lado para satisfacer con las necesidades de diseño.

En este caso, $W < W_s$ pero si calculamos el factor de seguridad de acuerdo a las sollicitaciones de la sección obtenemos:

$$N = \frac{S_y \cdot W}{M_f}$$

$$N = \frac{7138 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot 298 \text{ cm}^3}{816162 \text{ Kg.cm}}$$

$$N = 2.6$$

El coeficiente obtenido es menor que en los casos anteriores, pero igualmente satisfactorio si se contempla la utilización de placas de refuerzo en zonas de mayor sollicitación como se puede observar en la Figura 4.75.

Una vez diseñado los perfiles para cada tramo del brazo en todo su conjunto y habiendo verificado su resistencia, se agrega además en zonas de cada tramo placas de refuerzo, como se realizó en la pluma donde hay mayor sollicitación, donde se deben soldar los bujes de sujeción de los cilindros y pernos.

Finalmente, el ensamble queda de la siguiente manera:

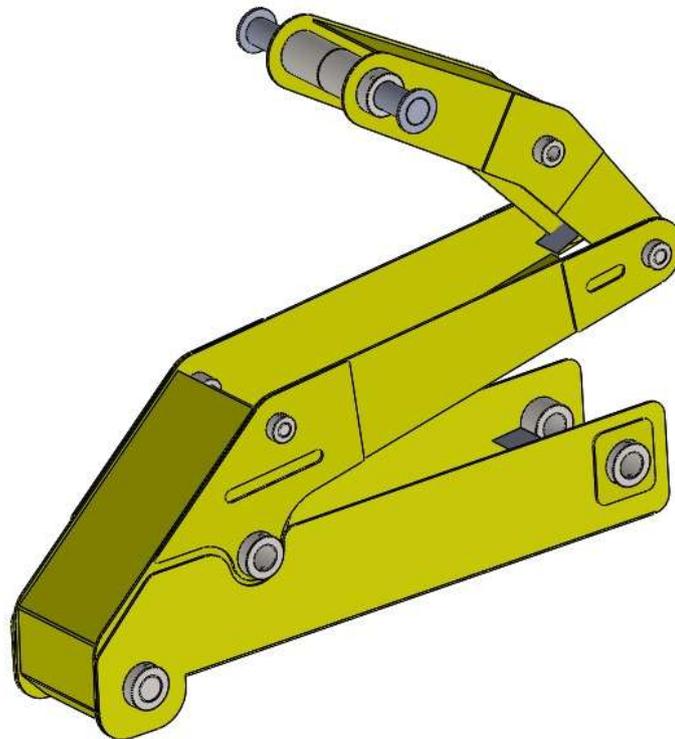


Figura 4.28. Ensamblaje Grúa

4.3. Cálculo de cilindros hidráulicos

Existen dos cilindros por cada brazo articulado que se encargan de realizar los movimientos de carga y descarga. Los cilindros deben realizar, dependiendo el movimiento, fuerzas tanto a tracción como en empuje, algo que se tiene en cuenta a la hora de calcular las dimensiones. Habiéndose calculado todas las fuerzas actuantes por cada tramo y bajo distintas hipótesis de carga, se obtienen las más desfavorables para cada cilindro (Tabla 4.7):

	CARGA MÁX (kg)	RECORRIDO MIN (mm)	RECORRIDO MÁX (mm)	Δ (mm)
CILINDRO 1	67000	1260	2150	890
CILINDRO 2	8500	1050	1850	800

Tabla 4.7. Datos para cálculo de cilindros hidráulicos.

Debido a la sollicitación, los cilindros que se deben utilizar son de doble efecto. Las ecuaciones que se utilizan para el cálculo y la verificación son:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot P}}$$

Donde:

P = Presión

F = Fuerza actuante

A = área donde actúa la fuerza F

Para los cálculos se utiliza una presión de $180 \frac{kg}{cm^2} \cong 180bar$. Es una presión común para sistemas hidráulicos y fácilmente alcanzada por una bomba hidráulica estándar.

4.3.1. Cilindro 1.

Se calcula en primer lugar un diámetro de vástago capaz de resistir a la tracción la fuerza a la que se encuentra sometido el cilindro, con un coeficiente de seguridad de 1,5. El área que ocupe el mismo se debe tener en cuenta para calcular el diámetro del cilindro.

$$D^{vástago\ 1} = \sqrt{\frac{4 \cdot F \cdot N}{\pi \cdot S}}$$

Donde:

$S \rightarrow$ resistencia a la fluencia o límite elástico del material

$N \rightarrow$ coeficiente de seguridad para dimensionamiento

Acero grado C50 – $D > 40\text{mm} < 100\text{mm} \rightarrow S = 4000\text{ kg/cm}^2$

$$D^{vástago\ 1} = \sqrt{\frac{4 \cdot (67000\text{kg}) \cdot 1,5}{\pi \cdot \left(4000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}}$$

$$D^{vástago\ 1} = 5,65\text{ cm}$$

Seleccionamos para el vástago una barra cromada del material ya especificado, de las siguientes características (Tabla 4.8):

Ø Diámetro mm.	Ø Diámetro pulgadas	Masa Kg/mt.	Tolerancia del diámetro mm.			
			f 7	h7		
50	-	15,41	-0,025 -0,050	+0 -0,025		
50,8	2 "	15,90				
55	-	18,64				
56	-	19,32				
57,15	2 " 1/4	20,13				
60	-	22,18				
63	-	24,46				
63,50	2 " 1/2	24,85			-0,030 -0,060	+0 -0,030
65	-	26,04				
69,85	2 " 3/4	30,07				
70	-	30,20				
75	-	34,66				
76,20	3 "	35,78				
80	-	39,44				

Tabla 4.8. Tabla parcial de barras cromadas. Cilindro 1. PROTUBSA.

$$D^{vástago 1} = 60 \text{ mm} \rightarrow A^{vástago 1} = 28,27 \text{ cm}^2$$

Ahora, sin tener en cuenta el área que representa el vástago para la acción del cilindro hidráulico a tracción, se calcula el área necesaria de cilindro para luego con la sumatoria obtener la superficie total para la fuerza que lo solicita.

$$D^{cilindro 1} = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot P}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (67000 \text{ kg})}{\pi \cdot \left(180 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}}$$

$$D^{cilindro 1} = 21,77 \text{ cm} \rightarrow A^{cilindro 1} = 372 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$A^1 = A^{cilindro 1} + A^{vástago 1}$$

$$A^1 = 400 \text{ cm}^2 \rightarrow D^1 = 22,56 \text{ cm}$$

Se selecciona para el cilindro un tubo sin costura con acabado en su interior con tolerancia H8:

Ø Int.	Tol. H8 mm.	Ø Ext. mm.	Esp. mm.	Norma	Kg/Mt.
250	- 0 / + 0.072	267	8,5	•	54,19
		280	15,0	①	98,03
		298,5	24,3	•	164,01
		300	25,0	①	169,55
		323,9	37,0	•	261,48

Tabla 4.9. Tabla de tubos sin costura calidad H8 en su interior. Cilindro 1. PROTUBSA.

$$D^{int\ cil\ 1} = 250\ mm \rightarrow A^{int\ cil\ 1} = 490\ cm^2$$

4.3.1.1. Verificación de presión interna

Habiendo dimensionado el cilindro, se procede a la verificación de su resistencia a la presión que el fluido ejerce en su interior. Para esta verificación, se utiliza una ecuación extraída del mismo fabricante de los vástagos y tubos, *PROTUBSA*, la ecuación contempla tolerancias dimensionales de fabricación:

Fórmula para determinar la presión interna que puede soportar un tubo:

$$PRESIÓN = \frac{200 \times e \times \frac{\text{Límite elástico} \times 0,102}{\text{Coeficiente de Seguridad}}}{\text{Diámetro exterior} \times 1,1}$$

(bar)

200 = constante
e = espesor
 Espesor = Espesor del tubo
 Coeficiente de seguridad que deberá trabajar el cilindro. Normalmente calculado a 1,5 o 2.
 Diámetro exterior x 1.1 para garantizar la posible tolerancia en el diámetro.

N/mm² x 0,102 = kg/mm²

Figura 4.29. Ecuación para verificación de presión interna en cilindros, PROTUBSA.

Sabiendo que la presión de trabajo con la que se llevaron a cabo los cálculos es $P = 180 \text{ kg/cm}^2$ y reemplazando los valores de espesor, diámetro exterior del tubo y límite elástico del material seleccionado (ACERO Grado C50), se calcula el *Coficiente de seguridad* con el que el cilindro cumple su función.

$$N_{seg} = \frac{200. e. S. (0,102)}{P. Dext. (1,1)} = \frac{200. (8,5mm). \left(400 \frac{N}{mm^2}\right). 0,102}{180 \frac{kg}{mm^2}. (267mm). 1,1}$$

$$N = 1,31$$

4.3.1.2. Verificación a pandeo.

Luego del dimensionamiento, verificamos que el cilindro no sufra deformaciones o roturas por pandeo. En este caso, la carga para la cual fue dimensionado actúa en el vástago mientras el cilindro trabaja a tracción, motivo por el cual no se produciría pandeo. La verificación se realiza de igual manera para el caso más desfavorable, cilindro completamente extendido y realizando una fuerza igual a la total.

La ecuación para encontrar la carga crítica para la cual el vástago sufriría deformaciones por pandeo es la siguiente:

$$F_{crit} = S_y. A. \left(1 - S_y \frac{\lambda^2}{4. E. \pi^2}\right)$$

Donde:

$S_y \rightarrow$ Resistencia a la fluencia del material

$A \rightarrow$ Área de la sección del vástago

$E \rightarrow$ Módulo de elasticidad del material

$\lambda \rightarrow$ Grado de esbeltéz

$$\lambda = \frac{L}{k} = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}}$$

El momento de inercia de la sección es:

$$I_x = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

$$I_x = 63,6 \text{ cm}^4$$

El grado de esbeltez se calcula como:

$$\lambda = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{89 \text{ cm}}{1,5 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 59,3$$

Finalmente

$$F_{crit} = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 28,27 \text{ cm}^2 \cdot \left(1 - 4000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{59,3^2}{4 \cdot \left(2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \cdot \pi^2} \right)$$

$$F_{crit} = 93894 \text{ kg}$$

$$N = \frac{F_{crit}}{F_{cil}} = 1,4$$

Ahora procedemos a calcular el caudal Q para luego seleccionar una bomba que cumpla las solicitudes. Establecimos un tiempo de apertura y cierre para de los cilindros 1 y 2, correspondientes a las operaciones de izaje y vuelco igual a $t = 35 \text{ seg}$.

Por lo tanto:

$$Q_1 = \frac{A_1 \cdot \Delta l}{t}$$

$$Q_1 = \frac{490 \text{ cm}^2 \cdot 89 \text{ cm}}{35 \text{ seg}}$$

$$Q1 = 1246 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} = 74.7 \text{ l/min}$$

4.3.2. Cilindro 2.

Como en el *Cilindro 1*, se calcula un diámetro de vástago capaz de resistir a la tracción la fuerza a la que se encuentra sometido el cilindro:

$$D^{\text{vástago } 2} = \sqrt{\frac{4 \cdot F \cdot N}{\pi \cdot S}}$$

Acero grado C50 – $D > 16\text{mm} < 40\text{mm} \rightarrow S = 4600 \text{ kg/cm}^2$

$$D^{\text{vástago } 2} = \sqrt{\frac{4 \cdot (8500\text{kg}) \cdot 1,5}{\pi \cdot \left(4600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}}$$

$$D^{\text{vástago } 2} = 1,88 \text{ cm}$$

Antes de seleccionar un diámetro de vástago estándar y continuar con los cálculos, realizamos una verificación a pandeo debido a que si el grado de esbeltez no se encuentra dentro de los valores $30 < \lambda < 120$, el comportamiento deja de responder a la ecuación planteada para columnas cortas.

Para este caso el momento de inercia de la sección es:

$$Ix = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

$$Ix = 0,613 \text{ cm}^4$$

El grado de esbeltez se calcula como:

$$\lambda = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{80 \text{ cm}}{0,47 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 170$$

El grado de esbeltez obtenido se encuentra muy por encima de los valores antes mencionados, razón por la cual se procederá a dimensionar el *cilindro 2*, por pandeo y no por resistencia. Se seleccionó un diámetro de vástago: $D^{vástago 2} = 40\text{mm}$, ahora:

$$A = 12,5\text{cm} \rightarrow I = 12,56\text{cm}^4$$

$$\lambda = 80$$

Ø Diámetro mm.	Ø Diámetro pulgadas	Masa Kg/mt.	Tolerancia del diámetro mm.	
			f 7	h7
31,75	1 " 1/4	6,21	-0,025 -0,050	+0 -0,025
32	-	6,31		
34	-	7,13		
34,92	1 " 3/8	7,51		
35	-	7,55		
36	-	7,99		
38	-	8,90		
38,10	1 " 1/2	8,95		
40	-	9,86		
42	-	10,87		
44,5	1 " 3/4	12,18		
45	-	12,48		
48	-	14,19		

Tabla 4.10. Tabla parcial de barras cromadas. Cilindro 2. PROTUBSA

Ahora:

$$D^{vástago 2} = \frac{4 \cdot F \cdot N}{\pi \cdot S} \rightarrow N = 6.8$$

$$D^{vástago 2} = 40 \text{ mm} \rightarrow A^{vástago 2} = 12,5\text{cm}^2$$

Ahora se calcula el área necesaria de cilindro sin tener en cuenta la superficie que ocupa el vástago en el cilindro.

$$D^{cilindro\ 2} = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot P}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (8500kg)}{\pi \cdot \left(180 \frac{kg}{cm^2}\right)}}$$

$$D^{cilindro\ 2} = 7,75\ cm \rightarrow A^{cilindro\ 2} = 47.2\ cm^2$$

Entonces:

$$A^2 = A^{cilindro\ 2} + A^{vástago\ 2}$$

$$A^1 = 59,7\ cm^2 \rightarrow D^1 = 8,71\ cm$$

Se selecciona para el cilindro un tubo sin costura con acabado en su interior con tolerancia H8:

Ø Int.	Tol. H8 mm.	Ø Ext. mm.	Esp. mm.	Norma	Kg/Mt.
95	- 0 / + 0,054	105	5,0	① ②	12,33
		107	6,0	① ②	14,94
		110	7,5	① ②	18,96
		115	10,0	① ②	25,89
		120	12,5	①	33,14
		127	16,0	•	43,80

Tabla 4.11. Tabla de tubos sin costura calidad H8 en su interior. Cilindro 2. PROTUBSA.

$$D^{int\ cil\ 2} = 95\ mm \rightarrow A^{int\ cil\ 2} = 70,9\ cm^2$$

4.3.2.1. Verificación de presión interna

Se realiza la verificación a presión del cilindro 2 de igual modo en que se realizó para el cilindro 1.

$$N_{seg} = \frac{200 \cdot e \cdot S \cdot (0,102)}{P \cdot D_{ext} \cdot (1,1)} = \frac{200 \cdot (5mm) \cdot \left(460 \frac{N}{mm^2}\right) \cdot 0,102}{180 \frac{kg}{mm^2} \cdot (105mm) \cdot 1,1}$$

$$N = 2,25$$

4.3.2.2. Verificación a pandeo

Se realiza la verificación bajo el mismo concepto que para el *cilindro 1*, con los esfuerzos y dimensiones del *cilindro 2*:

$$F_{crit} = S_y \cdot A \cdot \left(1 - S_y \frac{\lambda^2}{4 \cdot E \cdot \pi^2} \right)$$

$$F_{crit} = 4600 \frac{kg}{cm^2} \cdot 12,5 \text{ cm}^2 \cdot \left(1 - 4600 \frac{kg}{cm^2} \cdot \frac{80^2}{4 \cdot \left(2100000 \frac{kg}{cm^2} \right) \cdot \pi^2} \right)$$

$$F_{crit} = 37081 \text{ kg}$$

$$N = \frac{F_{crit}}{F_{cil}} = 4,36$$

Ahora calculamos el caudal para el cilindro 2 (Q_2) respetando el mismo tiempo de ciclo (35 segundos), tenemos;

$$Q_2 = \frac{A_2 \cdot \Delta_2}{t}$$

$$Q_2 = \frac{70,9 \text{ cm}^2 \cdot 80 \text{ cm}}{35 \text{ seg}}$$

$$Q_2 = 162 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} = 9,7 \text{ l/min}$$

4.3.3. Cálculos de pernos

Los pernos se encargan de hermanar cada tramo del brazo articulado permitiendo la rotación entre uno y otro, soportando las cargas calculadas para cada articulación. Además, soportan también la fuerza ejercida por los cilindros cuando se encuentran en distintos estados de carga.

Los pernos se diseñan utilizando los datos de un material previamente escogido y se calcula el diámetro de los mismos para responder a las sollicitaciones planteadas. A continuación, se adjunta una tabla que indica las cargas y los pernos que deben diseñarse junto a una figura que representa la ubicación de los pernos en el brazo. Se calculan al corte, teniendo en cuenta que la fuerza actúa en las dos secciones cortantes.

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Perno	B y D	C	E, G Y F
Carga "P" [Kg]	8447	9213	66687

Tabla 4.12. Carga de diseño para pernos

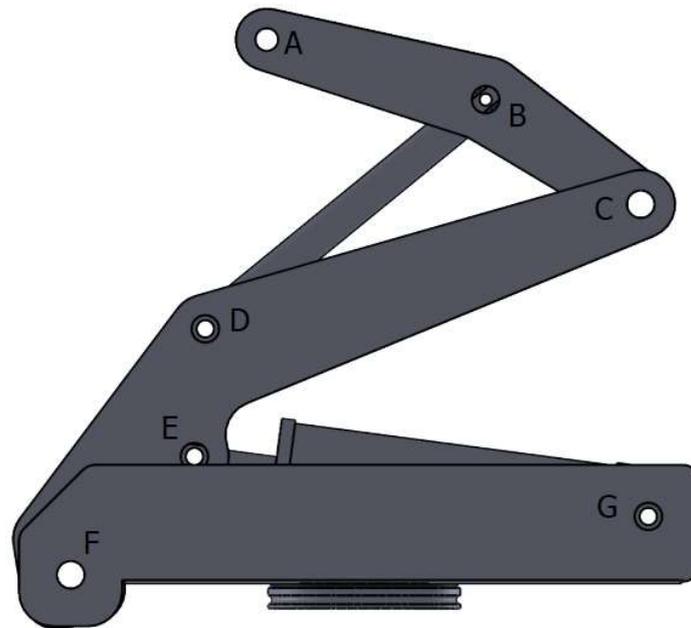


Figura 4.30. Imagen representativa ubicación de pernos

Los casos 1 y 2 se calculan con la carga mayor, ya que la diferencia entre ellos es relativamente baja. Se utiliza la carga del caso 2 y se toman como igualmente solicitados los pernos B, D y C.

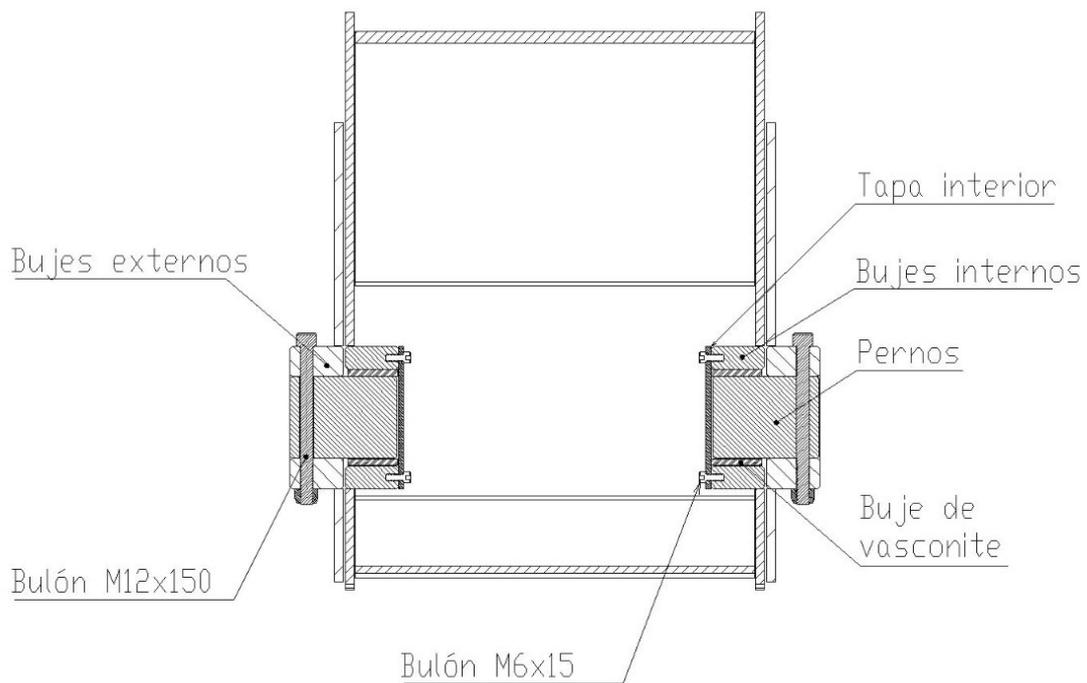


Figura 4.31. Pernos de articulación de grúa

Como se observa en la Figura 4.31., se utilizan bujes de sacrificio de un material llamado *VASCONITE*®. Este material tiene un excelente comportamiento trabajando sin lubricación y siendo sometido a grandes cargas, manteniendo un coeficiente de rozamiento estático casi del mismo valor que dinámico, produciendo un óptimo trabajo en la rotación. Los mismos pueden ser reemplazados fácilmente en el mantenimiento del equipo.

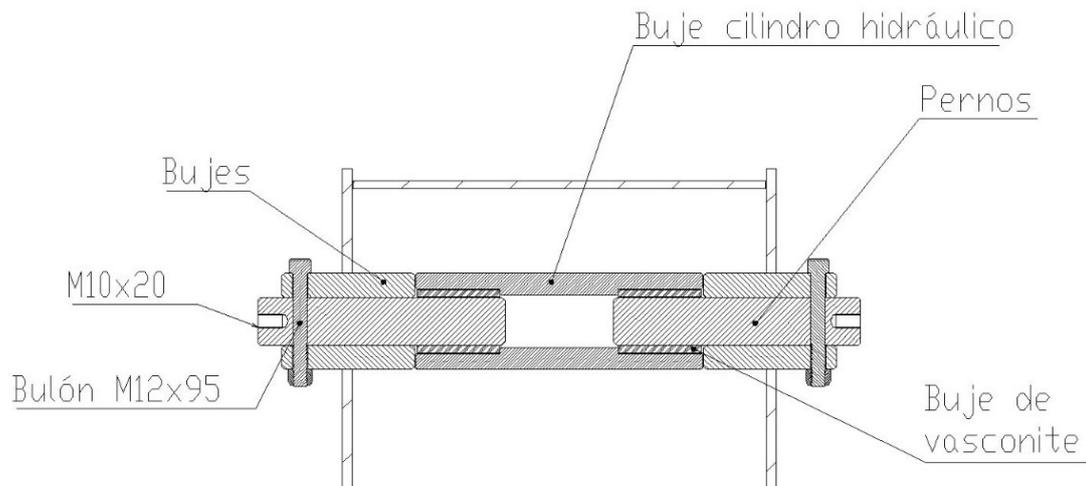


Figura 4.32. Pernos solidarios a cilindros hidráulicos.

Ecuaciones a utilizar:

$$\frac{Ss}{N} = \frac{P}{2A} = \frac{2P}{\pi \cdot D^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{2P \cdot N}{\pi \cdot Ss}}$$

Donde:

$P \rightarrow$ Carga

$Ss \rightarrow$ tensión de resistencia al corte del material

$N = 3 \rightarrow$ coeficiente de seguridad

$D \rightarrow$ diámetro de la sección

Se propone el siguiente material y se procede a la selección de los diámetros en los ítems posteriores según la carga a la que se somete cada uno:

ACERO SAE 1045

$$Sy = 4150 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ss = 0,6 Sy = 2490 \text{ kg/cm}^2$$

4.3.3.1. Caso 1 y 2:

$$D = \sqrt{\frac{2P \cdot N}{\pi \cdot Ss}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (9213kg) \cdot 3}{\pi \cdot \left(2490 \frac{kg}{cm^2}\right)}}$$
$$D = 2,66 \text{ cm}$$

Obteniendo el diámetro necesario para responder a las solicitaciones se procede a escoger un material acorde, teniendo en cuenta la simplicidad de la fabricación y la disminución de costos evitando mecanizados.

Material:

Trefilado redondo SAE1045 $\emptyset = 40\text{mm}$

4.3.3.2. Caso 3:

$$D = \sqrt{\frac{2P \cdot N}{\pi \cdot Ss}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (66687g) \cdot 3}{\pi \cdot \left(2490 \frac{kg}{cm^2}\right)}}$$
$$D = 7,15 \text{ cm}$$

Con el mismo criterio que en el caso anterior, se selecciona un material laminado que deberá ser mecanizado debido a que su acabado y precisión no es la de una barra trefilada.

Material:

Laminado redondo SAE1045 $\emptyset = 3" = 76,2\text{mm}$

4.3.3.3. Cálculo de perno para soporte de cadenas.

Tanto para el izaje del volquete como para el vuelco del mismo se soporta su carga a través de cadenas que sujetan al contenedor, por cada lado, en dos puntos y se unen en un único punto en el brazo de la grúa. En esta sección se calcula el perno que debe soportar esa carga P ,

por cada brazo existe un perno por lado, debido a que tanto la elevación como la descarga tienen la posibilidad de suceder en ambos laterales del camión.

La carga $P = 4500\text{kg}$ actúa en el extremo del perno, y el mismo se dimensiona suponiendo que se encuentra en voladizo y empotrado. El buje se considera rígido.

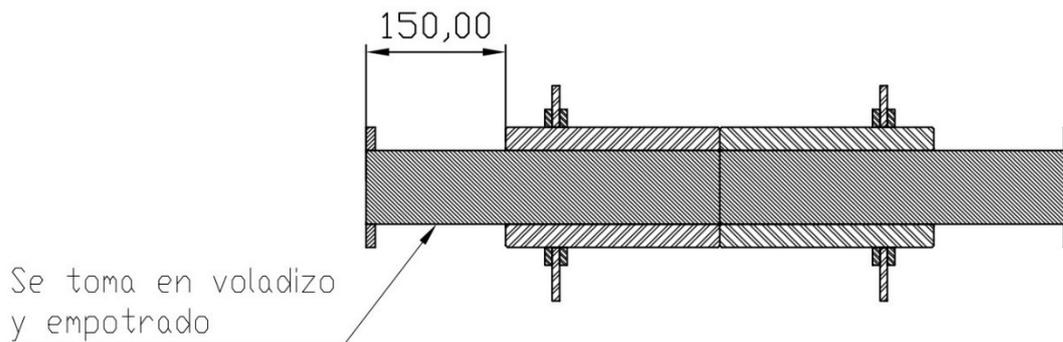


Figura 4.33. Esquema Perno Pluma

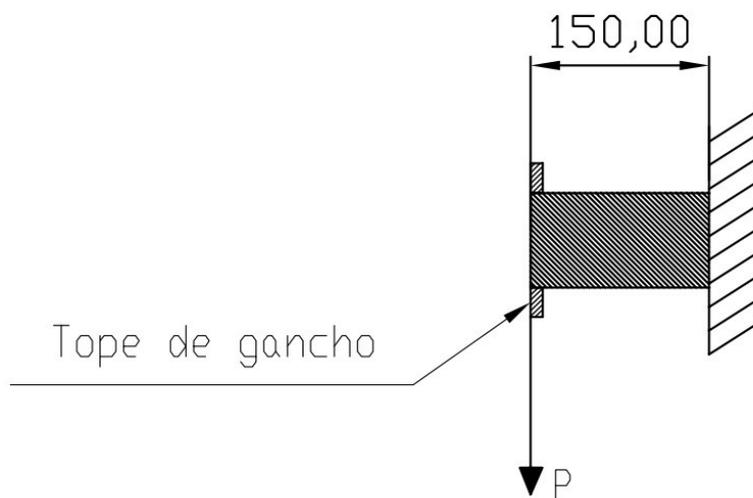


Figura 4.34. Esquema perno contenedor.

Procedemos al cálculo del diámetro del mismo, escogiendo como material para su fabricación:

ACERO SAE 1045

$$S_y = 4150 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{max} = -P.L$$

$$M_{max} = -4500 \text{ kg} . 15\text{cm}$$

$$M_{max} = -67500 \text{ kg} . \text{cm}$$

Ahora:

$$Sd = \frac{Sy}{N} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{M_{max} . 32 . N}{\pi . D^3}$$

Donde:

$P \rightarrow$ Carga

$N = 3 \rightarrow$ coeficiente de seguridad

$D \rightarrow$ diámetro de la sección

$$D = \sqrt[3]{\frac{M_{max} . 32 . (3)}{\pi . Sy}} = \sqrt[3]{\frac{67500 \text{kg} . \text{cm} . 32 . 3}{\pi . \left(4150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}}$$

$$D = 7.92 \text{ cm}$$

Material:

Trefilado redondo SAE1045 $\emptyset = 80\text{mm}$.

5. SISTEMA DE GIRO.

5.1. Selección corona de giro

En este apartado procedemos a seleccionar el elemento que vincule la base de la grúa con la plataforma del equipo, permitiendo el giro respecto de la anterior. El criterio de adopción se realiza a través del catálogo Kaydon (empresa del grupo SKF).



Figura 5.1. Rodamiento corona de giro KAYDON. Serie XT

La corona de giro sirve como una conexión entre dos estructuras adyacentes, tiene como función principal la rotación y la transmisión de cargas entre ellas. Además, es un medio de acoplamiento simple y de rápido montaje. Se pueden diseñar para aplicaciones donde las cargas se originan desde una sola dirección o desde varias direcciones relativas a su eje de rotación.

Todas estas cargas se pueden convertir en cuatro resultantes actuando sobre el centro

del rodamiento, alrededor o a través de él. Estas se conocen como radiales, axiales, de momento y de torque. Se utilizan para evaluar el tamaño y la capacidad del rodamiento, y el engranaje integrado si se incorpora uno. Tres de estas cargas se representan visualmente en la siguiente Figura 2-1.

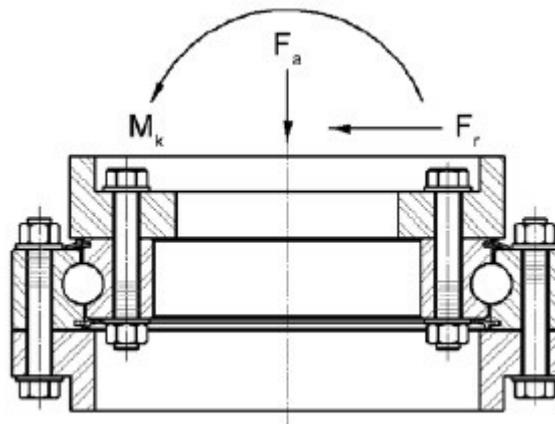


Figura 5.2. Esquema esfuerzos sobre corona de giro

La cuarta, el torque, actúa de manera como si tratara de hacer girar uno de los anillos del rodamiento con relación al otro. Dicho parámetro se va a utilizar para la selección del motor hidráulico.

Según el procedimiento sugerido por la marca Kaydon podemos asegurar que las exigencias de nuestra grúa se pueden satisfacer con la gama de sus productos de “aplicación normal” o estándar. Como primer paso determinamos las cargas máximas que están impuestas sobre el rodamiento, que se muestran en la siguiente figura.

	RHx	RHy [Kg]	RHy [Lb]	Mh [Kg.cm]	Mh [Lb.ft]
HIP 1	0	4500	9920.8	1382805	100018.3
HIP 2	0	4500	9920.8	766594	55447.7
HIP 3	0	4500	9920.8	-4981	-360.3

Figura 5.3. Valores de esfuerzos sobre corona de giro.

Se adopta un coeficiente de servicio igual a $N = 1.25$, según Tabla 2.4 (pág. 16) de dicho catálogo. Nuestra grúa se encuentra dentro de la categoría de Grúas móviles (cargas limitadas por la estabilidad de la maquina). Los esfuerzos ahora quedan.

N	RHy [Lb]	Mh [Lb.ft]
1.25	12401	125023

Figura 5.4. Esfuerzos admisibles de selección.

Ante los datos recolectados procedemos a seleccionar, en la Tabla de la sección 4, la corona de orientación de la Serie XT y designación 16294001 (Figura 5.5), la misma tiene en su interior un engranaje que es accionado, a través de un piñón, por un motor hidráulico.

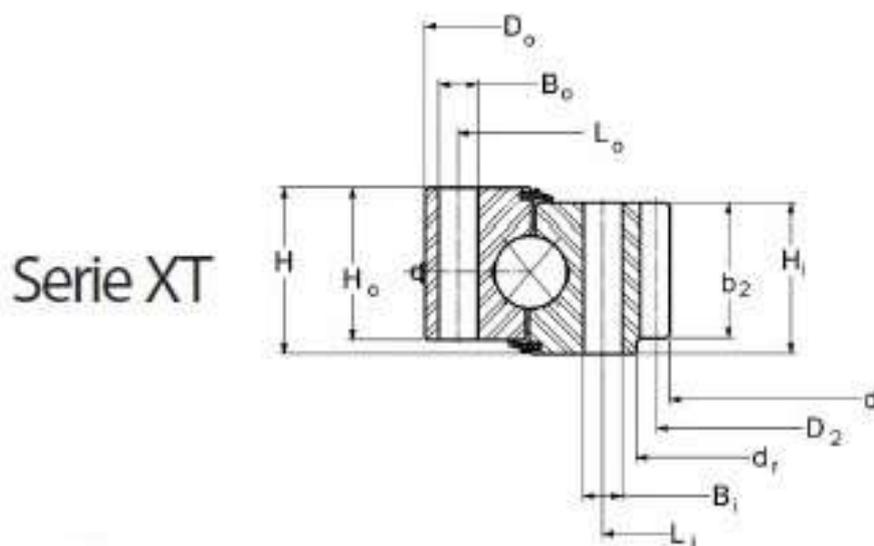


Figura 5.5. Diagrama Serie XT

Para poder seleccionar dicho motor tenemos que calcular el torque necesario que permita el giro de los brazos articulados. El movimiento se va a realizar en vacío, sin carga, pero debemos tener en cuenta el peso propio de todos los segmentos. El catálogo propone la siguiente ecuación:

$$M_w = \frac{\mu(4,4. Mk + Fa. Dp + 2,2. Fr. Dp)}{2}$$

DATOS DEL ORIFICIO	DESCRIPCIÓN DE DIMENSIONES Y PESO							
	D _o (pulg)	d _i (pulg)	H (pulg)	H _o (pulg)	H _i (pulg)	D _r * (pulg)	d _r * (pulg)	G APROX. (lb)
16292001	16.625	9.714	1.968	1.732	1.732	—	—	65
16293001	20.486	12.750	2.060	2.000	2.000	—	—	105
16294001	25.750	16.850	2.750	2.375	2.375	—	—	180
16295001	28.937	19.600	2.834	2.480	2.480	—	—	225
16296001	34.252	24.921	2.834	2.480	2.480	—	—	270
16390001	40.880	30.560	3.380	2.560	3.000	—	32.375	375
16374001	48.250	36.400	4.000	3.500	3.500	—	38.250	660
16297001	54.375	41.280	5.000	3.875	4.625	—	43.000	1,090

DATOS DEL ORIFICIO						DATOS DEL ENGRANAJE						CLASIFICACIÓN DEL DIENTE DEL ENGRANAJE F _z (lb)	CLASIFICACIÓN DEL MOMENTO DEL RODAMIENTO C _{rm} (lb-pie)
ANILLO EXTERNO			ANILLO INTERNO			α = 20°							
L _o (pulg)	n _o	B _o (pulg)	L _i (pulg)	n _i	B _i (pulg)	FORMA DEL DIENTE	D ₂ (pulg)	P _d o (m)	z ₂	x ₂	b ₂ (pulg)		
15.354	18	0.594	11.614	24	0.594	FS	10.000	5/7	50	0	1.732	7,800	71,800
18.875	20	0.594	14.375	20	0.594	FS	13.000	5/7	65	0	2.000	8,800	81,300
24.500	18	0.688	19.500	24	0.688	SD	17.250	4	69	0	2.375	12,750	143,000
27.165	24	0.813	22.126	30	0.813	SD	20.000	4	80	0	2.480	13,250	244,000
32.480	30	0.813	27.441	36	0.813	SD	25.250	4	101	-15	2.480	12,900	343,000
39.250	40	0.813	33.750	40	0.813	SD	31.200	2.5	78	0	2.750	20,230	461,000
46.125	30	0.938	39.875	36	0.938	FD	37.200	2.5	93	0	3.250	21,290	720,000

Tabla 5.1. Tabla selección de Rodamiento de Corona de giro

Donde M_w (lb-pie) es torque del rodamiento bajo carga, μ = coeficiente de fricción (para la serie XT el valor es igual a 0.006), M_k (lb-pie) es la carga de momento, F_a (lb) carga axial, F_r (lb) carga radial y D_p (pies) diámetro de paso del rodamiento.

En este caso el movimiento de rotación se realiza en vacío, por lo tanto el torque del rodamiento bajo carga es nulo ($M_k = 0$). Tampoco existen cargas radiales sobre la corona de giro, pero axialmente actúa el peso propio de la grúa. El valor de la misma es 700 Kg pero vamos a tomar el doble del valor como margen de seguridad ($1400 \text{ Kg} = 3086 \text{ Kg}$), por lo tanto;

$$M_w = \frac{\mu(4,4.Mk + Fa.Dp + 2,2.Fr.Dp)}{2}$$

$$M_w = \frac{0.006(3086 \text{ lb} \cdot 1.44 \text{ ft})}{2}$$

$$M_w = 13,33 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 18 \text{ Nm} = 1.8 \text{ da Nm}$$

5.2. Motor hidráulico

Para poder avanzar en la selección del motor hidráulico vamos a establecer la velocidad angular del brazo. Luego de analizar distintas situaciones de trabajo y cronometrar el movimiento de grúas análogas, llegamos a la conclusión que una velocidad de 1.5 rpm sería la apropiada términos de seguridad y eficiencia del equipo.

Vamos a utilizar la ecuación de relación de velocidades para calcular la velocidad de giro del piñón solidario al motor hidráulico, queda;

$$m_w = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

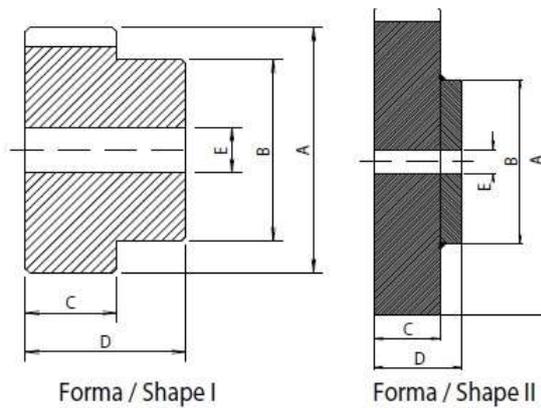
- Velocidad de giro del motor hidráulico: $n_1 = \text{Calcular}$
- Velocidad de giro de la corona de orientación: $n_2 = 2 \text{ rpm}$
- N° de dientes piñón motor hidráulico: $N_1 = 12 \text{ dientes}$
- N° de dientes corona de orientación: $N_2 = 69 \text{ dientes}$

$$n_1 = \frac{N_2}{N_1} n_2$$

$$n_1 = \frac{69 \text{ dientes}}{15 \text{ dientes}} 2 \text{ rpm}$$

$$n_1 = 9.2 \text{ rpm} \cong 10 \text{ rpm}$$

Al piñón solidario al motor eléctrico lo seleccionamos del catálogo ENGRACOR (engranajes modulares rectos), el cual tiene los siguientes datos:



Módulo/ Module 4- 20 °						
Z	Diám. Exterior(A) Top Diameter(A)	Diám. Masa(B) Diam. Masa(B)	Faja(C) Thickness(C)	Largo Total(D) Total Length(D)	Ag Std(E) Bore Std(E)	Forma Shape
15	68.00	47	40	55	13	I
16	72.00	49	40	55	13	I
17	76.00	51	40	55	13	I
18	80.00	55	40	55	16	I
19	84.00	58	40	55	16	I
20	88.00	62	40	55	16	I

Tabla 5.2. Tabla selección piñón.

Ya definido el número de dientes podemos calcular el torque necesario para el motor a través de la ecuación de relación de transmisión:

$$i = \frac{n1}{n2}$$

$$i = 5$$

Por ello tenemos que:

$$T = \frac{Mw}{i}$$

$$T = \frac{1.8 daNm}{5}$$

$$T = 0.36 daNm$$

Con los datos anteriores procedemos a seleccionar el motor orbital de marca VERION de tipo MLHP modelo P40 de las siguientes características:

ESPECIFICACIONES TECNICAS															
TIPO		P 25	P 32	P 40	P 50	P 80	P 100	P 125	P 160	P 200	P 250	P 315	P 400	P 500	P 630
CILINDRADA	(cm ³ /rev)	25	32,0	40,0	49,5	79,2	99	123,8	158,4	198	247,5	316,8	396	495	623,6
VELOCIDAD MÁXIMA	cont.	1600	1560	1515	1225	765	612	489	382	306	245	191	153	122	97
	(RPM)	1815	1720	1760	1530	956	765	611	479	383	306	239	191	153	121
TORQUE MÁXIMO	cont.	3,3	4,3	6,2	9,43	15,15	19,3	23,7	31,3	36,6	38	38	36	39	44
	(da Nm)	4,7	6,1	8,2	11,9	19,5	23,7	29,8	37,8	45,6	58,3	56	59	57	64
	pico	6,7	8,6	10,7	14,3	22,4	27,5	36,5	43,8	55	68,5	85	85,4	78	82
POTENCIA MÁXIMA	cont.	4,5	5,8	8,5	10,1	10,2	10,5	10,2	10,1	10	7,5	5,8	4,6	3,5	3,3
	(Kw)	6,1	7,8	11,6	12,2	12,5	12,8	12	12,1	12	12	9	7,8	7,2	5,6
PRESIÓN DIFERENCIAL	cont.	100		120	140						110	90	70	60	55
	(bar)	140		155	175						175	140	115	90	80
	pico	225		225	225						225	225	180	130	110
CAUDAL MÁXIMO	cont.	40	50	60	60,6			60,6							
	(l/min.)	45,4	55	70	75,8			75,7							
PRESIÓN MÁXIMA	cont.							175						140	
	(bar)							200						175	
	pico							225						225	
PRESIÓN MÁXIMA EN LÍNEA DE RETORNO SIN DRENAJE	cont. 0-100 rpm							150						150	
	cont. 100-300 rpm							75						-	
	cont. 300>600 rpm							50						-	
	(bar) cont. 0>600 rpm							20						-	
	int. 0-máx rpm							150						150	
PRESIÓN MÁXIMA EN LÍNEA DE RETORNO CON DRENAJE	cont.							175						140	
	(bar)							200						175	
	pico							225						225	
PRESIÓN MÁXIMA DE ARRANQUE SIN CARGA	(bar)					10	9	8	7	6	5				
						10	9	8	7	6	5				
TORQUE DE ARRANQUE MÍNIMO	máx.pres. dif. cont.	3	4	5,4	7,8	13,2	16,6	20,7	28,2	33,5	33,6	34,4	34,5	36	41,5
	(da Nm) máx. pres. dif. int.	4,2	5,6	6,8	10,0	16,8	21,0	26,6	35,5	42,6	54,2	61,9	60,8	54	62
RPM MÍNIMA		20	15		10										
PESO	(Kg) MLHP(F)(N)	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,4	6,6	6,8	7,1	7,6	8,9	9,5
	MLHPW(N)				5,5	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8	7,2		
	MLHPQ(M)(N)				5,2	5,3	5,5	5,6	5,8	6	6,2	6,5	6,8	8,3	9

Tabla 5.3. Tabla selección motor hidráulico VERION.

Por último, se calcula el caudal $Q \left[\frac{l}{min} \right]$ necesario:

$$Q = \frac{n.C}{1000.\eta}$$

$$Q = \frac{10 \text{ rpm } 40 \frac{cm^3}{rev}}{1000 \cdot 0.95}$$

$$Q = 0.42 \frac{l}{min}$$

6. ESTABILIZADORES

6.1. Cálculo y diseño de apoyos estabilizadores

Cuando se lleva a cabo la acción de izar el volquete, o cuando se realiza el vuelco del mismo, el centro de gravedad del conjunto *camión-volquete* se desplaza en función de la distancia entre el centro de gravedad del volquete y el centro de gravedad del camión. Si el *CG* del conjunto se desplaza demasiado respecto al eje de vuelco puede desestabilizar al camión, para evitar que esto suceda, se calculan y diseñan apoyos. Éstos desplazan el eje de vuelco del conjunto, que originalmente se encuentra centrado longitudinalmente con el camión, para equilibrar las cargas y evitar que el equipo pierda el equilibrio.

A continuación, se adjunta una vista superior del equipo que representa las cargas y el eje de vuelco en la Figura 6.1.

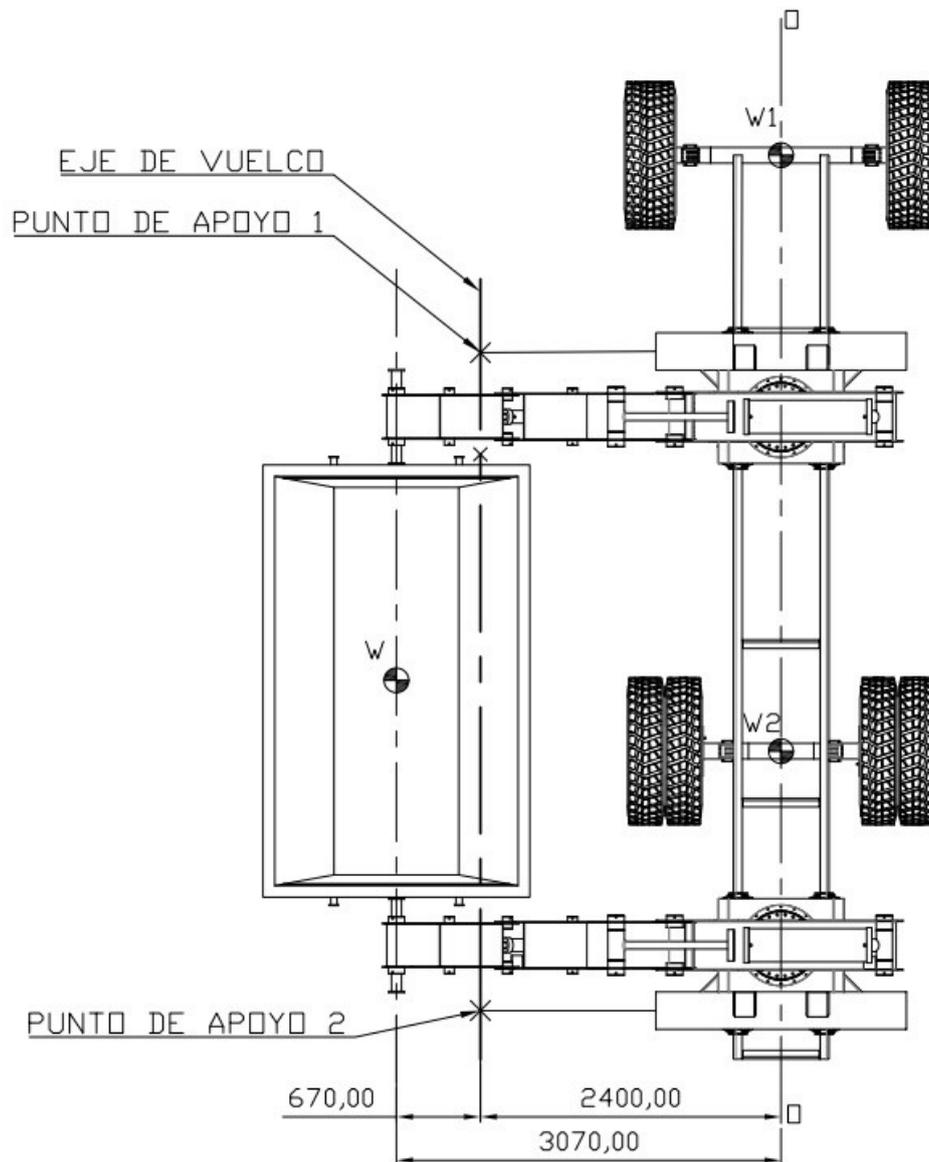


Figura 0.1. Vista superior del equipo y las cargas actuantes.

El coeficiente de estabilidad (n) es el cociente del momento estabilizador dividido por el momento de vuelco. Se logra una buena estabilidad cuando el coeficiente de estabilidad es 1,4 o más. Los pesos que actúan sobre el "lado del vehículo" de la línea de vuelco son siempre momentos estabilizadores.

$$n = \frac{M_E}{M_V}$$

Donde:

$M_E =$ Momento estabilizador

$M_V =$ Momento de vuelco

$W = 9000$ kg (volquete cargado)

$W1 = 3130$ kg (Eje delantero camión)

$W2 = 1870$ kg (Eje trasero camión)

$$M_E = W \cdot X_w = 9000 \text{kg} \cdot 67 \text{cm}$$

$$M_E = 603000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_V = (W1 + W2) \cdot X_{w_1} = 5000 \text{kg} \cdot 240 \text{cm}$$

$$M_V = 1200000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Finalmente:

$$n = \frac{M_E}{M_V}$$

$$n = 2$$

Se calcularán cuatro apoyos retráctiles, dos por cada lado del equipo. Se plantea entonces que las cargas $W1$ y $W2$ del camión se dividan por los cuatro apoyos, y que la carga P del volquete se divida en los dos apoyos que más solicitados están, dependiendo del lado en que se esté realizando el izaje o la descarga.

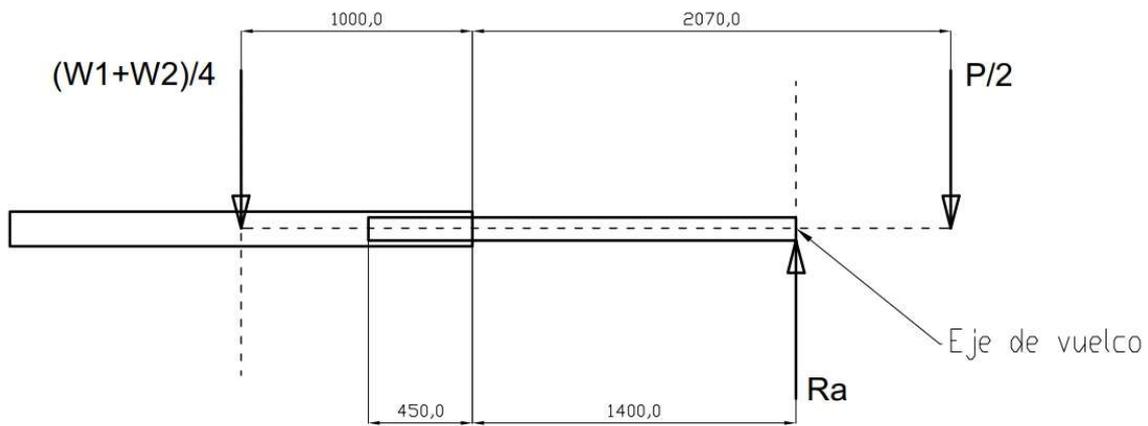


Figura 0.2. Representación de fuerzas en el apoyo.

$$R_A = \frac{P}{2} + \frac{W1 + w2}{4}$$

$$R_A = 7000 \text{ kg}$$

Teniendo la fuerza que actúa sobre cada apoyo, se procede al cálculo de la sección para su diseño.

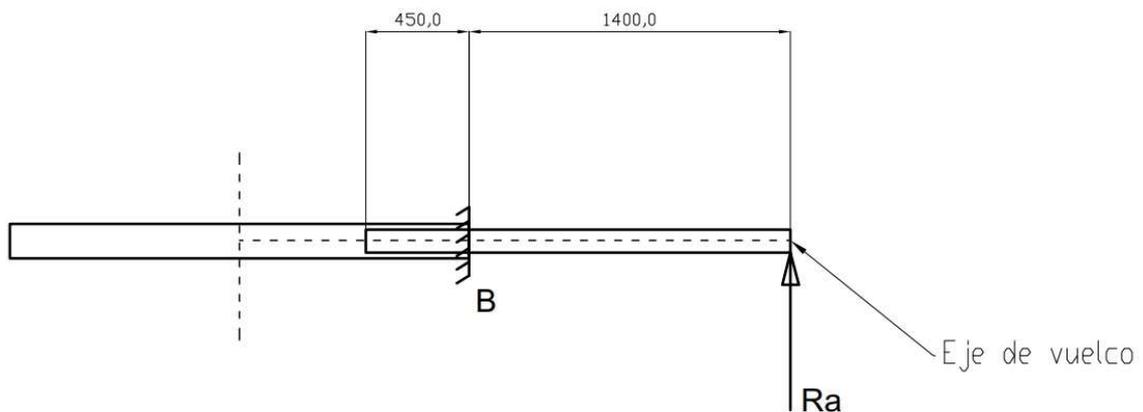


Figura 0.3. Representación como viga empotrada.

$$M_B = M_{m\acute{a}x} = R_A \cdot (140cm)$$

$$M_{m\acute{a}x} = 980000 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

Ahora, seleccionando como material:

Acero strenx MLC700

$$S_y = 7000 \text{ kg/cm}^2$$

$$Sd = \frac{S_y}{N} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W}$$

Se propone un *coeficiente de seguridad* $N = 2$

$$W = \frac{980000 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{4500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$W = 217 \text{ cm}^3$$

Se proyecta una sección con las dimensiones establecidas en la Figura 6.4.

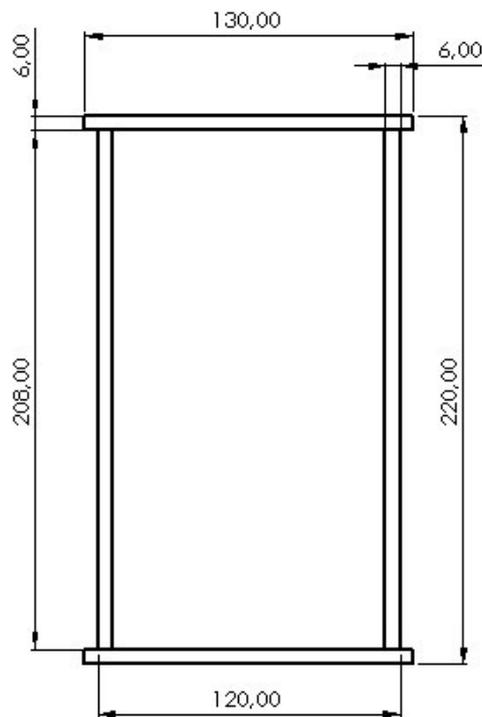


Figura 0.4. Vista de la sección diseñada.

$$I_x = 2686 \text{ cm}^4$$

$$W = 244 \text{ cm}^3$$

El brazo estabilizador calculado y dimensionado anteriormente se expande para posicionar el apoyo sobre el eje de vuelco establecido, a 2400mm del eje longitudinal del camión. Este brazo, y el del lado opuesto, se deslizan dentro de un cajón doble, el cual se dimensiona como una viga apoyada en los largueros del chasis del camión, con los esfuerzos transmitidos por el brazo cuando se encuentra expandido en su totalidad:

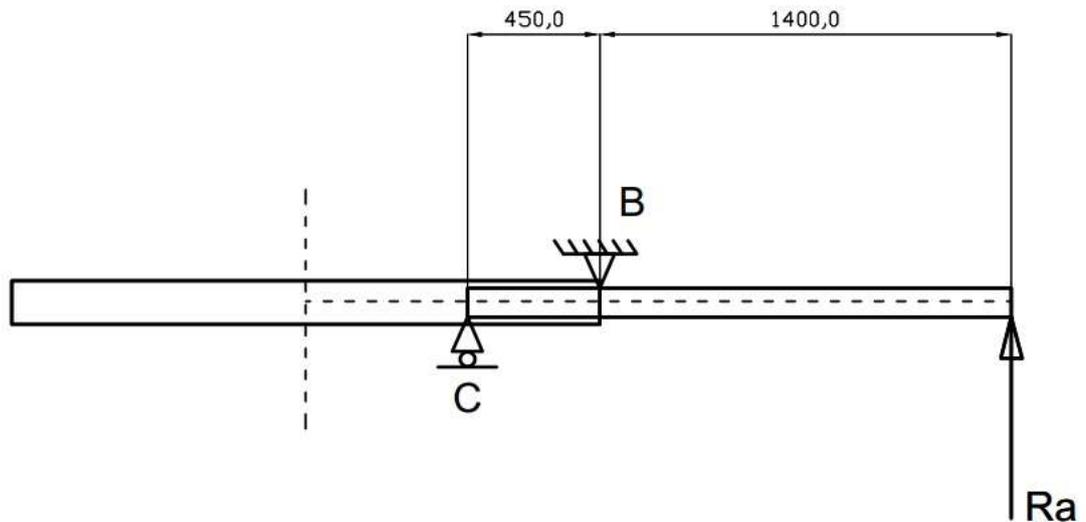


Figura 0.5. Transmisión de fuerzas en viga cajón.

$$\sum M_B = -R_A \cdot (140\text{cm}) + R_C \cdot (45\text{cm}) = 0$$

$$R_C = \frac{R_A \cdot (140\text{cm})}{45\text{cm}}$$

$$R_C = 21778 \text{ kg}$$

$$\sum Fy = R_C - R_B + R_A = 0$$

$$R_B = R_A + R_C$$

$$R_B = 28778 \text{ kg}$$

La Figura 6.5 representa cómo se transmite el esfuerzo **Ra** del brazo extendido hacia el cajón que lo contiene. Calculados los esfuerzos, se representan en la viga cajón:

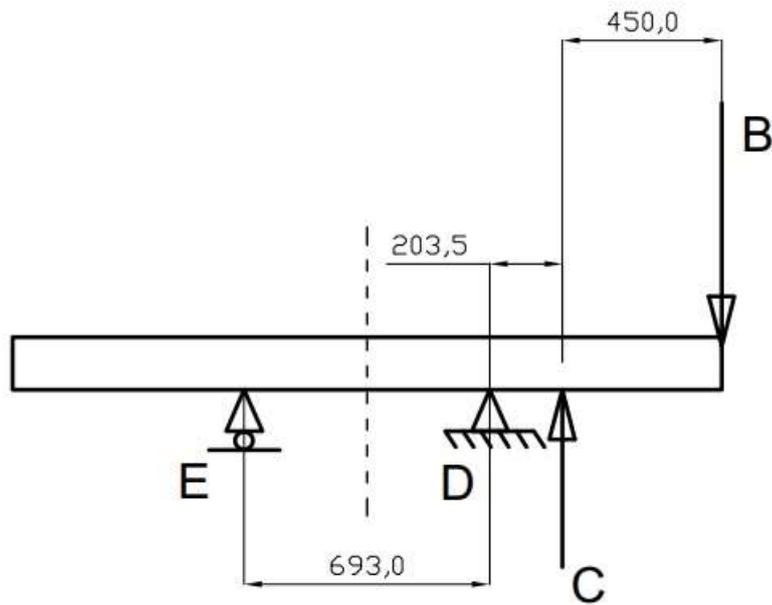


Figura 0.6. Esfuerzos actuantes en viga cajón.

Ahora:

$$\sum M_D = -R_E \cdot (69,3 \text{ cm}) - C(20,35\text{cm}) + B(65,35\text{cm}) = 0$$

$$R_E = \frac{-C(20,35\text{cm}) + B(65,35\text{cm})}{(69,3\text{cm})}$$

$$R_E = 20742 \text{ kg}$$

$$\sum Fy = -R_E + R_D + C - B = 0$$

$$R_D = R_E - C + B$$

$$R_D = 27742 \text{ kg}$$

Momento flector:

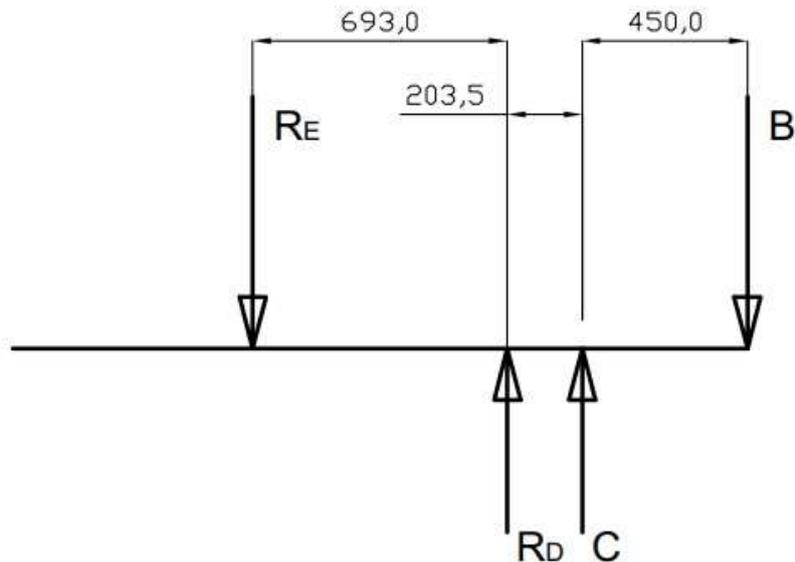


Figura 0.7. Cálculo de momento flector, viga simplificada.

Tramo 1: $0 < x < 69,3\text{cm}$

$$Mf = -R_E \cdot x$$

Para $x = 0$

$$Mf1' = 0$$

Para $x = 69,3 \text{ cm}$

$$Mf1 = -1437420 \text{ kg. cm}$$

Tramo 2: $69,3\text{cm} < x < 89,65\text{cm}$

$$Mf2 = -R_E \cdot x + R_D \cdot (x - 69,3\text{cm})$$

Para $x = 69,3\text{cm}$

$$Mf2' = Mf1$$

Para $x = 89,65\text{cm}$

$$Mf2 = -1294970kg.cm$$

Tramo 3: $89,65cm < x < 134,65cm$

$$Mf3 = -R_E \cdot x + R_D \cdot (x - 69,3cm) + C \cdot (x - 89,65cm)$$

Para $x = 89,65cm$

$$Mf3' = Mf2$$

Para $x = 134,65cm$

$$Mf3 = 0kg.cm$$

Teniendo calculados los esfuerzos que actúan sobre la viga cajón, se procede a realizar la verificación de su sección, debido a que las dimensiones deben ser las necesarias para alojar al brazo estabilizador:

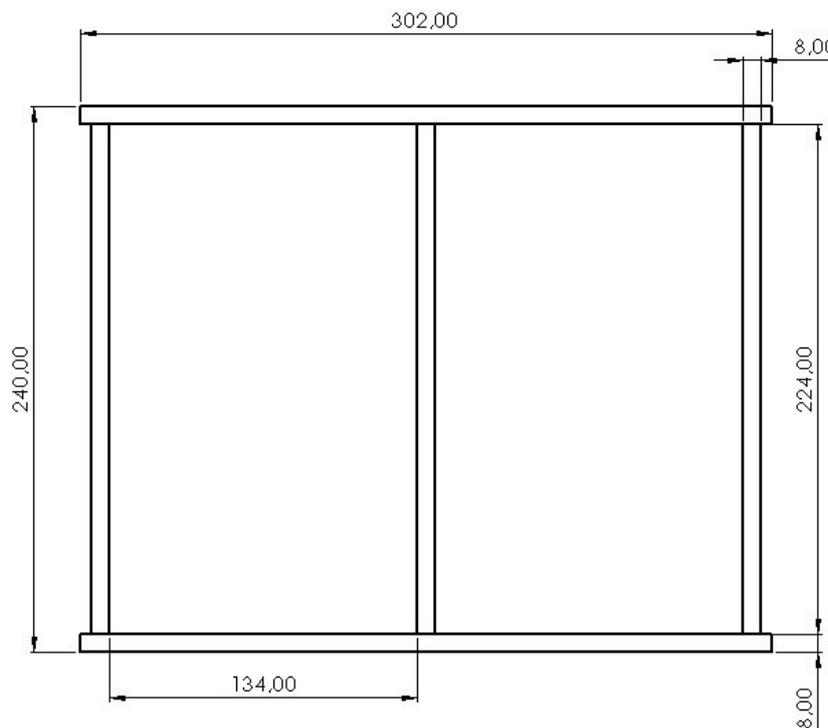


Figura 0.8. Sección diseñada de la viga cajón doble.

$$I_x = 8752 \text{ cm}^4$$

$$W = 729 \text{ cm}^3$$

Previo a la obtención de esta vida de doble cajón, se realizó la verificación como un cajón individual de las mismas dimensiones que el representado en la figura anterior, que aloja al apoyo extensible con una sección cuadrada con el siguiente módulo resistente:

$$W = 412 \text{ cm}^3$$

Acero strenx MLC700

$$S_y = 7138 \text{ kg/cm}^2$$

$$Sd = \frac{Sy}{N} = \frac{M_{\text{máx}}}{W}$$

$$Sd = \frac{1437420 \text{ kg.cm}}{412 \text{ cm}^3}$$

$$Sd = 3488 \text{ cm}^3$$

Ahora:

$$Sd = \frac{Sy}{N}$$

$$N = 2$$

Verificada la sección de manera individual se asume que, al duplicarla para alojar ambos apoyos, la resistencia sigue cumpliendo con las solicitaciones impuestas.

6.2. Selección de cilindros hidráulicos

Se necesitan por cada uno de los cuatro apoyos dos cilindros hidráulicos. Uno de ellos se encarga de extender el apoyo hasta el eje de vuelco, el otro corresponde al apoyo en sí en el suelo.

Para el segundo, se tiene en cuenta la carga $Ra = 7000 \text{ kg}$. Se selecciona un cilindro comercial diseñado exclusivamente para este uso:

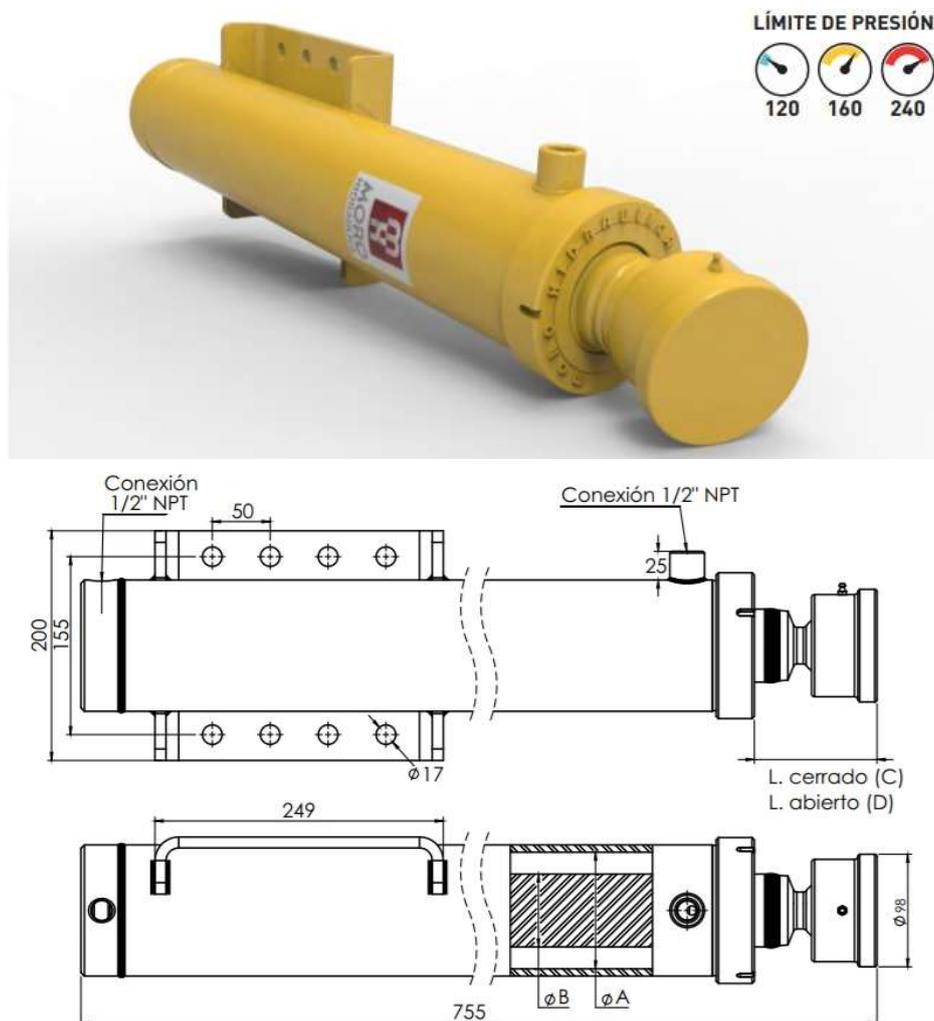


Figura 0.9. Cilindro hidráulico de apoyo seleccionado.

Código	Descripción	(A) Diámetro interno (mm)	Carrera (mm)	(B) Diámetro vástago (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	Fuerza empuje a presión recom. (kgf)	Anclaje inferior (mm)	Anclaje superior (mm)
70107	CIL. HCO. ESTABILIZADOR 101,6 X 500 X 63,5	101,60	500	63,50	106	606	9700	Placa soporte	Rótula

Tabla 0.1. Datos dimensionales y técnicos del cilindro.

Para la apertura de los apoyos, el cilindro a seleccionar debe vencer el rozamiento del perfil dentro del cajón, no ejerce cargas elevadas debido a que su movimiento se realiza en vacío (con los apoyos contraídos). Su longitud de trabajo debe ser de 1400mm .

El peso del conjunto que se desliza es $P_d = 115\text{ kg}$.



Masa del conjunto = 115 Kg

Figura 0.10. Conjunto de apoyo que desliza dentro del cajón.

Para calcular la fuerza en dirección del movimiento que debe realizar el cilindro hidráulico se utiliza el coeficiente de rozamiento $\mu_k = 0.74$ para acero-acero estático, extraído de la siguiente tabla:

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Tabla 0.2. Valores de coeficientes de rozamiento entre materiales.

Es decir:

$$F_{cilindro} = \mu_k \cdot P_d$$

$$F_{cilindro} = 0.74 \cdot (115 \text{ kg})$$

$$F_{cilindro} = 85,1 \text{ kg}$$

Para la selección del cilindro se utiliza un coeficiente de seguridad $N = 4$ con el fin de evitar que el sistema a futuro tenga inconvenientes por suciedad y mantenimiento deficiente, además, para tener en cuenta cargas no consideradas en los cálculos (mangueras y cañería hidráulica, aceite, entre otros).

$$F_{cilindro} = 340 \text{ kg}$$

El mismo fabricante que el mencionado en la selección del cilindro de apoyo ofrece un cilindro comercial de dimensiones y características que se adaptan perfectamente:

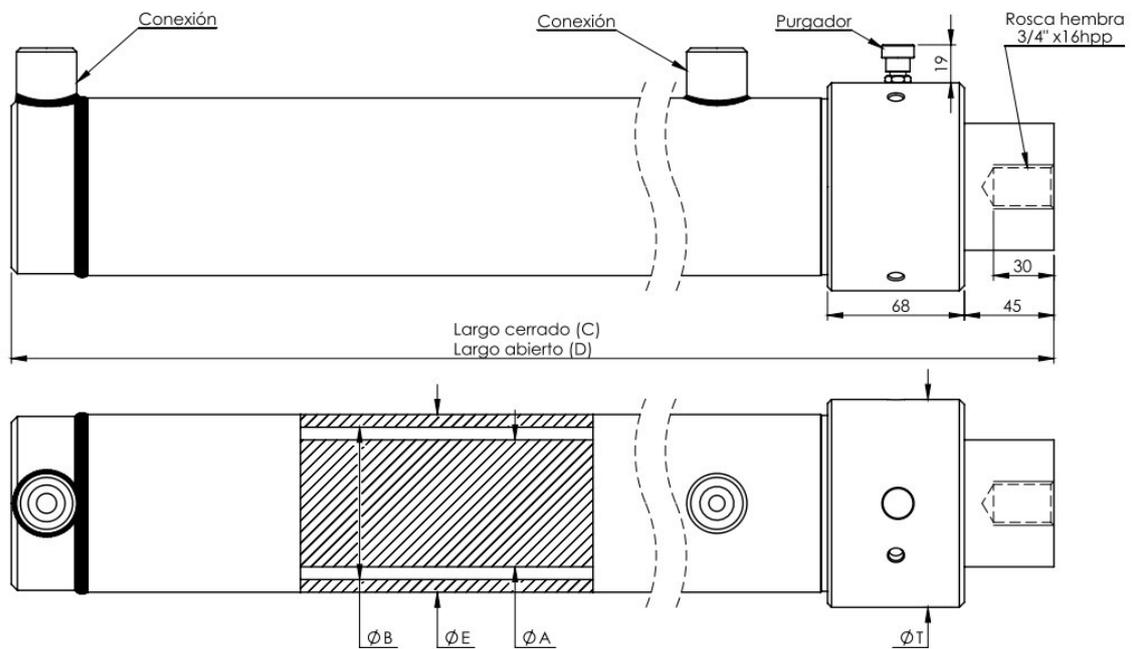


Figura 0.11. Cilindro para apertura de apoyos, plano dimensional.

Código	Descripción	(B) Diámetro vástago (mm)	Carrera (mm)	Carga (kg)	(A) Diámetro interno tubo (mm)	(E) Diámetro externo tubo (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	(T) Diámetro Tuerca (mm)	Conexiones
70068	CIL. HCO. BUZO 38,1 X 1500 - 1000 KG	38,10	1500	1000	50,80	60,30	1800	3300	77	1/4"NPT

Tabla 0.3. Datos dimensionales y técnicos de cilindro de apertura.

Finalmente, el conjunto queda ensamblado de la siguiente manera:

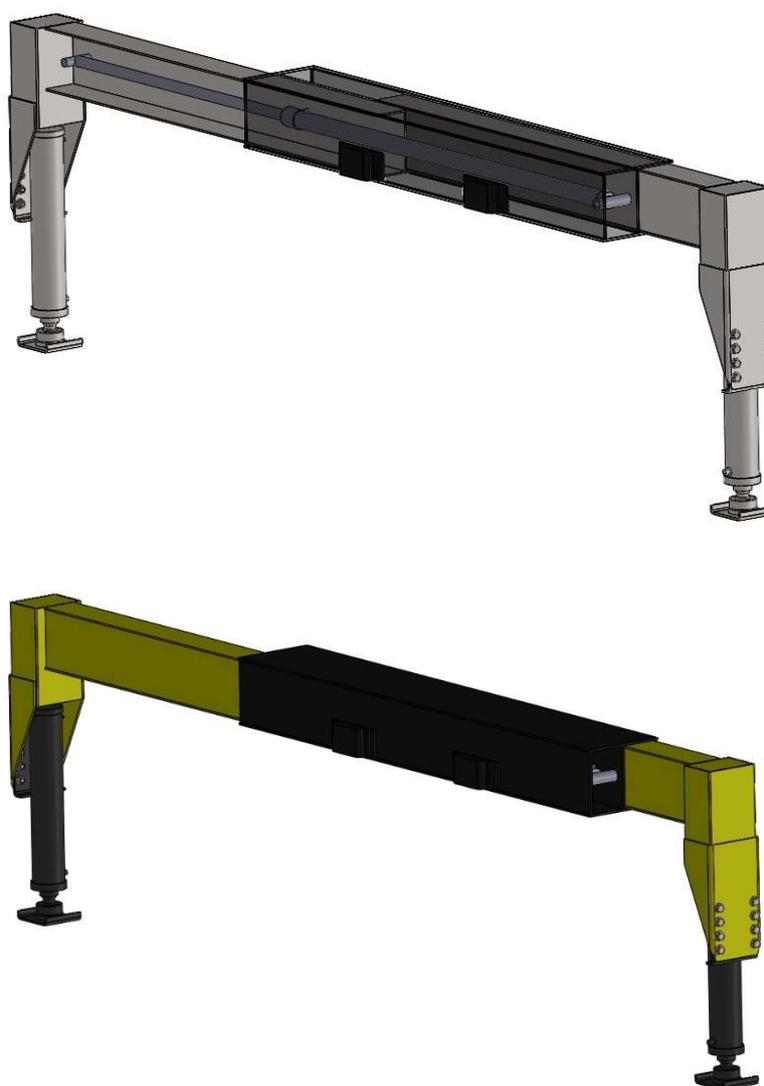


Figura 0.12. Conjunto completo de apoyos estabilizadores.

7. CONTENEDOR

7.1. Rediseño contenedor

El contenedor de obra convencional queda fuera de consideración para este proyecto, por lo que se realizó un rediseño que se adapte a las nuevas necesidades. Las reformas principales del mismo giran en torno a su geometría y el nuevo sistema de sujeción, estos cambios tienen como sustento permitir el vaciado del volquete en el nuevo sentido de giro.

El equipo está diseñado para un contenedor de 5 m^3 , que a través de un promedio de los pesos específicos de los RCD y de la experiencia el peso ronda los 9000 Kg .

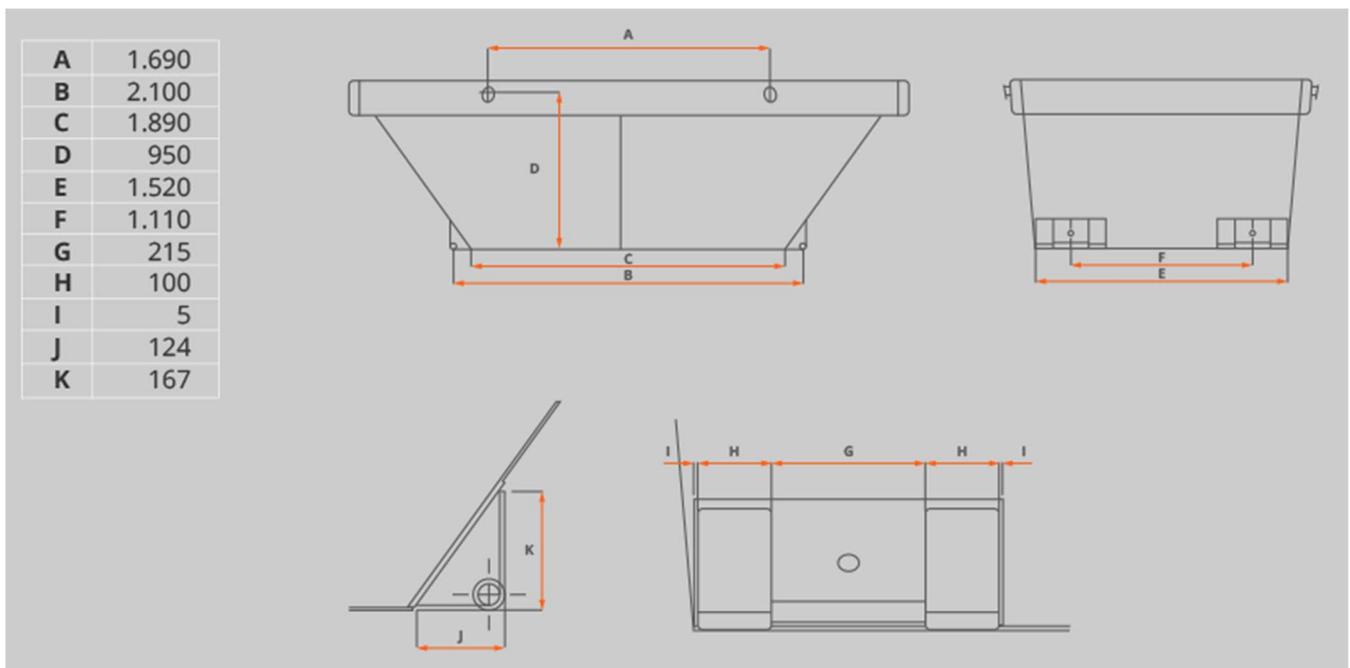


FIGURA 7.1 Dimensiones de contenedor convencional.

El propósito de nuestro proyecto es el vaciado lateral del contenedor, por ello se necesita que las pendientes de las caras transversales sean más pronunciadas para lograr el vaciado del mismo en el momento del vuelco. Para el rediseño, se establece que los laterales del volquete formen un ángulo respecto de la horizontal igual o mayor que el del talud natural (fricción interna) de los Residuos de la Construcción y Demolición. Dicho ángulo es la representación matemática del coeficiente de fricción en el plano de falla y depende de las características granulométricas del material (tamaño, forma, distribución y densidad de los granos).

Según informe de la Universidad Central de Las Villas (Departamento de Ingeniería Civil – Facultad de construcciones de Cuba) Ing. Pedro Andrés Orta Amaro se obtienen los valores del ángulo de fricción interna en grado de diferentes materiales de construcción y suelos.

Tipos de Suelos.		Ángulo de Fricción Interna en grados.	Cohesión C.
Granulares o no Cohesivos	Arena suelta	30	
	Arena de Compacidad media	32,5	
	Arena densa	35	
	Grava	35	
	Grava arenosa heterogénea	35	
	Bloques de piedra escolleras (sin presencia de arena)	35	
Suelos Cohesivos	Arcilla semidura	15	0,25
	Arcillas firmes	16	0,1
	Arcillas Blandas	17	0
	Arcilla arenosa firme	22,5	0,05
	Arcilla arenosa blanda	23,5	0
	Limo firme	24,5	0,02
	Limo blando	25,5	0
	Arcilla orgánica, limo y cieno, no fibroso	10	0
Turba	15	0	

FIGURA 7.2 Ángulo de fricción interna de materiales de construcción y suelos

Ademas, tenemos en consideracion el cambio de los angulos de friccion de los suelos respecto a los diferentes superficies (rugosidades superficiales diversas). En la siguiente tabla se mostraran los corficientes de fricción (μ), para conocer la pendiente debemos contemplar que;

$$\alpha = tg^{-1}(\mu)$$

Materiales de construcción	Rugosidad superficial	Arena		Limo sin cohesión			Suelo granular cohesivo		Arcilla		
		0,06 < D < 2,0 mm		0,002 < D < 0,06 mm			50% arcilla + 50% arena		D ≤ 0,06 mm		
		Seca	Saturada	Seco	Saturado		IC = 0,5 - 1,0		IC = 0,73 - 1,0		
		Densa		Denso	Flojo	Denso					
		f_b	f_s	f_b	f_b	f_b	f_b	f_c	f_b	f_c	$f_c^{máx}$
Acero	Liso	0,54	0,64	0,79	0,40	0,68	0,40	-	0,50	0,25	0,50
	Rugoso	0,76	0,80	0,95	0,48	0,75	0,65	0,35	0,50	0,50	0,80
Madera	(1)	0,76	0,85	0,92	0,55	0,87	0,80	0,20	0,60	0,40	0,85
	(2)	0,88	0,89	0,98	0,63	0,95	0,90	0,40	0,70	0,50	0,85
Hormigón	Liso	0,76	0,80	0,92	0,50	0,87	0,84	0,42	0,68	0,40	1,00
	Áspero	0,88	0,88	0,98	0,62	0,96	0,90	0,58	0,80	0,50	1,00
	Rugoso	0,98	0,90	1,00	0,79	1,00	0,95	0,80	0,95	0,60	1,00

Figura 7.3. Coeficientes de fricción entre materiales y suelos.

Teniendo en cuenta los datos anteriores definimos el ángulo de las paredes del contenedor en 65 grados respecto a la horizontal, ya que en el momento del vuelco el equipo es capaz de girar el contenedor hasta lograr 38 grados de pendiente entre el lateral de dicho contenedor y la horizontal. Esto nos permite igualar el valor del rozamiento del Limo sin cohesión sobre una superficie de acero liso.

$$\alpha = \text{tg}^{-1}(0.79)$$

$$\alpha = 38^\circ$$

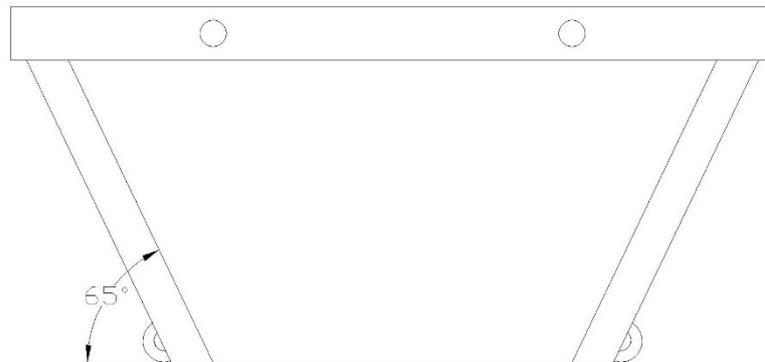


Figura 7.5. Nuevo ángulo de pendiente.

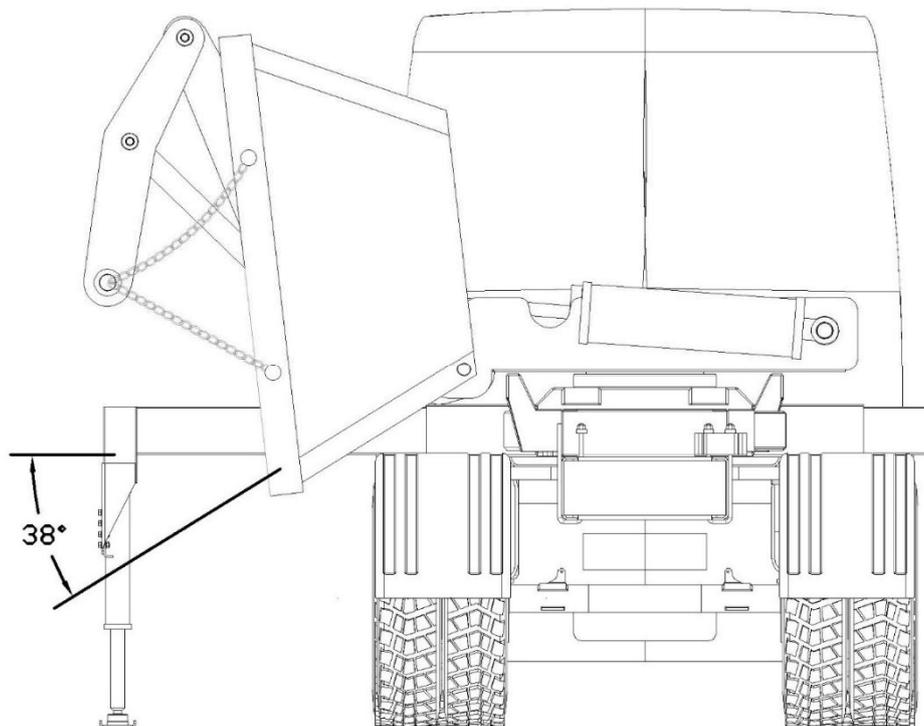


Figura 7.4. Posición del contenedor en el momento de vuelco.
Ángulo respecto a la horizontal.

Definidos los parámetros del contenedor según las necesidades del equipo, procedemos a concluir el diseño del volquete con las dimensiones apropiadas para respetar la capacidad del mismo ($5 m^3$). A continuación, se mostrará el resultado final del rediseño del contenedor lateral.

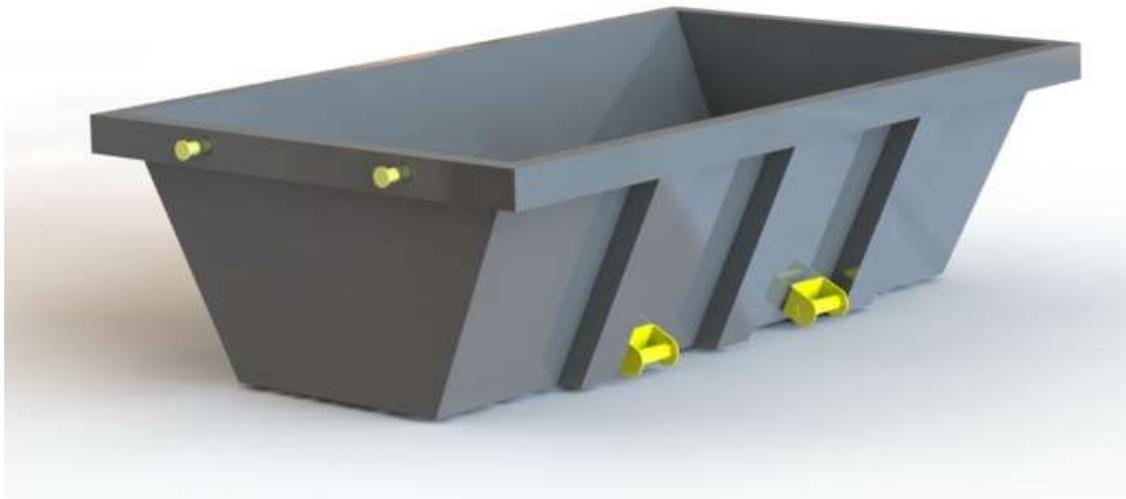


Figura 7.6. Diseño final del nuevo contenedor.

8. PLATAFORMA

Sobre el chasis del camión se diseña una estructura que es capaz de resistir la carga del contenedor una vez que el mismo se encuentra descansando por encima de ella. Además, en sus largueros laterales se ubican los soportes de todo el sistema de vuelco, el cual debe resistir una elevada carga en el momento de vaciado del contenedor.

Se proyecta un diseño con plegados de chapa en “C” tanto para los largueros como para las teleras de la plataforma. El material escogido es **MLC700** y el perfil tiene las siguientes dimensiones:

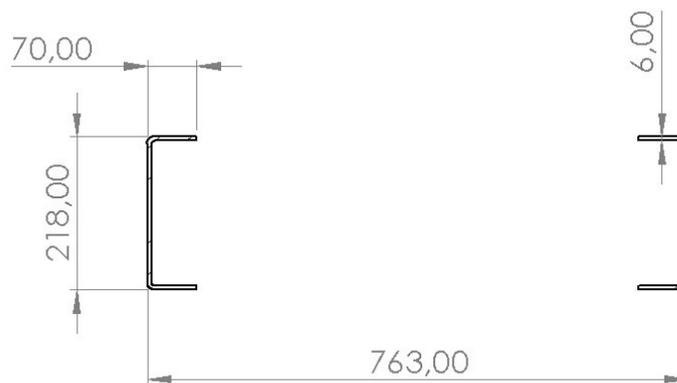


Figura 8.1. Dimensiones y disposición de los perfiles.

El ensamblaje de la plataforma con todos los componentes que se ubican solidarios a ésta se representa en la siguiente figura:

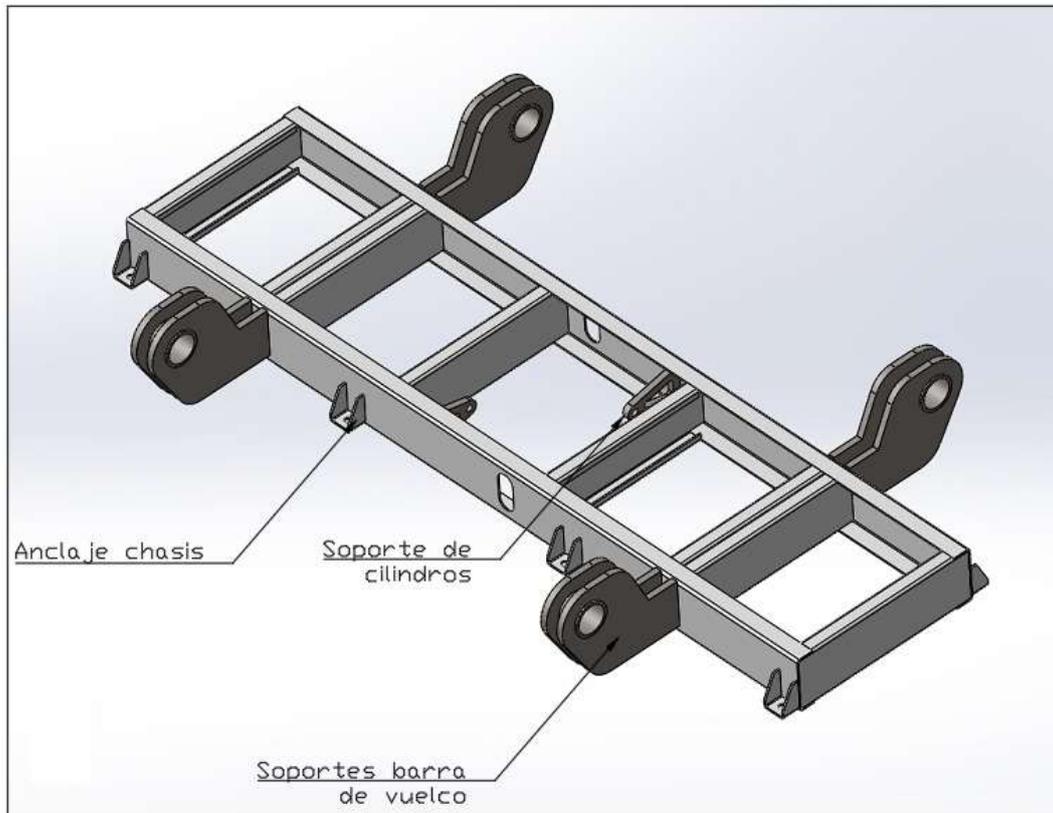


Figura 8.2. Componentes pertenecientes a la plataforma.

Para su verificación se utiliza el software *SOLIDWORKS* y a través del método por elementos finitos, indicando sus puntos de sujeción y utilizando como hipótesis de carga la descarga del contenedor como se llevó a cabo en el cálculo del sistema de vuelco, se verificó su correcto dimensionamiento.

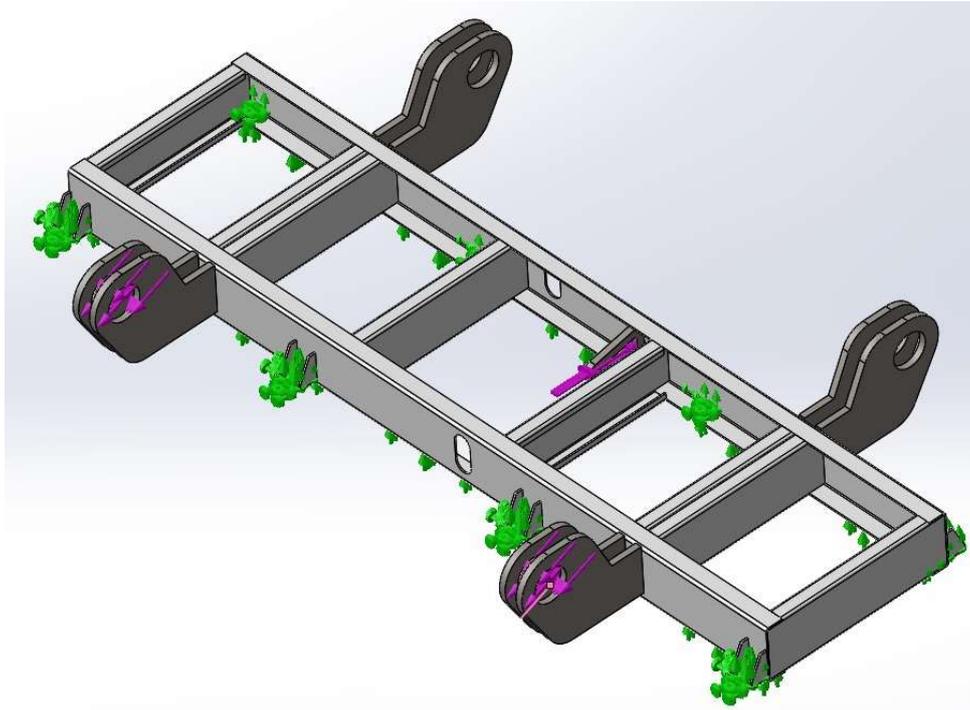


Figura 8.3. Esfuerzos y sujeciones que solicitan al conjunto.

Una vez aplicadas las sujeciones y las cargas en las ubicaciones correspondientes, se lleva a cabo la ejecución del análisis estático.

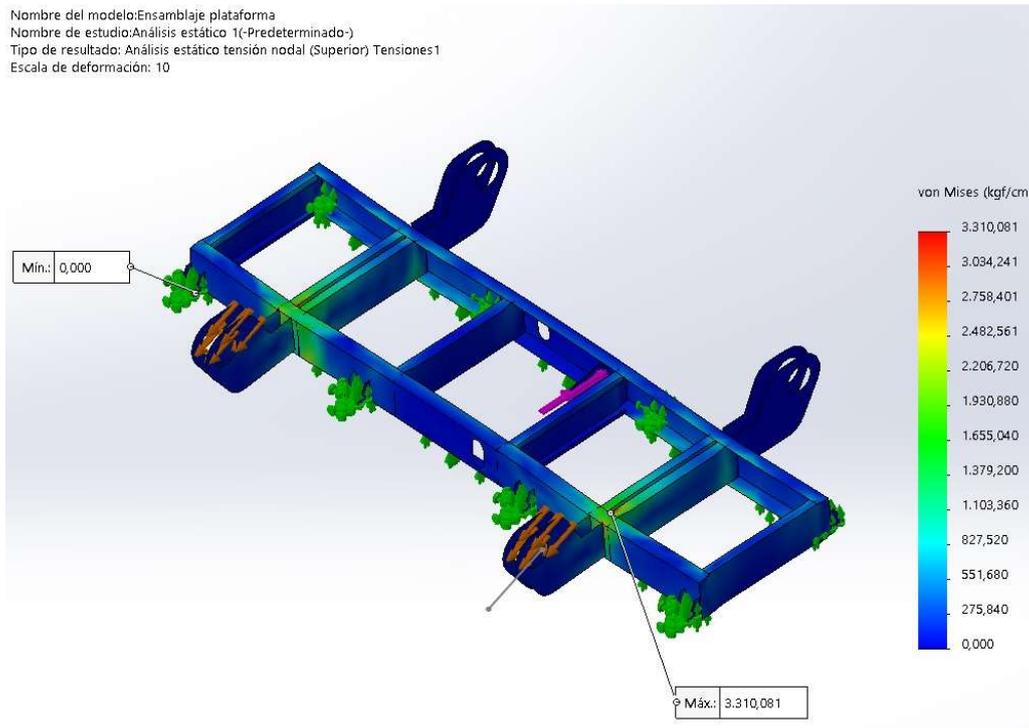


Figura 8.4. Resultados del análisis de esfuerzos por el método de elementos finitos.

La tensión de *Von Mises* máxima que se obtiene es $Sy_{m\acute{a}x} = 3310 \text{ kg/cm}^2$. Las características del material seleccionado son las siguientes:

Acero Strenx MLC700

$$S_y = 7138 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, el coeficiente de seguridad para el diseño es:

$$N = \frac{S_y}{Sy_{m\acute{a}x}} = \frac{7138 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3310 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$N = 2,15$$

El coeficiente de seguridad N es satisfactorio.

A continuación, se realiza también la verificación de la plataforma soportando toda la carga del volquete apoyado sobre una chapa antideslizante de recubrimiento, proyectada con

un espesor estandarizado, $Espesor = 3,2mm = \frac{1}{8}"$. Se aplica para la simulación estática una carga distribuida en toda la superficie igual a $P = 9000 kg$.

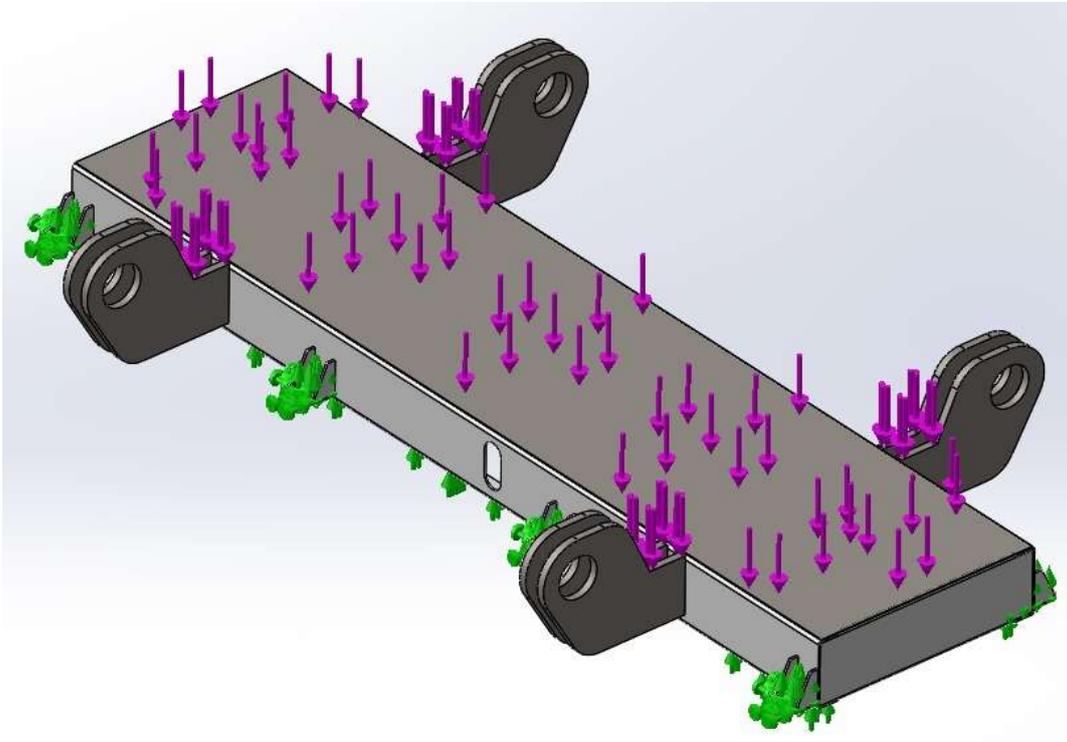


Figura 8.5. Cargas producidas por el contenedor.

Luego de la ejecución del programa, los resultados son los siguientes:

Nombre del modelo: Ensamblaje plataforma
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones2
 Escala de deformación: 18.038

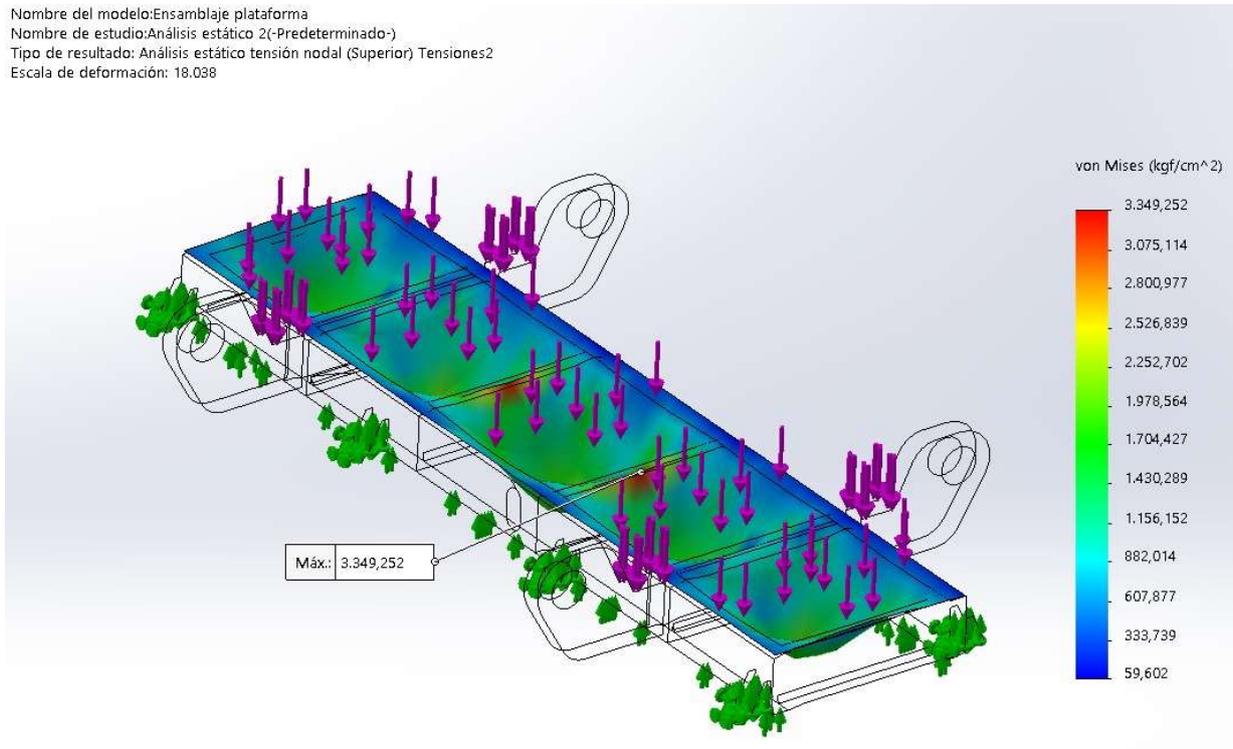


Figura 8.6. Resultados del análisis.

La mayor tensión se da en un nodo perteneciente a la chapa de apoyo, con un valor de:

$$S_{m\acute{a}x} = 3349 \text{ kg/cm}^2$$

Comercialmente, las chapas antideslizantes se realizan en acero SAE 1010, el cual tiene un valor de:

$$S_y = 3867 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, el coeficiente de seguridad para la misma es:

$$N = \frac{S_y}{S_{y_{m\acute{a}x}}} = \frac{3867 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3349 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$N = 1,15$$

El coeficiente de seguridad es satisfactorio a pesar de aproximarse a la unidad debido a que en los nodos donde las tensiones son del valor máximo indicado la carga se hace puntual, mientras que en la realidad no sucede, debido a que la carga queda soportada en los perfiles de la plataforma, a través de la chapa de apoyo.

9. SISTEMA DE VUELCO

9.1. Diseño y cálculo del sistema

Se denomina sistema de vuelco al conjunto de componentes y piezas que se encargan de realizar el vaciado del volquete mediante el vuelco lateral respecto al camión. El vuelco debe llevarse a cabo hacia la misma dirección en la que el volquete fue cargado.

El funcionamiento general de este sistema consta en soportar el volquete desde un punto específico (donde posee pernos de sujeción) mediante dos anclajes que trabajan en simultáneo, solidarios a una barra que gira a través de un cilindro hidráulico. Cuando se acciona el cilindro mencionado, la barra rota respecto a su eje y aproxima las sujeciones hacia el volquete, mientras se produce la elevación y el desplazamiento lateral del mismo mediante los brazos. Cuando se encuentran, queda bloqueado el desplazamiento del volquete y comienza su vuelco respecto a sus sujeciones.

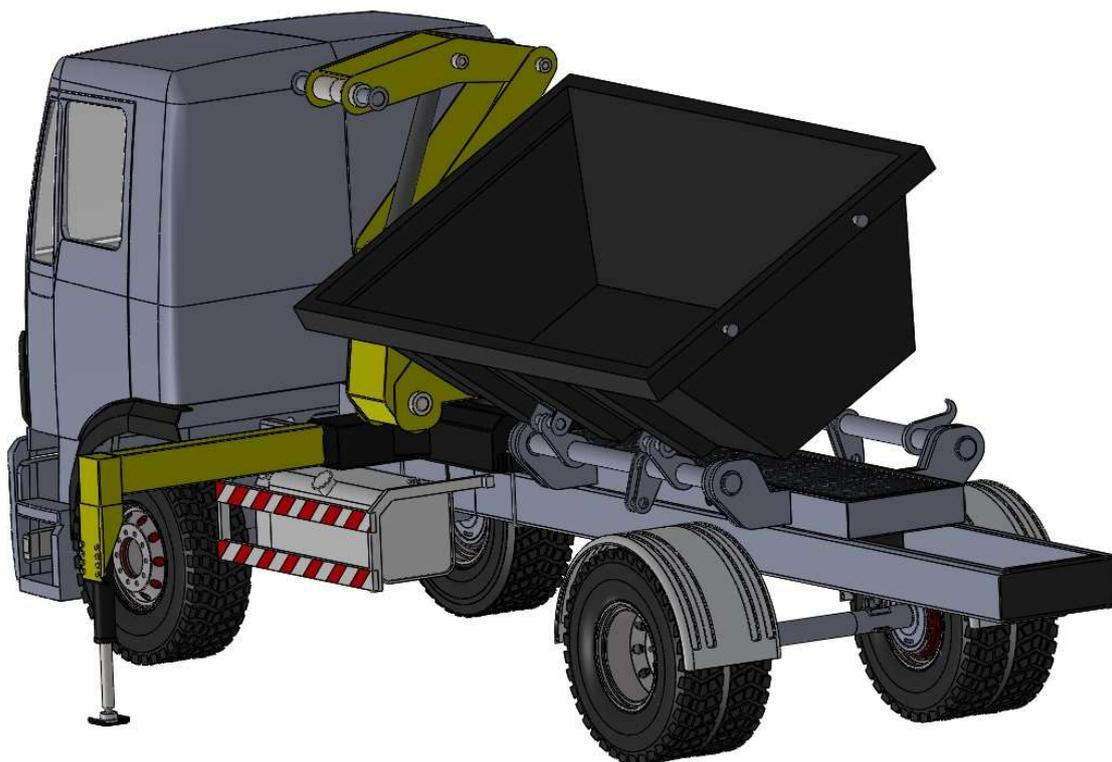


Figura 9.1. Inicio del vuelco para la descarga del contenedor.

La figura anterior (Figura 9.1) representa el inicio del vuelco, se encuentran en estado oculto muchos componentes del equipo para poder apreciar mejor el sistema en cuestión.

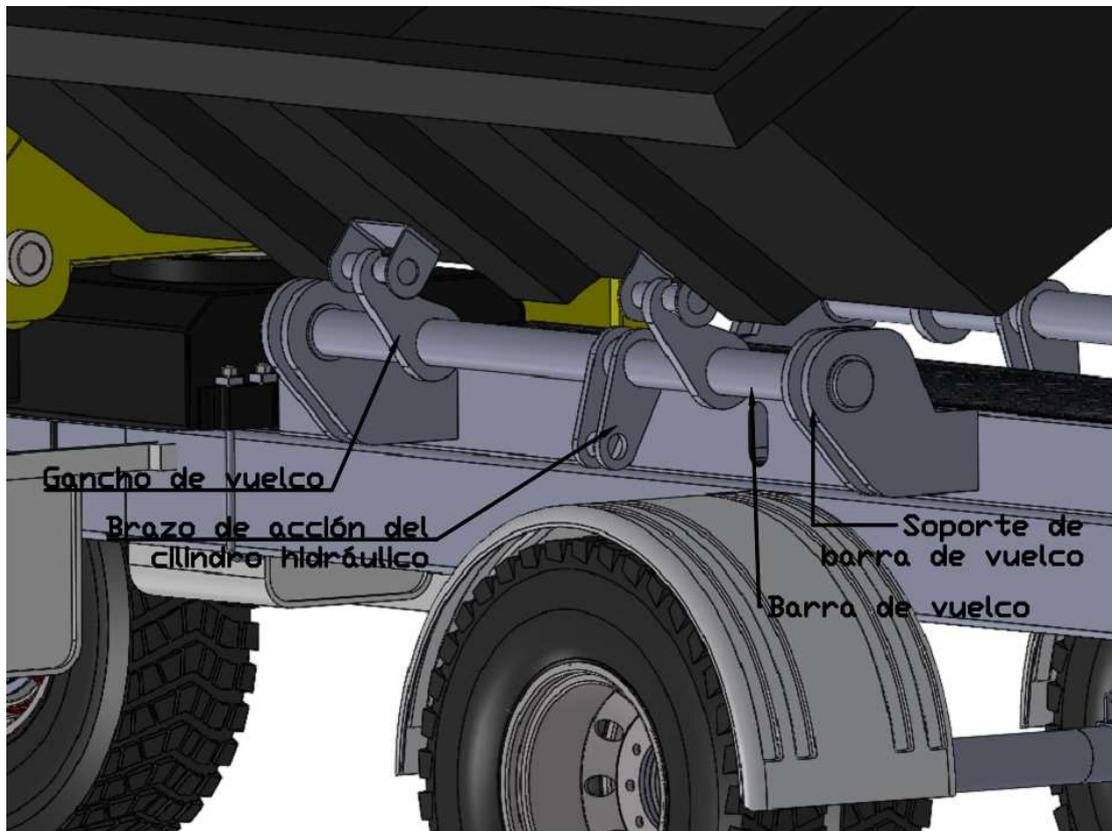


Figura 9.2. Componentes del sistema de vuelco.

Para el cálculo y diseño de las partes se toma la condición de que el contenedor en todo momento mantiene su carga $P = 9000kg$ tal como se hizo en la selección de las cadenas, y que se encuentra en la posición final de vuelco. Se trasladan las fuerzas que actúan en los ganchos y se calcula la barra como una viga simplificada, trabajando en un único plano de fuerzas y verificando luego la misma a torsión.

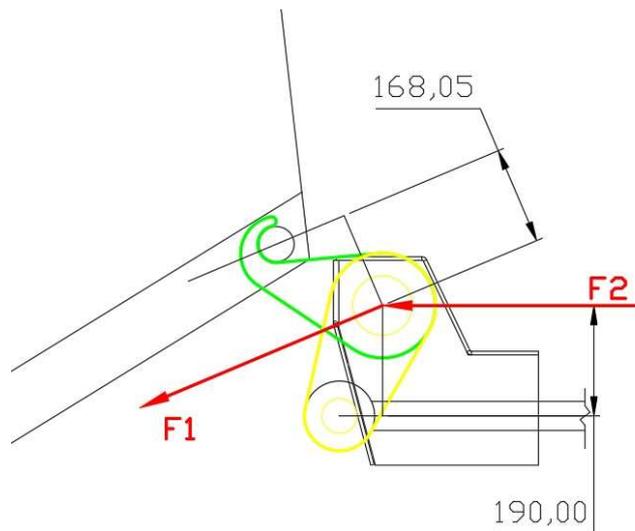


Figura 9.3. Representación de fuerzas actuantes en el conjunto.

Donde $F_1 = 5000kg$ es la fuerza calculada anteriormente. Por la relación de distancias respecto al eje de la barra del gancho y del brazo de acción del cilindro hidráulico y teniendo en cuenta que el momento que produce la sujeción del volquete es totalmente soportado por este último, tenemos que:

$$\frac{168.05mm}{190mm} = 0.884 \rightarrow F_2 = F_1 \cdot 0.884$$

$$F_2 = 8842 \text{ kg}$$

En un diseño y cálculo preliminar de la barra, se supone que el brazo de acción del cilindro se ubicaría en el centro de la misma, esto contempla la peor condición para la flexión. Luego, en el diseño final del conjunto, este brazo se ubica descentrado para poder colocar un cilindro por cada lado por debajo de la plataforma, y se calcula la barra a torsión con esta disposición, siendo la peor condición para la torsión.

Se plantea la viga simplificada con las cargas actuantes en un mismo plano, despreciando el ángulo existente entre el plano de acción de $F1$ respecto al plano de acción de $F2$.

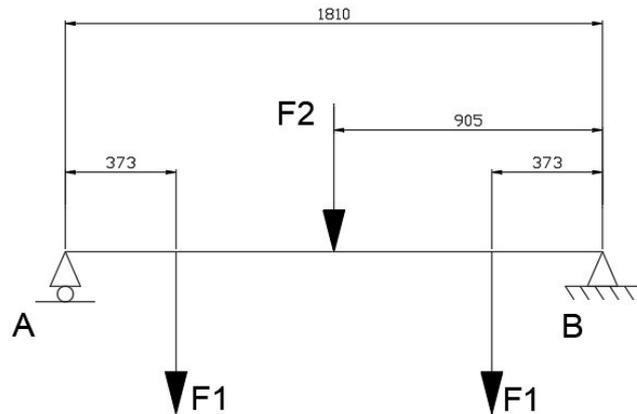


Figura 9.4. Barra de vuelco representada como viga simplificada.

Los apoyos A y B son los bujes que soportan la barra, donde actúan las reacciones RA y RB respectivamente:

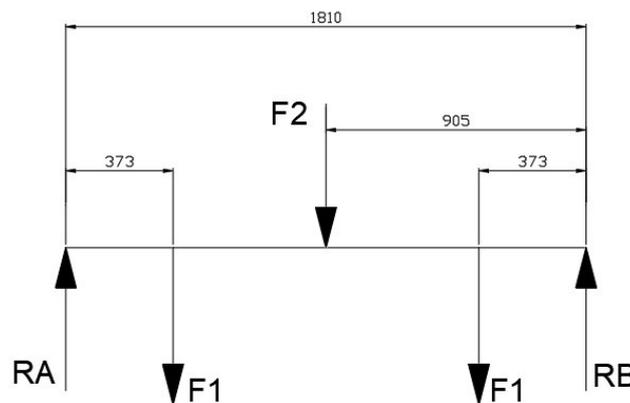


Figura 9.5. Viga simplificada final.

Realizando sumatoria de fuerzas:

$$\sum Fy = RA - F_1 - F_2 - F_1 + RB = 0$$

$$R_A = R_B \rightarrow R_A = \frac{2F_1 + F_2}{2}$$

$$R_A = \frac{2 \cdot (5000kg) + 8842 kg}{2}$$

$$\mathbf{R_A = 9421 kg}$$

Momento flector:

Tramo 1: $0 < x < 37,3cm$

$$Mf = R_A \cdot x$$

Para $x = 0$

$$Mf = 0$$

Para $x = 37,3cm$

$$\mathbf{Mf1 = 351403 kg.cm}$$

Tramo 2: $37,3cm < x < 90,5cm$

$$Mf2 = R_A \cdot x - F_1 \cdot (x - 37,3cm)$$

Para $x = 37,3cm$

$$Mf2 = 351403 kg.cm$$

Para $x = 90,5cm$

$$Mf = 85403 kg.cm$$

Tramo 2: $90,5cm < x < 143,7cm$

$$Mf3 = R_A \cdot x - F_1 \cdot (x - 37,3cm) - F_2 \cdot (x - 90,5cm)$$

Para $x = 90,5cm$

$$Mf3 = 85403 \text{ kg.cm}$$

Para $x = 143,7cm$

$$Mf = 351403 \text{ kg.cm}$$

Tramo 2: $143,7cm < x < 181cm$

$$Mf4 = R_A \cdot x - F_1 \cdot (x - 37,3cm) - F_2 \cdot (x - 90,5cm) - F_1 \cdot (x - 143,7cm)$$

Para $x = 143,7cm$

$$Mf4 = 351403 \text{ kg.cm}$$

Para $x = 181cm$

$$Mf = 0$$

Una vez calculado el momento flector máximo al cual se encuentra sometida la barra, se calcula la sección redonda maciza que responda adecuadamente las solicitaciones.

$$Sd = \frac{Sy}{N} = \frac{M_{\max}}{W}$$

Seleccionando como material **Acero SAE1045** $S_y = 4150 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de seguridad $N = 1,5$

$$Sd = \frac{4150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,5} = \frac{351403 \text{ kg.cm}}{W}$$

$$W = 127 \text{ cm}^3$$

Para una sección circular:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

$$d = 109\text{mm}$$

Finalmente, se selecciona una *BARRA LAMINADA SAE1045* - $\varnothing = 110\text{mm}$

Para la verificación del conjunto completo, lo cual incluye los ganchos de vuelco que sostienen al contenedor y los brazos de acción del cilindro hidráulico, se lleva a cabo un análisis por elementos finitos en el software *Solidworks*. Cabe aclarar que el software tiene como límite elástico del material seleccionado (ACERO SAE 1045) $S_y = 5404 \text{ kg/cm}^2$.

Los extremos de la barra maciza se soportan permitiendo su rotación, debido a que se aloja en ambos extremos en los bujes de los soportes. Los desplazamientos en las imágenes se escalan para ser apreciados.

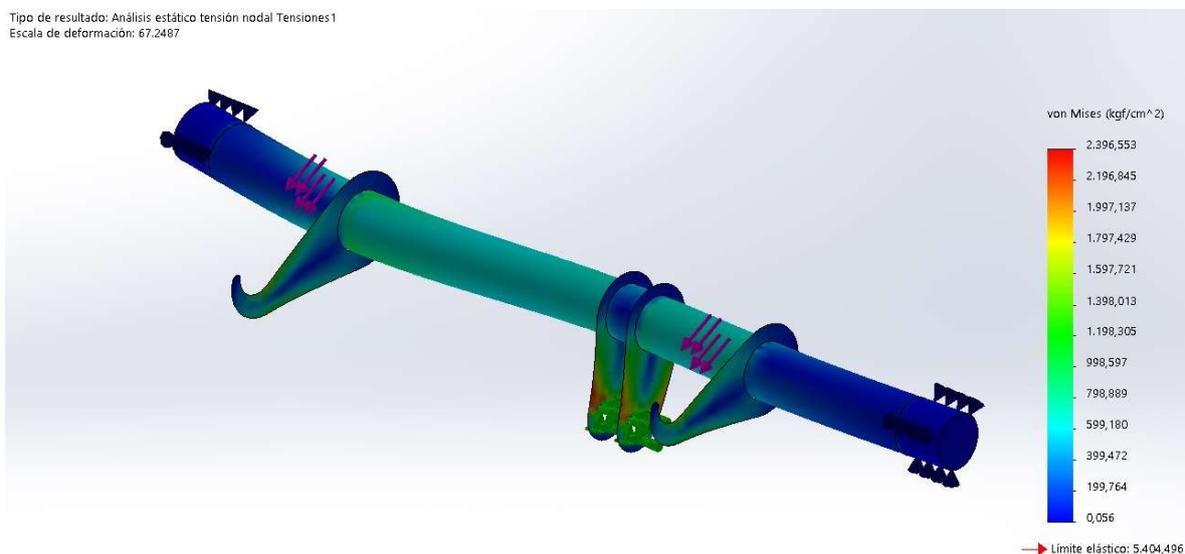


Figura 9.6. Tensiones en la barra y sus componentes.

La tensión de *Von Mises* máxima en el conjunto es de $S_{m\acute{a}x} = 2396,5 \text{ kg/cm}^2$

Además de la tensión, se grafica el coeficiente de seguridad mínimo en el conjunto, el mismo toma un valor de $N = 2,3$.

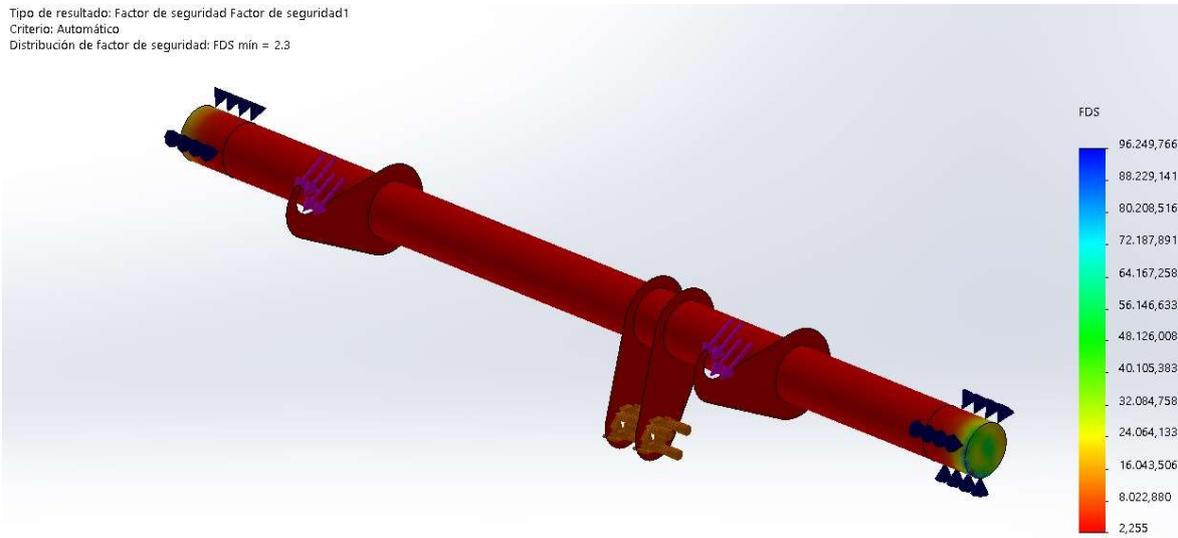


Figura 9.7. Coeficiente de seguridad mínimo obtenido.

Se comprueba que todos los elementos soportan adecuadamente las cargas a las que se ven solicitados, con un coeficiente de seguridad adecuado teniendo en cuenta que se considera el volquete totalmente cargado, aunque en la realidad la descarga inicie junto al vuelco del mismo, por lo cual la carga disminuye mientras se inclina para la descarga total.

9.2. Selección de cilindros hidráulicos

Para la selección de los cilindros se utiliza la carga calculada anteriormente; $F_2 = 8842 \text{ kg}$. El recorrido total del cilindro se grafica en la siguiente figura:

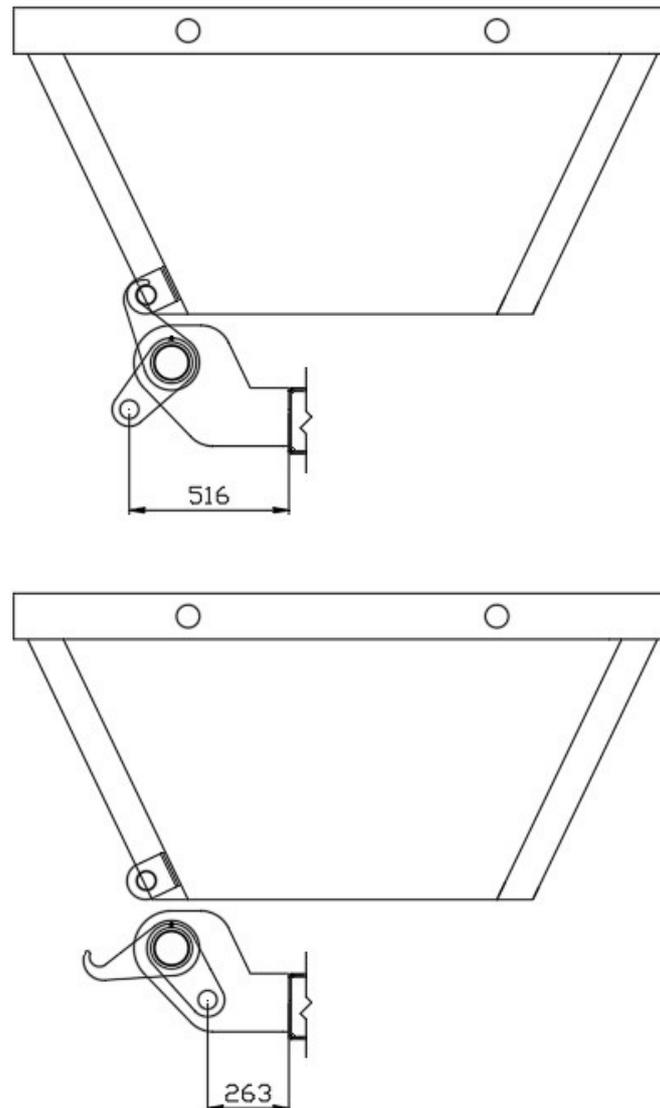


Figura 9.8. Recorrido total necesario para el giro de la barra.

El recorrido total que tiene el movimiento en el punto de anclaje del cilindro para no interferir con la carga o descarga del volquete sin producir su vuelco es de:

$$R = 253 \text{ mm}$$

Se selecciona un cilindro hidráulico del mismo catálogo que en selecciones anteriores que cumple con las condiciones de trabajo y de diseño, se adjunta una figura y tabla con los datos correspondientes al mismo:

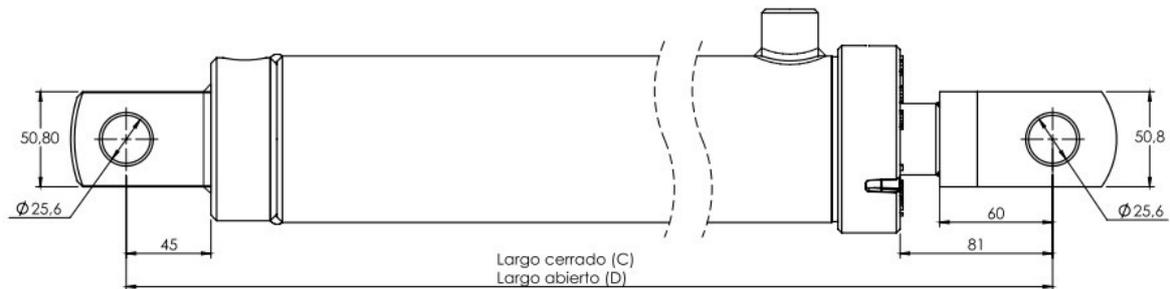


Figura 9.9. Plano dimensional de cilindro seleccionado.

Código	Descripción	(A) Diámetro interno (mm)	Carrera (mm)	(B) Diámetro vástago (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	(E) Separación entre anclajes (mm)	Fuerza empuje a presión recom. (kgf)	Conexión 1	Conexión 2
70034	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 300 X 44,45	101,60	300	44,45	560	860	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT

Tabla 9.1. Información dimensional y técnica del cilindro.

El cilindro se ubica en el interior de la plataforma que soporta al volquete, se lo sujeta con un soporte solidario a los largueros de la misma, los mismos son verificados en el siguiente ensayo por elementos finitos:

Nombre del modelo: CH SAE1045 1 1-4 soporte cilindro hidraulico
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones1
Escala de deformación: 339.07

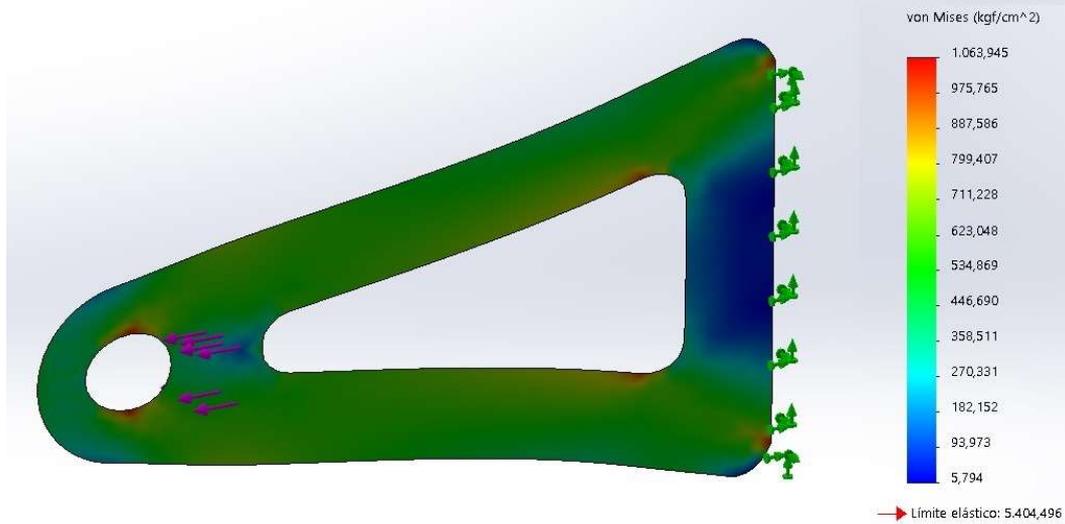


Figura 9.11. Análisis de tensiones de soporte de cilindros hidráulicos.

Finalmente, el conjunto queda ensamblado de la siguiente manera:



Figura 9.10. Conjunto Plataforma - Sistema de vuelco.

10. ELEMENTOS DE SUJECCION

10.1. Selección de cadenas

En este apartado vamos a seleccionar la eslinga de cadenas, encargada del izaje y vuelco de los contenedores. Además, se propone un diseño para las anillas superiores y ganchos de sujeción a los pernos del contenedor.

Comenzamos con el análisis de las fuerzas actuantes en las operaciones de izaje y vuelco del contenedor.

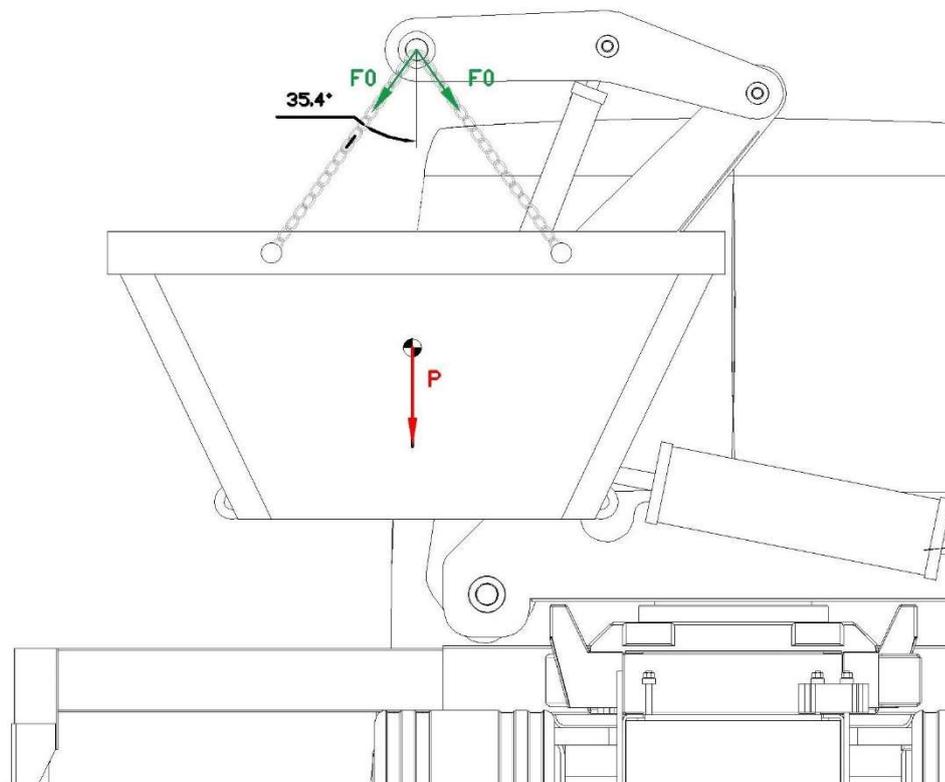


Figura 10.1. Fuerzas en operación de izaje.

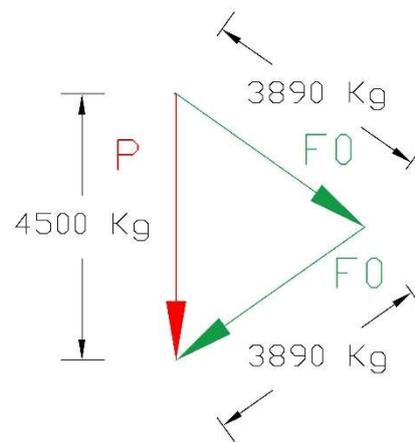


Figura 10.2. Representación de fuerzas actuantes en las cadenas.

En la figura anterior (Figura 10.2) se muestra que el peso del volquete está perfectamente distribuido en los dos ramales de cadenas. El peso contemplado en los cálculos de la grúa es de 9000 Kg , por lo que para cada uno de los brazos soporta la mitad (4500 Kg). A través del método gráfico de descomposición de fuerzas calculamos F_0 , y nos arroja un resultado de $F_0 = 3890\text{ Kg}$.

De la misma forma procedemos a analizar la maniobra de vuelco, para estar del lado de la seguridad consideramos que la totalidad de la carga sigue contenida en el volquete.

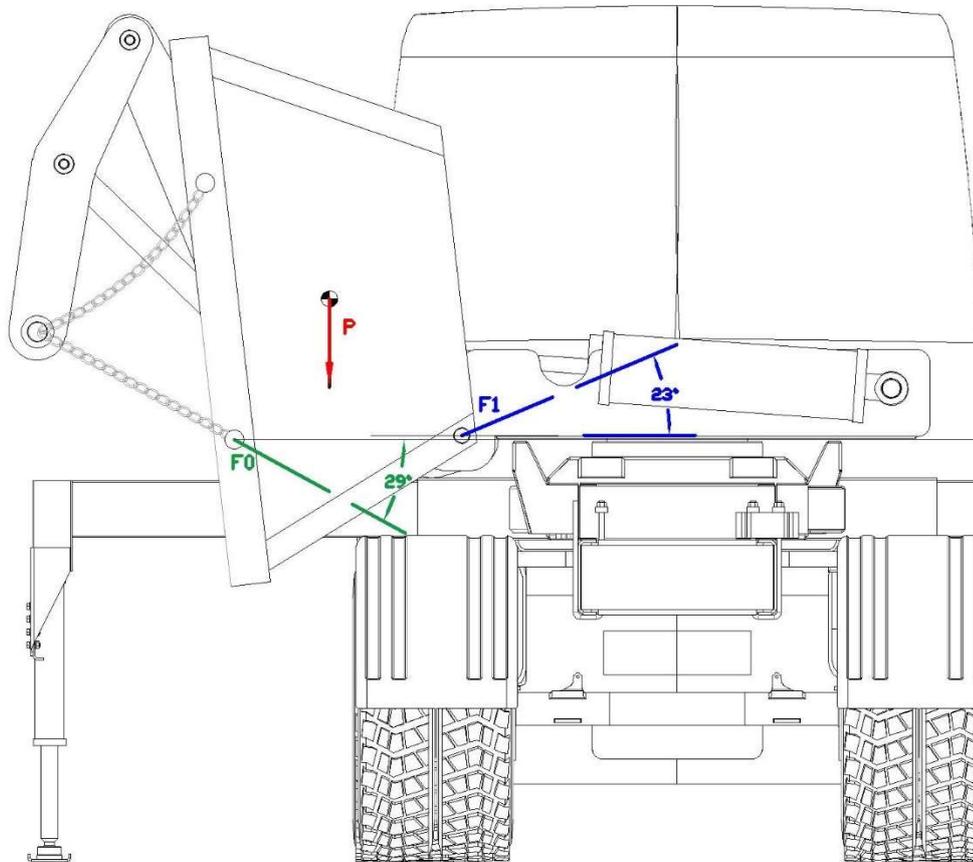


Figura 10.3. Fuerzas en operación de vuelco.

Como explicamos anteriormente se toma la fuerza $P = 4500 \text{ Kg}$ y, mediante el método gráfico de descomposición de fuerzas, obtenemos las reacciones sobre los pernos F_0 y F_1 para que el conjunto se encuentre en equilibrio en la posición determinada para el vaciado del contenedor.

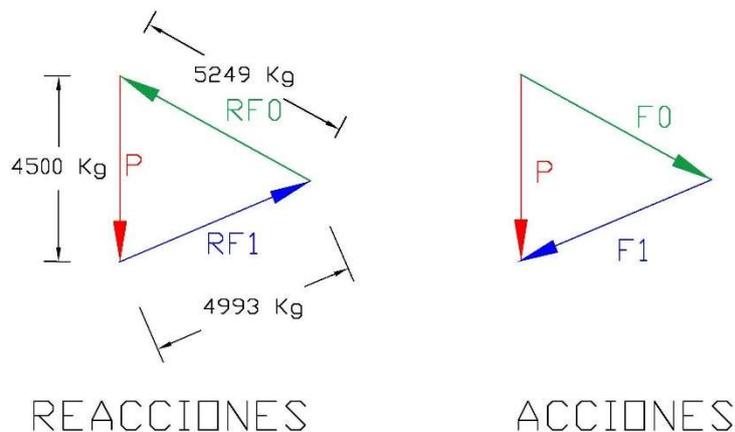


Figura 10.4. Reacciones y acciones en el sistema. Operación de vuelco.

Como se muestra en la figura anterior, la fuerza F_1 es la soportada por el sistema de vuelco y F_0 es la actuante sobre la cadena (ramal tensado). La fuerza de interés para este apartado es la $F_0 = 5249 \text{ Kg}$, y es el valor con el que vamos a seleccionar la cadena.

Para este tipo de aplicaciones se utilizan cadenas de acero de alta resistencia grado 80. Las mismas están fabricadas con acero aleado templado y revenido, lo cual les brinda gran resistencia a la tracción y una muy buena tenacidad. El fabricante seleccionado (Multicadenas) establece que sus productos están calculados con un coeficiente de seguridad igual a 4.

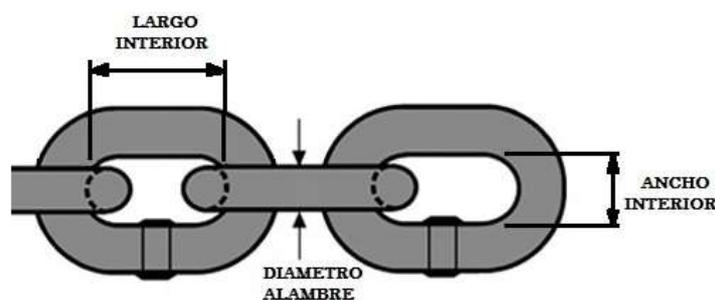


Figura 10.5. Dimensiones de eslabones de cadenas.

MEDIDA N° [Ø MM]	LARGO INTERIOR [MM]	ANCHO INTERIOR [MM]	PESO X METRO [KG]	CARGA DE TRABAJO [KG]
6	18	8	0.790	1.100
7	21	10	1.100	1.500
8	24	11	1.400	2.000
10	30	13	2.200	3.200
10	35	15	2.100	3.000
13	39	18	3.800	5.400
13	55	21	3.600	5.300
13	80	22	2.930	5.250
16	48	24	5.700	8.000
16	65	23	5.500	8.000
19	75	27	8.000	10.000
26	91	34	14.800	20.000

Tabla 10.1. Tabla de cadenas Grado 80. Empresa Multicadenas.

Se adopta la cadena grado 80 N° 13 de capacidad 5250 Kg. La pequeña brecha existente la solicitud y la capacidad admisible que muestra la tabla anterior se debe al $N = 4$ que establece el fabricante.

10.2. Cálculo pernos de sujeción

En este apartado se van a presentar los cálculos correspondientes de las sujeciones que mantienen solidario los conjuntos estabilizadores-grúa y plataforma respecto al chasis del camión. En ambos casos los elementos de sujeción soportan los momentos flectores generados por la carga del contenedor.

Ahora procedemos con el análisis correspondiente para poder justificar los pernos del conjunto estabilizador-grúa. El sistema de anclaje consta de 4 grampas, las cuales están sometidas a un momento flector generado por la reacción (R_A) del apoyo estabilizador (como se puede observar en Figura 10.6). Recordemos que la situación de mayor solicitud es en el instante que comienza el izaje del contenedor fuera de la plataforma (nivel cero).

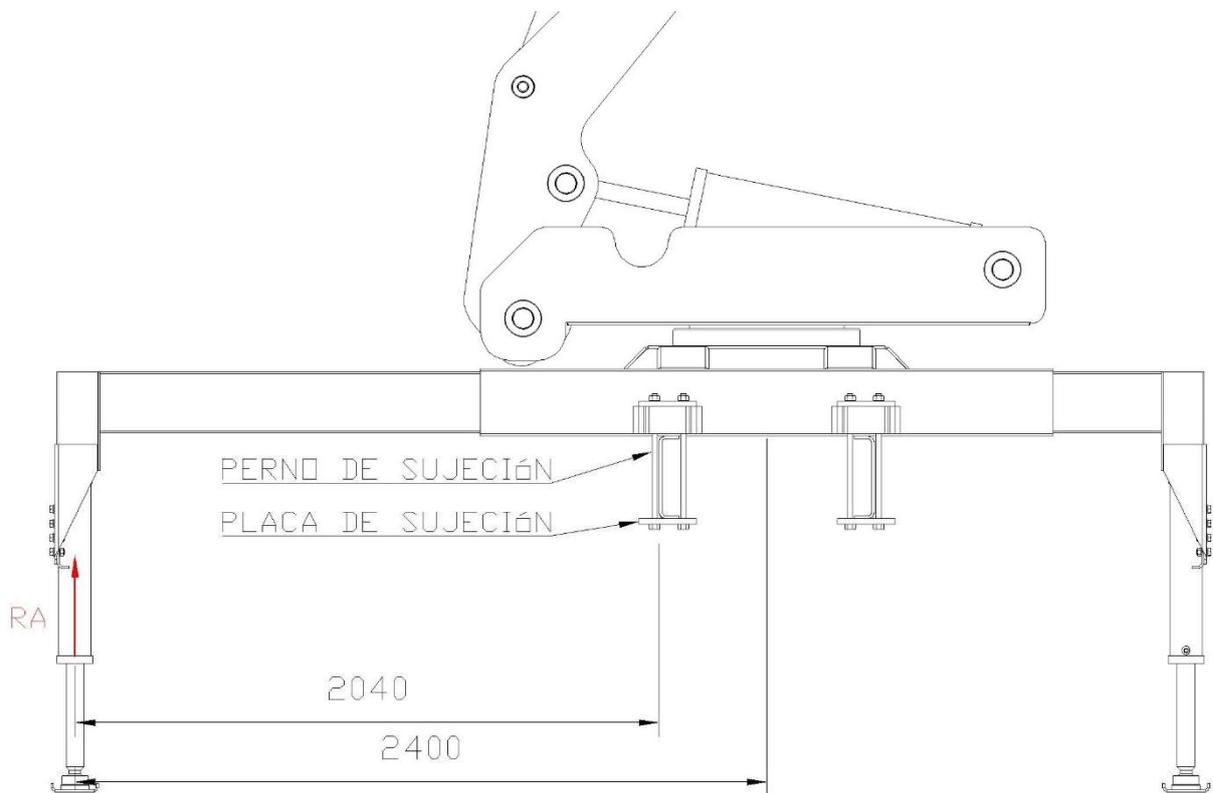


Figura 10.6. Fuerzas actuantes en conjunto Estabilizadores - Grúa.

Con los datos recolectados de la figura anterior calculamos el momento;

$$M = R_A \cdot 204 \text{ cm}$$

$$M = 7000 \text{ Kg} \cdot 204 \text{ cm}$$

$$M = 1428000 \text{ Kg.cm}$$

En dicha hipótesis de carga se producen esfuerzo de tracción en determinados pernos, en función a la distancia que se encuentren del punto O .

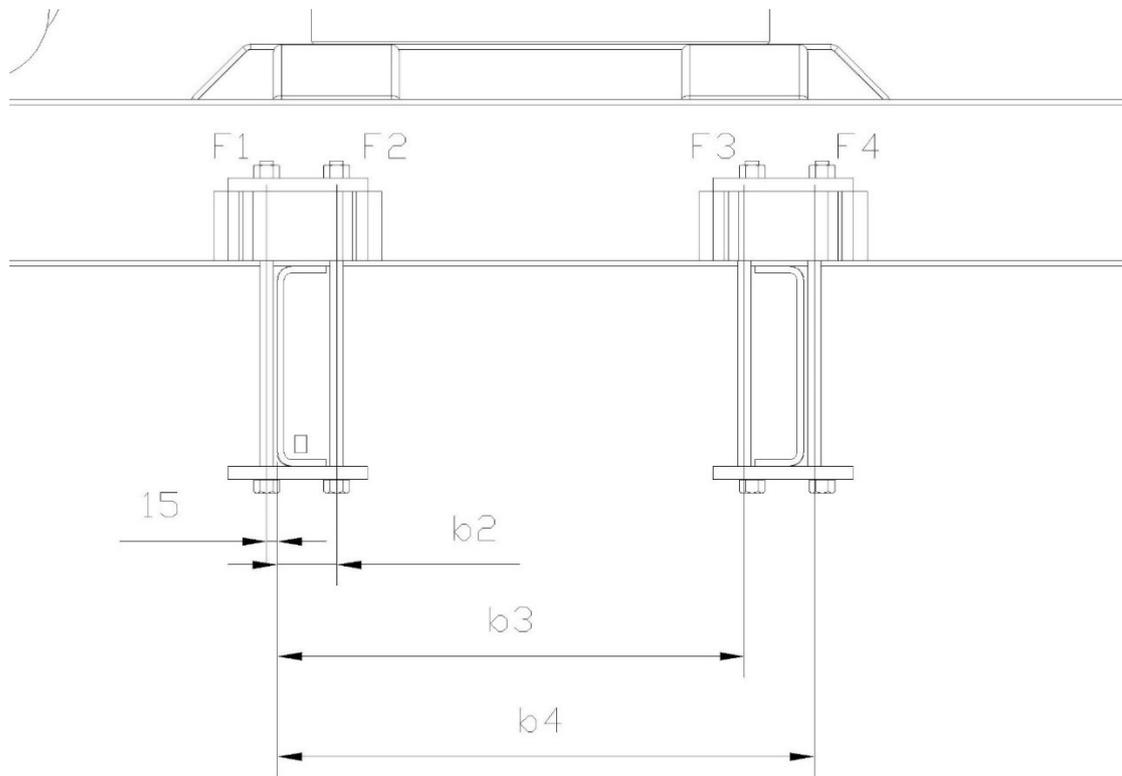


Figura 10.7. Distancias desde los pernos hasta el punto "0".

Los valores de las distancias reflejadas en la Figura 10.7 son:

- $b_2 = 85 \text{ mm}$
- $b_3 = 667 \text{ mm}$
- $b_4 = 767 \text{ mm}$

A través de la siguiente expresión matemática vamos a calcular el esfuerzo sobre cada una de las secciones de los pernos;

$$F_b = \frac{M \cdot b_n}{l \cdot \sum b_n^2}$$

Donde;

- M representa el momento flector aplicado.

- b_n representa la distancia de un tornillo en particular al punto O .
- l representa el número de hileras de tornillos.
- F_b corresponde a la fuerza de tracción inducida en el tornillo.

Reemplazando los valores anteriores en la ecuación, queda;

$$F_2 = \frac{1428000 \text{ Kg.cm} \cdot (8,5\text{cm})}{2 \cdot (b_2 + b_3 + b_4)^2}$$

$$F_2 = 263 \text{ Kg}$$

$$F_3 = \frac{1428000 \text{ Kg.cm} \cdot (66,7\text{cm})}{2 \cdot (b_2 + b_3 + b_4)^2}$$

$$F_3 = 2064 \text{ Kg}$$

$$F_4 = \frac{1428000 \text{ Kg.cm} \cdot (76,7\text{cm})}{2 \cdot (b_2 + b_3 + b_4)^2}$$

$$F_4 = 2373 \text{ Kg}$$

Una vez obtenidos los valores de los esfuerzos en cada una de los pernos, avanzamos con el dimensionamiento de la sección resistente.

Se puede deducir de los cálculos anteriores, que el área más solicitada es la del perno que se encuentra en la posición N°4. Por ello, procedemos a dimensionar dicha sección a través de Norma CIRSOC 301-EL con el tipo de unión llamado aplastamiento sin juego. El esfuerzo soportado por los bulones es de tracción, se adoptaron bulones ISO 8.8:

$$R_d = \phi \cdot A_n \cdot F_u$$

Donde;

- Rd : Resistencia de diseño a la tracción [Kg]
- ϕ : Factor de resistencia
- An : Área neta en la parte roscada del bulón [cm^2]
- Fu : Tensión de rotura a la tracción [$\frac{Kg}{cm^2}$]
- Ab : Área bruta del vástago del bulón [cm^2]
- N : Coeficiente de seguridad

Afectamos a la ecuación propuesta por la norma con un coeficiente de seguridad N (carga permanente –choque suave-). Además, se incluye en la formula el coeficiente η que disminuye la sección resistente del área bruta del bulón (Ab). Para bulones normalizados de alta resistencia dicho coeficiente oscila entre 0.75 y 0.79, adoptamos un valor de $\eta = 0.75$

$$Rd \cdot N = \phi \cdot Ab \cdot \eta \cdot Fu$$

De la ecuación anterior despejamos el ϕb del bulón para luego, poder seleccionar el diámetro normalizado más próximo a dicho valor.

$$Rd \cdot N = \phi \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \eta \cdot Fu$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot Rd \cdot N}{\eta \cdot Fu \cdot \phi \cdot \pi}}$$

Donde;

- Para ISO 8.8 $Fu = 800 MPa = 8157 \frac{Kg}{cm^2}$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot 2373 Kg \cdot 3}{0,75 \cdot 8157 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 0,75 \cdot \pi}}$$

$$\phi = 1,40 \text{ cm} = 14 \text{ mm}$$

De acuerdo a los datos obtenidos seleccionamos un bulón métrico M14 ISO 8.8. Debido a que la longitud necesaria no corresponde con dimensiones normalizadas de bulones (450mm de largo), se diseña un esparrago especial que cumpla dichos requisitos. Para lograr la resistencia equivalente a un bulón grado ISO 8.8 se utiliza el siguiente material:

- Acero SAE 1045, templado en aceite a 820°C y revenido a 430 °C. Resistencia a la tracción de **875 MPa = 8920 Kg/cm²**

A continuación, vamos a dimensionar a través del mismo procedimiento los pernos de sujeción de la plataforma. Para este caso, la hipótesis de carga más desfavorable que se presenta es durante la maniobra de vuelco del contenedor como se puede apreciar en la Figura 10.8.

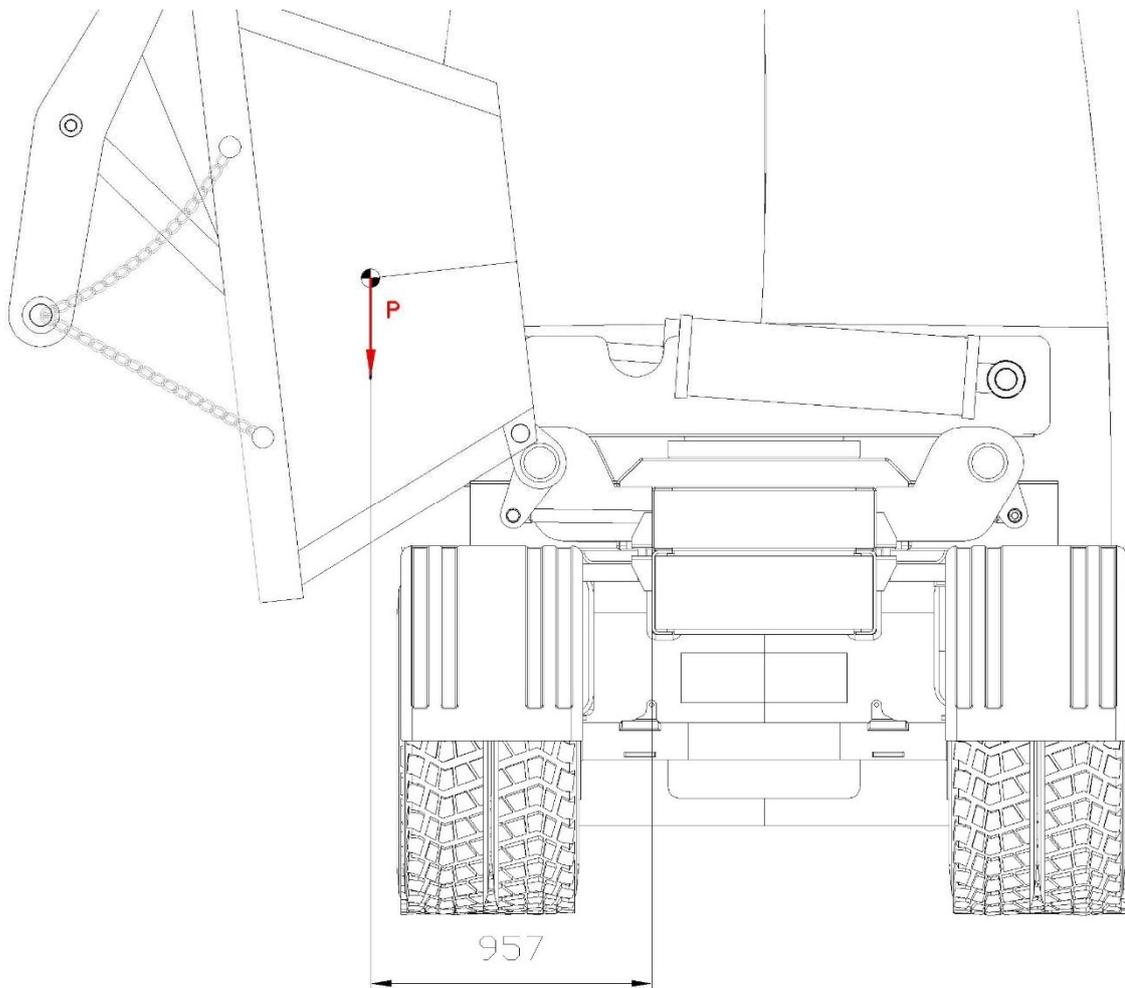


Figura 10.8. Hipótesis de carga en el vuelco del contenedor.

Ahora, calculamos el momento generado por la fuerza P respecto al punto de giro del sobrechasis de la plataforma:

$$M = P \cdot 95,7 \text{ cm}$$

$$M = 9000 \text{ Kg} \cdot 95,7 \text{ cm}$$

$$M = 861300 \text{ Kg.cm}$$

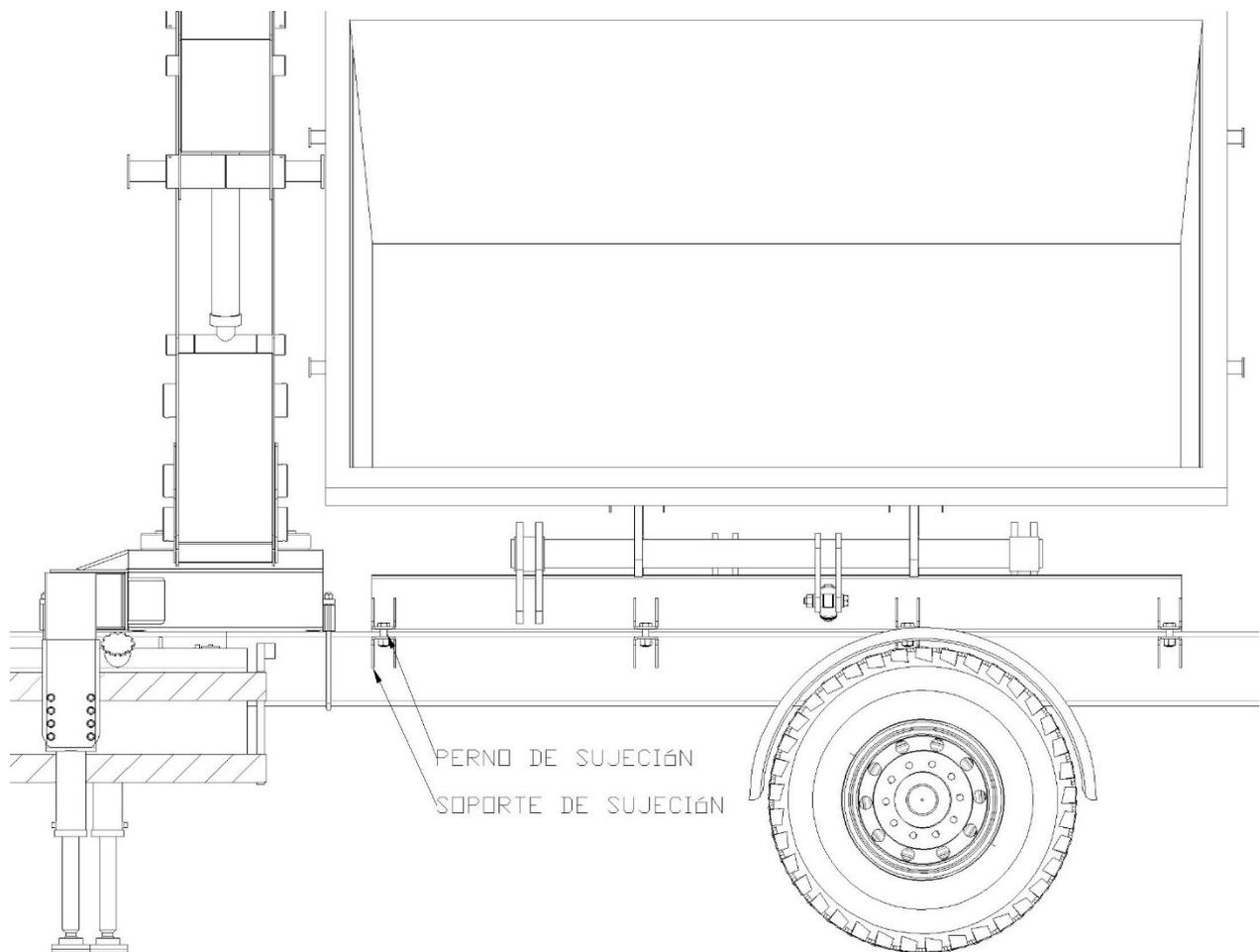


Figura 10.9. Vista lateral con detalle de sujeciones de plataforma.

Como se puede muestra en la Figura 10.9, se colocan cuatro (4) soportes plegados uniformemente distribuidos por cada lado de la plataforma con sus respectivos pernos.

En esta hipótesis de carga se producen esfuerzo de tracción en los pernos que se encuentran del lado contrario al vuelco, y dichos esfuerzos depende de la distancia que se encuentren al punto O .

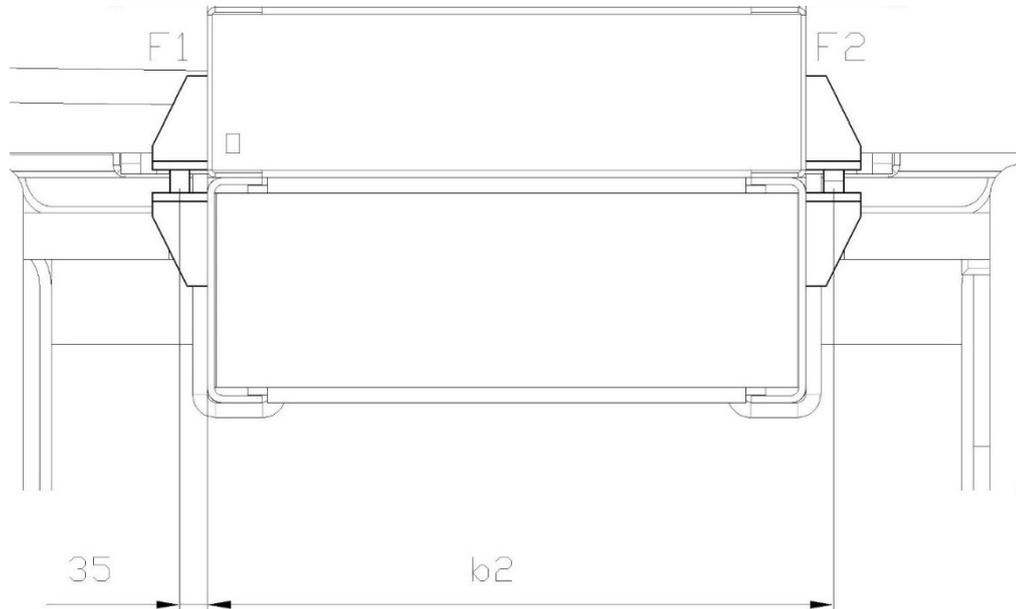


Figura 10.10. Ubicación de bulones respecto al punto de giro "O".

El valor de la distancia representada en la Figura 10.10 es:

- $b_2 = 798 \text{ mm}$

A través de la expresión matemática utilizada anteriormente calculamos el esfuerzo sobre los pernos;

$$F_b = \frac{M \cdot b_n}{l \cdot \sum b_n^2}$$

Reemplazando los valores, tenemos;

$$F_2 = \frac{861300 \text{ Kg. cm.} \cdot (79,8 \text{ cm})}{4 \cdot (79,8 \text{ cm})^2}$$

$$F_2 = 2698 \text{ Kg}$$

Una vez obtenido el valor del esfuerzo en cada una de los pernos, avanzamos con el mismo proceso de selección que el caso de los bulones del conjunto grúa-estabilizadores:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot Rd \cdot N}{\eta \cdot Fu \cdot \phi \cdot \pi}}$$

Utilizamos la misma calidad de bulones, ISO 8.8.

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot 2698 \text{ Kg} \cdot 3}{0,75 \cdot 8157 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0,75 \cdot \pi}}$$

$$\phi = 1.49 \text{ cm} = 14.9 \text{ mm}$$

En este caso, seleccionamos un bulón métrico M16 que es el inmediato superior.

10.3. Cálculo de soldadura para sujeciones de plataforma.

La soldadura es un proceso por el cual se unen partes metálicas mediante la aplicación de calor con o sin presión entre las superficies en contacto, y puede o no adicionarse materiales de aporte al base que se quiere unir. Básicamente existen 3 tipos de uniones soldadas: a tope, de filete y de tapón o muesca. Además, se pueden clasificar referente a la posición o según el tipo de junta.

En las Figuras 10.9 y 10.10 anteriores se puede apreciar la ubicación de las piezas que van a ser soldadas al chasis de la plataforma y del camión, con el fin de solidarizar ambas estructuras. Se presentan, a continuación, dos imágenes (Figura 10.11 y 10.12) que ilustran en detalle la pieza a soldar en las estructuras portantes con su respectivo cordón de soldadura.

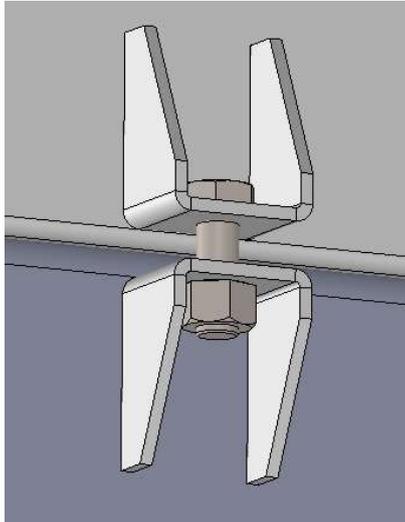


Figura 10.12. Plegado de sujeción

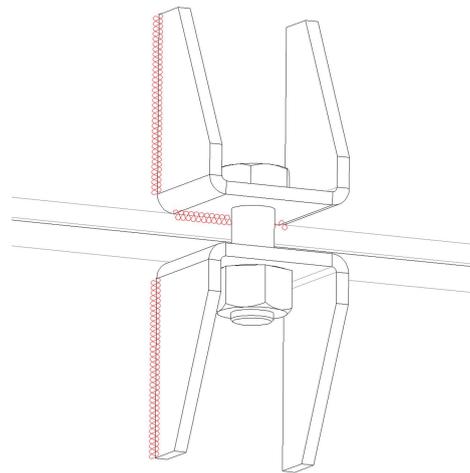


Figura 10.11. Esquema de soldadura plegado de sujeción

Los cordones de soldadura fueron calculados de acuerdo al tipo de unión y el esfuerzo al cual están sometidos. Para dimensionar dichas soldaduras seguimos el criterio especificado por la reglamentación CIRSOC 301-EL (Sección J.2.1) y CIRSOC 304.

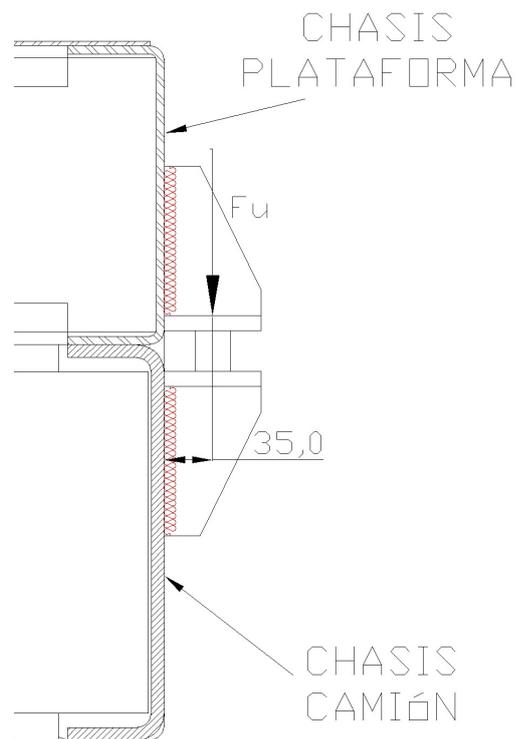


Figura 10.13. Esquema de unión chasis camión-plataforma

La unión soldada es tipo filete (junta en T) y la pieza se encuentra bajo un estado de carga que genera esfuerzos de corte y flexión en la zona de soldadura por la excentricidad de la fuerza F_u ocasionada por la oposición del bulón (Figura 10.13).

A continuación, procedemos con el cálculo según lo establecido por la norma:

- Como primera consideración de cálculo, prefijamos una longitud L_i y un espesor unitario d de cordón de soldadura. En este caso utilizamos como longitudes L_i igual a las dimensiones propias de la pieza de sujeción, como se puede observar en la Figura 10.14.

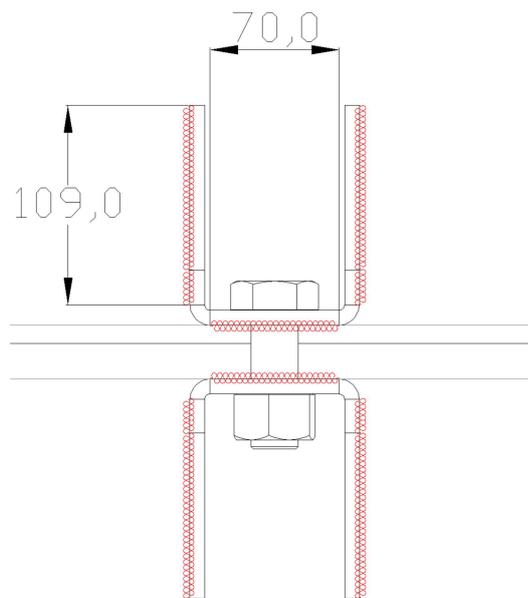


Figura 10.14. Longitudes L_i de cordón de soldadura

- Ahora, trabajamos con el área efectiva del cordón de soldadura buscando el centro de gravedad del conjunto y el momento de inercia I_{xx} del mismo. (Figura 10.15)

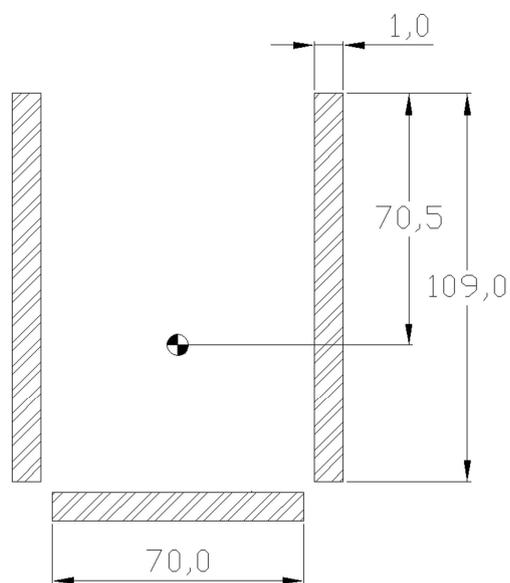


Figura 10.15. Áreas efectivas soldaduras

- Considerando que el esfuerzo cortante S_s se distribuye uniformemente en el área de los filetes verticales, y el momento ($Fu \cdot e$) genera tensiones normales S_f sobre el filete horizontal:

$$S_s = \frac{Fu}{Aw_1}$$

Dónde;

Fu : Fuerza originada por la oposición del bulón en el momento del vuelco del contenedor (2698 Kg).

Aw_1 : Área efectiva unitaria filetes verticales.

$$S_s = \frac{2698 \text{ Kg}}{2 \cdot 10,9 \text{ cm}^2}$$

$$S_s = 123,8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_f = M/W_1$$

Dónde;

W_1 : Módulo resistente unitaria filete horizontal

$$S_f = \frac{Fu \cdot e}{\frac{I_{xx}}{c}}$$

$$S_f = \frac{2698 \text{ Kg} \cdot 3,5 \text{ cm}}{\frac{379,2 \text{ cm}^4}{7 \text{ cm}}}$$

$$S_f = 175,6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

- Para obtener el esfuerzo resultante S sobre el cordón de soldadura, componemos los esfuerzos de corte y normales:

$$S = \sqrt{S_s^2 + S_f^2}$$

$$S = \sqrt{123,8^2 + 175,6^2}$$

$$S = 214,9 \text{ Kg/cm}^2$$

- Luego, averiguamos la tensión resistente Rd de diseño de un filete unitario. Se toma el menor valor de las siguientes fórmulas:

$$Rd = \phi \cdot F_{BM} \cdot A_{BM} \quad \text{ó} \quad Rd = \phi \cdot F_W \cdot A_W$$

Dónde;

F_{BM} : Resistencia nominal del metal base.

F_W : Resistencia nominal (a rotura por tracción) del electrodo.

A_{BM} : Área de la sección transversal efectiva del material base.

A_W : Área efectiva de la soldadura.

ϕ : Factor de resistencia.

Los valores de ϕ , F_{BM} , F_W , y el estado límite determinante para cada tipo de soldadura y esfuerzo se presenta en la Tabla J.2-5 de la Norma CIRSOC 301-EL (Tabla 10.2)

Tipo de fuerza (a)	Material	Factor de Resistencia ϕ	Resistencia Nominal F_{BM} o F_W	Nivel de Resistencia Requerida del material de aporte (b.c)
Soldaduras de Filete				
Corte en el área efectiva	Base Electrodo	0,60	$0.60F_{EXX}$	Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que la Del metal de aporte compatible
Tracción o compresión paralela al eje de la soldadura (d)	Base	0,90	F_y	

Tabla 10.2. Valores y coeficientes para la Resistencia de diseño de Soldadura de filete

Reemplazando los valores de la anterior tabla, la ecuación queda:

$$Rd = 0,60 \cdot 0,60 \cdot F_{EXX} \cdot (0,707 \cdot 1)$$

Dónde;

F_{EXX} : Resistencia mínima a la tracción del electrodo para soldadura manual. En éste caso, elegimos un alambre para soldadura MIG ER70S-6 (Mn-Si) con una resistencia a la tracción de 4385 Kg/cm^2 .

$$Rd = 1116,1 \text{ Kg/cm}^2$$

- Finalmente encontramos el cateto necesario haciendo:

$$d_{nec} = S/Rd$$

$$d_{nec} = \frac{214,9 \text{ Kg/cm}^2}{1116,1 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$d_{nec} = 0.2 \text{ cm}$$

El valor del cateto de soldadura calculado debe cumplir $d_{\text{mín}} \geq d_{nec} \geq d_{\text{máx}}$. Los valores mínimos recomendados por la reglamentación se presentan en la siguiente Tabla 10.3.

Espesor del Material Unido más Grueso (mm)	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete (a) (mm)
Hasta 6	3
Más de 6 hasta 13	5
Más de 13 hasta 19	6
Más de 19	8
(a) Lado del filete. Debe hacerse de una sola pasada. (b) Ver la Sección J.2.2(b) para el lado máximo del cordón de filete.	

Tabla 10.3. Valores de cateto mínimo

Como el espesor de chapa utilizado para el plegado de sujeción es de 8 milímetros, según la Tabla anterior el cateto mínimo es de 6 milímetros. Por ende, si el $d_{nec} < d_{min}$ adoptamos a éste último como el cateto de los cordones de soldadura. (Figura 10.16)

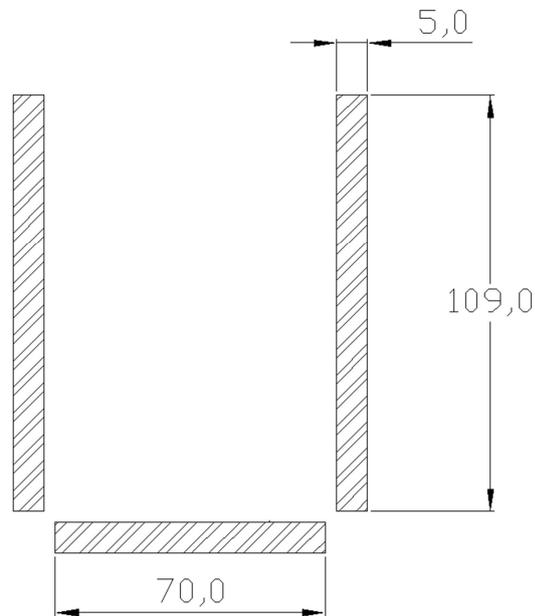


Figura 10.16. Dimensiones verificadas de cordones de soldadura.

10.4. Ganchos pasadores

Luego de seleccionar la cadena, se diseñan y verifican los ganchos que, a través de las cadenas, solidarizan las grúas con el volquete. Los que sujetan al contenedor son dos, uno por perno, mientras que en la grúa se encuentran ambas cadenas en un solo gancho. La representación de este sistema se encuentra en la siguiente figura:

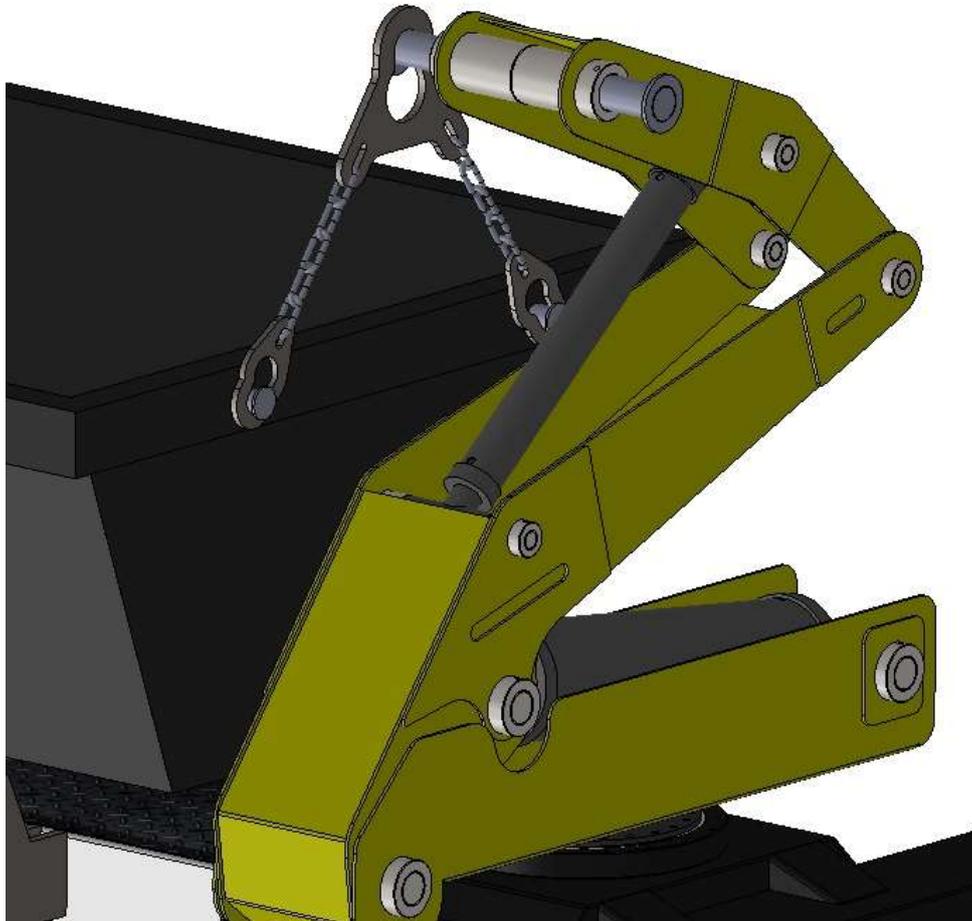


Figura 10.17. Conjunto de soporte de volquete.

Se llevó a cabo el diseño de ambos en *ACERO SAE 1010*, el superior se diseña con un espesor $e = 3/4" = 19,05mm$, mientras que los inferiores se proyectan con un espesor $e = 5/8" = 15,87mm$. El primero de los mencionados se verifica a través del cálculo por elementos finitos en software *SOLIDWORKS* (Figura 10.18):

Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones1
Escala de deformación: 482.957

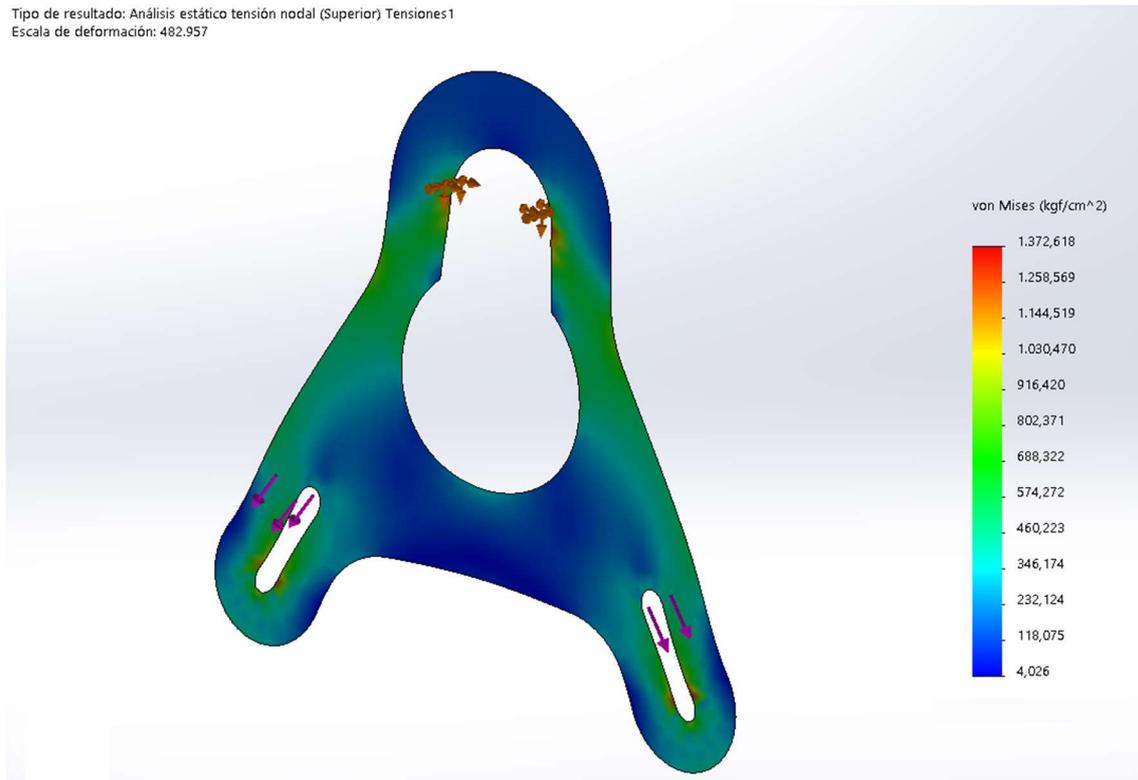


Figura 10.18. Esfuerzos en gancho superior.

La tensión de Von Mises máxima es:

$$S_{m\acute{a}x} = 1372 \text{ kg/cm}^2$$

Siendo el límite elástico del acero *SAE1010* $S_y = 3200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, el coeficiente de seguridad de diseño es el siguiente:

$$N = \frac{S_y}{S_{m\acute{a}x}} = \frac{3200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1372 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$N \cong 2,33$$

Para el gancho inferior se llevó a cabo la verificación de la misma manera (Figura 10.19):

Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones1
Escala de deformación: 304.64

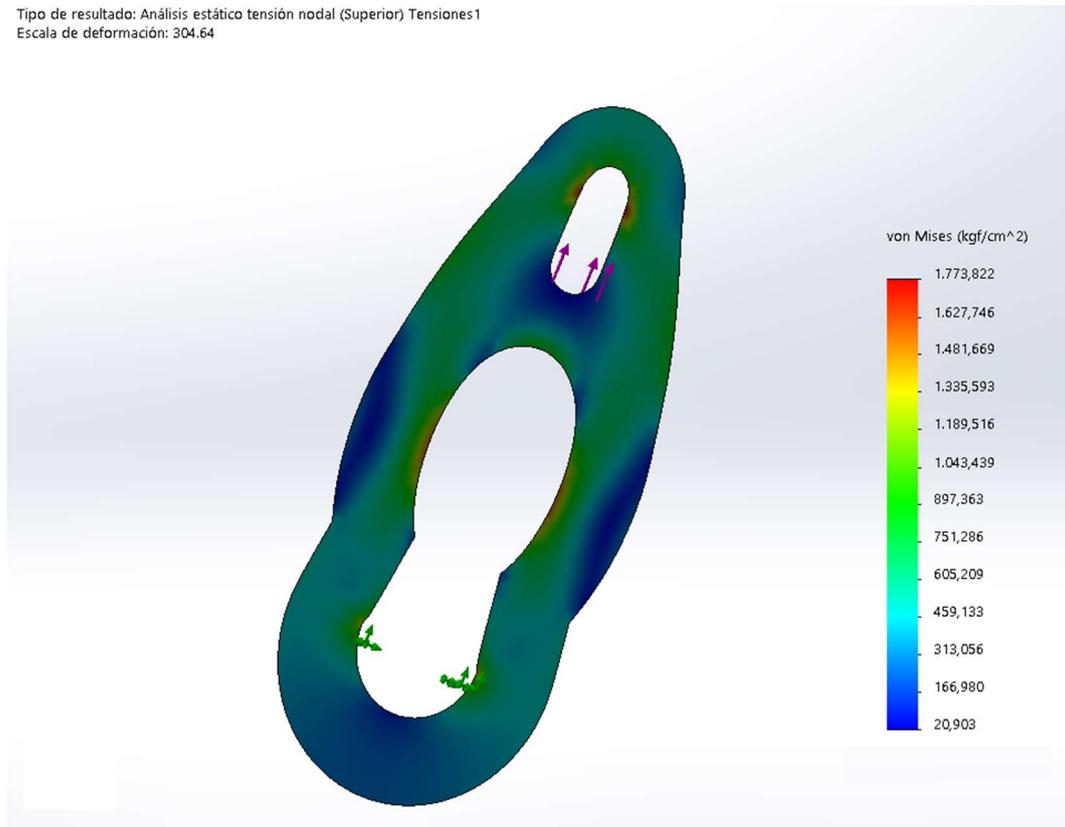


Figura 10.19. Esfuerzos en ganchos inferiores.

La tensión de Von Mises máxima es:

$$S_{m\acute{a}x} = 1773 \text{ kg/cm}^2$$

Nuevamente el límite elástico es $S_y = 3200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, el coeficiente de seguridad de diseño ahora es:

$$N = \frac{S_y}{S_{m\acute{a}x}} = \frac{3200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1773 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$N = 1,8$$

11. SISTEMA HIDRÁULICO

11.1. Selección de bomba hidráulica

Vamos a adoptar una bomba que es accionada a través de la toma de fuerza del camión. Dicha bomba es de engranajes, ya que nos permite trabajar con elevadas presiones y caudales, y su mantenimiento es sencillo.

Para llevar adelante la selección debemos tomar el caudal máximo acumulado de los componentes hidráulicos que actúen simultáneamente, además, debemos tener en cuenta las pérdidas de carga del fluido en el sistema debido a rozamientos en conductos y accesorios del mismo

La bomba que provee potencia al circuito hidráulico, es accionada por un motor eléctrico y funciona transportando el fluido de trabajo entre los dientes de dos engranajes. Este tipo de bombas, pueden trabajar con grandes presiones y caudales, y su mantenimiento es sencillo. Recordemos que la presión adoptada para el sistema hidráulico es de 180 bares.

El ramal principal, por solicitaciones de caudal, es el de los cilindros de los brazos giratorios (cilindros 1 y 2). Tenemos que tomar el doble del caudal de ambos cilindros para contemplar el movimiento en simultaneo de ambos brazos. Tenemos que:

- Caudal Cilindro 1:

$$Q1 = 74.7 \text{ l/min}$$

- Caudal Cilindro 2:

$$Q2 = 9.7 \text{ l/min}$$

- Caudal Total Ramal Principal:

$$Q = 2. (Q1) + 2. (Q2)$$

$$Q = 168.8 \text{ l/min}$$

Ahora procedemos a seleccionar el diámetro del conducto principal a través del ábaco de la marca VERION. Establecemos, por recomendación del mismo proveedor, una velocidad del fluido de 1.5 m/s.

Dicho ábaco es de fácil interpretación, tiene como datos de entrada el caudal del sistema en l/min (escala ubicada a la izquierda) y la velocidad del fluido hidráulico en m/seg (escala ubicada a la derecha). La recta que se origina al unir los puntos de los valores anteriores interseca una escala central que representa el diámetro del conducto del fluido en mm . El valor de referencia encontrado es $50 mm$. Como nos encontramos en una zona límite de dicha escala, adoptamos la configuración de conducto inmediatamente superior que es de $\varnothing 76 \times 63$.

Cálculo del diámetro nominal de tuberías

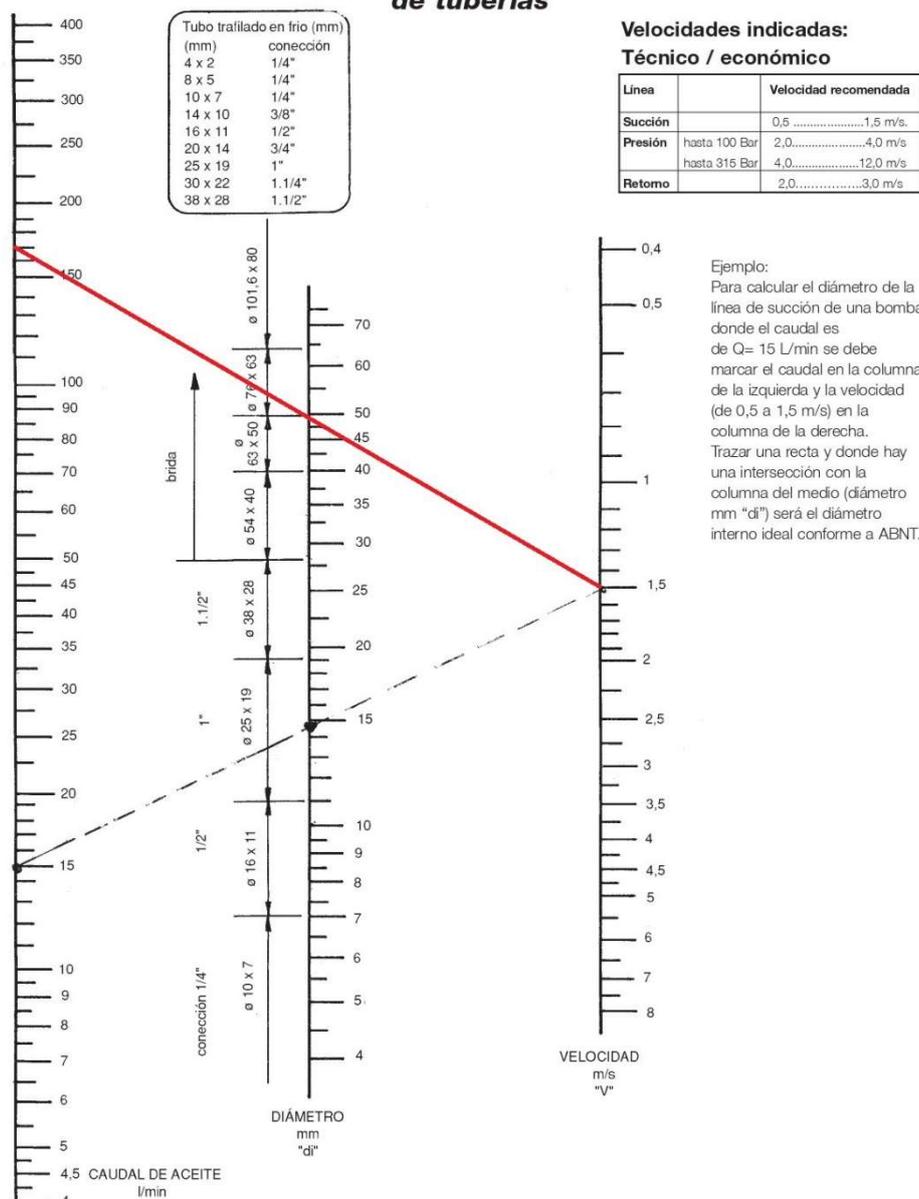


Figura 11.1. Ábaco para cálculo de diámetro nominal de tuberías.

Ahora, procedemos a calcular la pérdida de carga a través de un ábaco similar al anterior.

Como se muestra en la siguiente Figura debemos trazar la recta con los puntos de la primera y cuarta escala, respectivos a la Viscosidad [cSt] y Caudal [l/min]. Dicha recta está representada en color rojo.

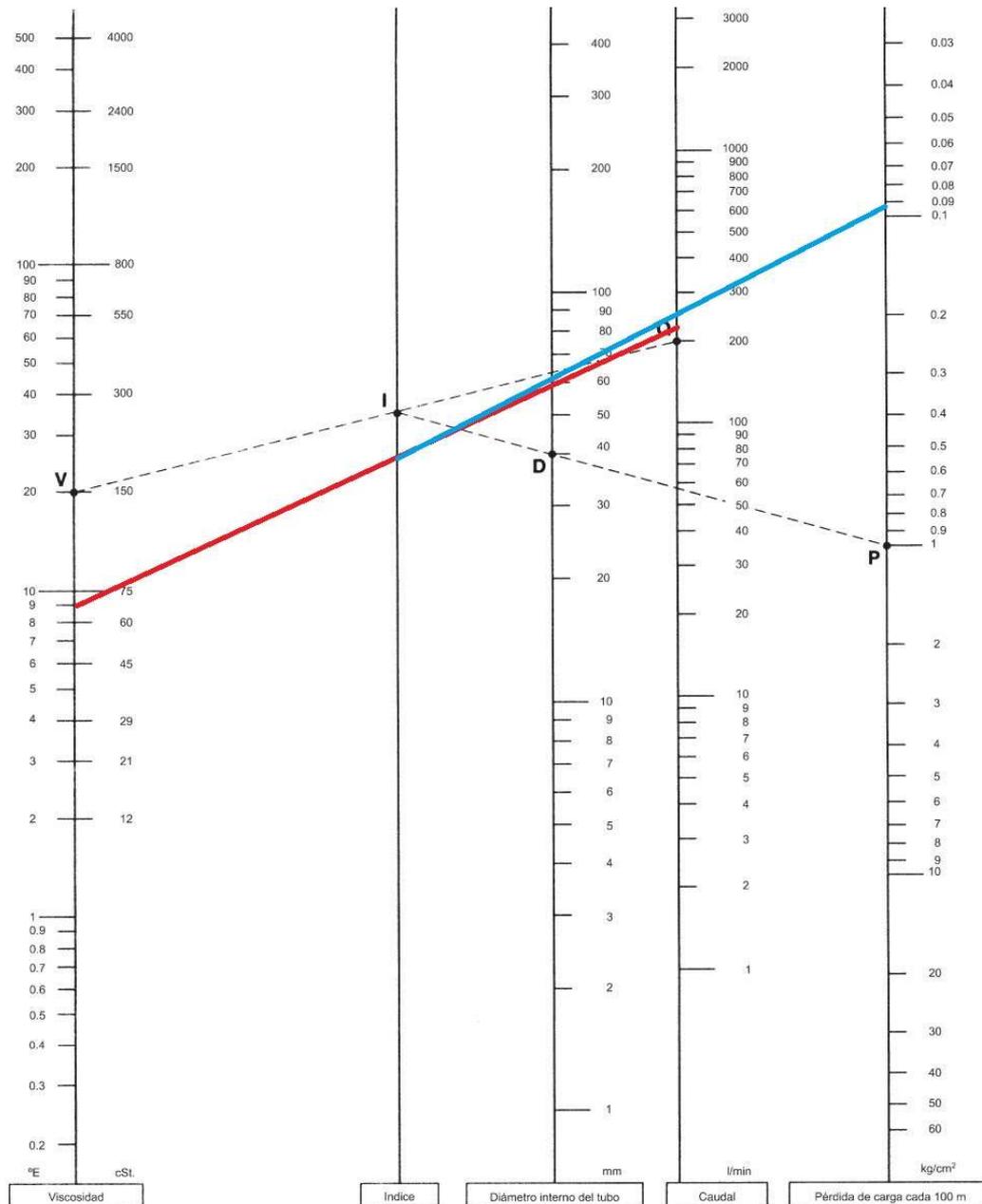


Figura 11.2. Ábaco para cálculo de pérdida de carga en tuberías.

La recta anterior intersecta la segunda escala que es un índice del ábaco y, uniendo la intersección nombrada con la escala del diámetro interno del tubo [mm]. A través de la recta anterior podemos deducir la pérdida de carga (escala ubicada a la derecha del ábaco) en Kg/cm^2 cada 100 metros lineales de conducto. Dicha recta está representada en color azul.

El fluido hidráulico utilizado es de la marca Hidrotec grado ISO 15 de las siguientes características:

HIDROTEC	50	75	100	150	200
Grado ISO	10	15	22C	32	46
Viscosidad SSU@37,8°C	50-60	70-80	90-100	145-165	180-200
Viscosidad cSt @ 40°C	9,00-11,0	13,5-16,5	19,8-24,2	28,8-35,2	41,4-50,6
Punto de inflamación °C	160	160	180	195	200
Índice viscosidad mín.	55	65	100	100	100
Ensayo espuma	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Color Gardner	1-2	6-7	4-7	4-8	5-8
Índice de Acidez (mg KOH/g)	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2

Tabla 11.1. Fluidos hidráulicos. Hidrotec.

Como ya anticipamos, la bomba hidráulica adoptada es a engranajes propulsada por el motor del camión. Dicha bomba es de la marca OMF B de origen italiano y provista por la empresa VERION, el modelo seleccionado es NPGH-150.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS																	
TIPO BOMBA	CILIN-DRADA cm ³ /rev.	PRESIÓN			VELOCIDAD MÁXIMA CONTINUA	VELOCIDAD MÁXIMA INTERMITENTE	VELOCIDAD MÍNIMA	ROTACIÓN		ENTRADA GAS	SALIDA 1 lateral	SALIDA 2 posterior	A	B	C	D	PESO kg
		P1	P2	P3				DERECHA	IZQUIERDA								
		bar			RPM			mm									
NPH-17	17,04	290	315	325	2500	3000	300	105.011.00175	105.011.00184	1/2"G	1/2"G	1/2"G	152,5	103,5	119	146	8,5
NPH-22	22,15	285	310	320				105.011.00228	105.011.00237				156	107			9
NPH-27	26,18	280	300	315	2200	2800	300	105.011.00273	105.011.00282	3/4"G	3/4"G	3/4"G	158,5	108	119	146	9,5
NPH-34	33,88	280	300	310				105.011.00344	105.011.00353				163,5	109			10,5
NPH-43	43,12	270	290	300	2000	2500	300	105.011.00433	105.011.00442	1"G	3/4"G	3/4"G	169,5	114	150	155	11
NPH-51	50,82	240	260	280				105.011.00513	105.011.00522				174,5	114,5			11,5
NPGH-63	63,70	290	315	325	1800	2700	300	105.012.00638	105.012.00647	1-1/4"G	1"G	1"G	186	121	150	155	17,5
NPGH-73	74,87	280	300	315				105.012.00736	105.012.00745				190	125			18,5
NPGH-84	85,96	260	280	290	1500	2500	300	105.012.00843	105.012.00852	1-1/2"G	1"G	1"G	194	125,5	150	155	19
NPGH-100	102,60	250	270	280				105.012.01002	105.012.01011				200	129			19,5
NPGH-116	119,24	240	260	270	1500	2500	300	105.012.01164	105.012.01173	1-1/2"G	1"G	1"G	206	135	150	155	20
NPGH-133	135,88	220	250	260				105.012.01333	105.012.01342				212	138			21
NPGH-150	149,75	180	210	220				105.012.01502	105.012.01511				217	143			21,5

P1= Presión máxima continua (100%)

P2= Presión máxima intermitente (120-180 seg. max.)

P3= Presión máxima en pico (15 seg. max)

También disponibles dobles con bridas y ejes SAE e ISO.

Tabla 11.2. Bombas hidráulicas a engranajes. VERION.

La recta de color rojo del ábaco está dada por los valores de 65 cSt del índice de viscosidad del fluido y los 225 l/min del posible caudal máximo continuo que puede entregar la bomba.

$$Q_{maximo\ continuo} = 1500\ rpm * 149.75\ cm^3/rev$$

$$Q_{maximo\ continuo} = 225000\ cm^3/min$$

$$Q_{maximo\ continuo} = 225\ l/min$$

Como hemos explicado anteriormente, la curva azul dada por el índice y por el diámetro interno del conducto nos muestra la pérdida de carga que es aproximadamente a 0.1 Kg/cm² por lo que consideramos un valor despreciable para el circuito.

11.2. Circuito hidráulico.

El circuito hidráulico de todo el conjunto se detalla en el Anexo 1 con todos sus componentes: cilindros hidráulicos, motores hidráulicos, depósito, bomba, electroválvulas, reguladores e indicadores de presión.

El circuito se divide con una válvula direccional en dos partes, circuito inferior y circuito superior, de manera tal que nunca puedan funcionar juntos. El circuito inferior está compuesto

por los elementos que se encargan de estabilizar el equipo, es decir, los cilindros hidráulicos que accionan los estabilizadores, y en este mismo circuito también se encuentran los motores de giro de las grúas. De esta manera, mientras la válvula direccional se encuentre en posición de presurizar el circuito inferior, solo se podrá manipular el giro y los estabilizadores.

Cuando se presuriza el circuito superior el anterior queda inhabilitado, permitiendo producir los movimientos de elevación o de vuelco con las grúas y el sistema de vuelco. El circuito se diseñó de esta manera para evitar posibles accidentes si la carga se encuentra en movimiento y de manera involuntaria se retraen los estabilizadores.

12. CODIFICACION

Para la correcta organización, clasificación, identificación y trazabilidad a lo largo de la producción y ensamblaje de las partes que componen a todo un equipo, surge la necesidad de plantear una codificación.

La codificación debe disponer de los dígitos suficientes para lograr dar la información que se necesita, pero sin llegar al punto de generar una elevada dificultad de legibilidad e interpretación.

Se plantea una codificación alfanumérica que permite diferenciar correctamente si existieran distintos equipos, o equipos similares con distintas características, diferenciar conjuntos de sub conjuntos y abarcando las piezas finales que los compongan.

Código base:

XX00–00000

Los dígitos **XX** corresponden a una abreviación del equipo en cuestión.

Los dígitos **00** seguidos de los anteriores, ayudan a la descripción de alguna característica distintiva del equipo.

Los dígitos siguientes pueden ser números o letras, dependiendo del conjunto o sub conjunto al que pertenezcan. Las letras se ubican luego del guion medio, de izquierda a derecha, mientras que los números se utilizan de manera creciente ocupando desde la unidad.

Ejemplo:

PB05–BA003

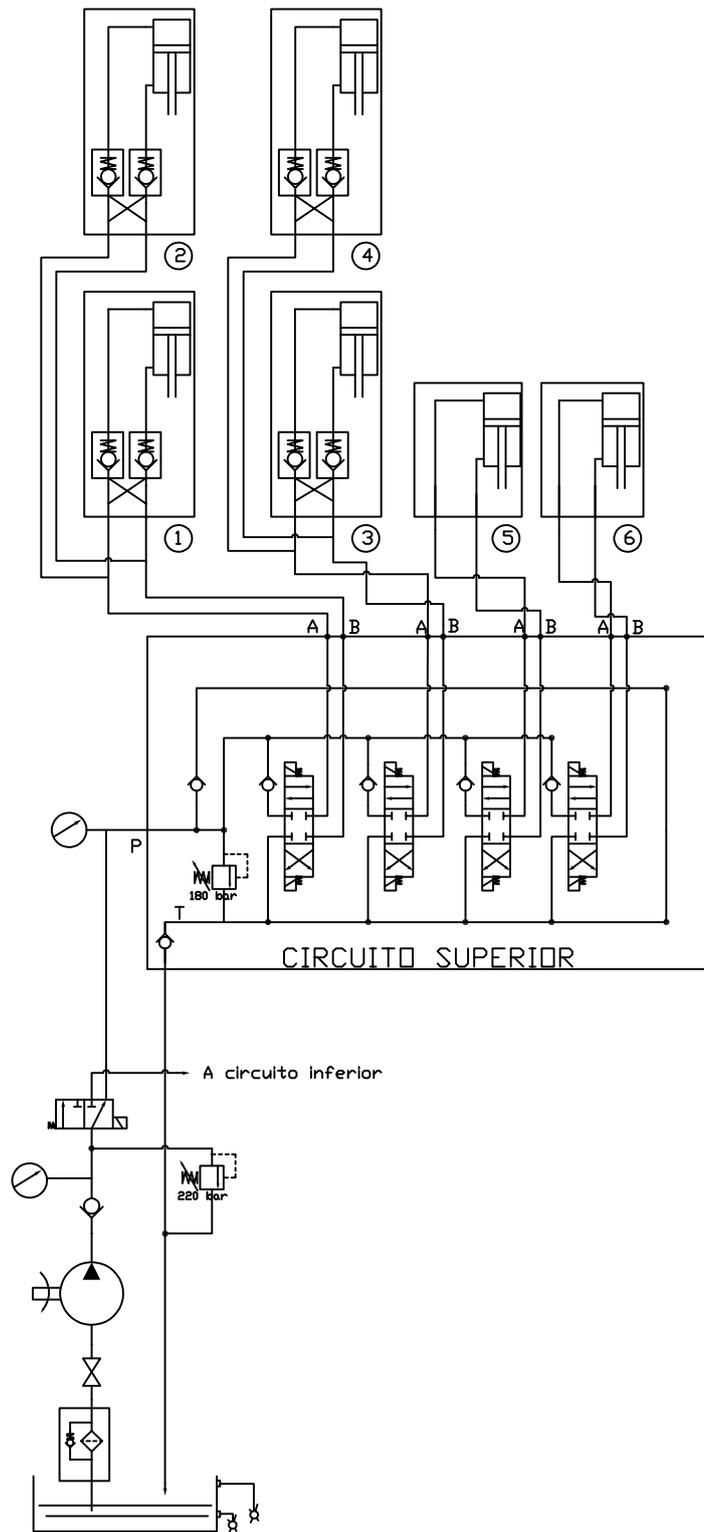
El código correspondería a: Porta volquetes Bilateral de 5tn, haciendo referencia a la pieza 3 del subconjunto A, siendo el anterior perteneciente al conjunto B de este equipo.

13. BIBLIOGRAFÍA

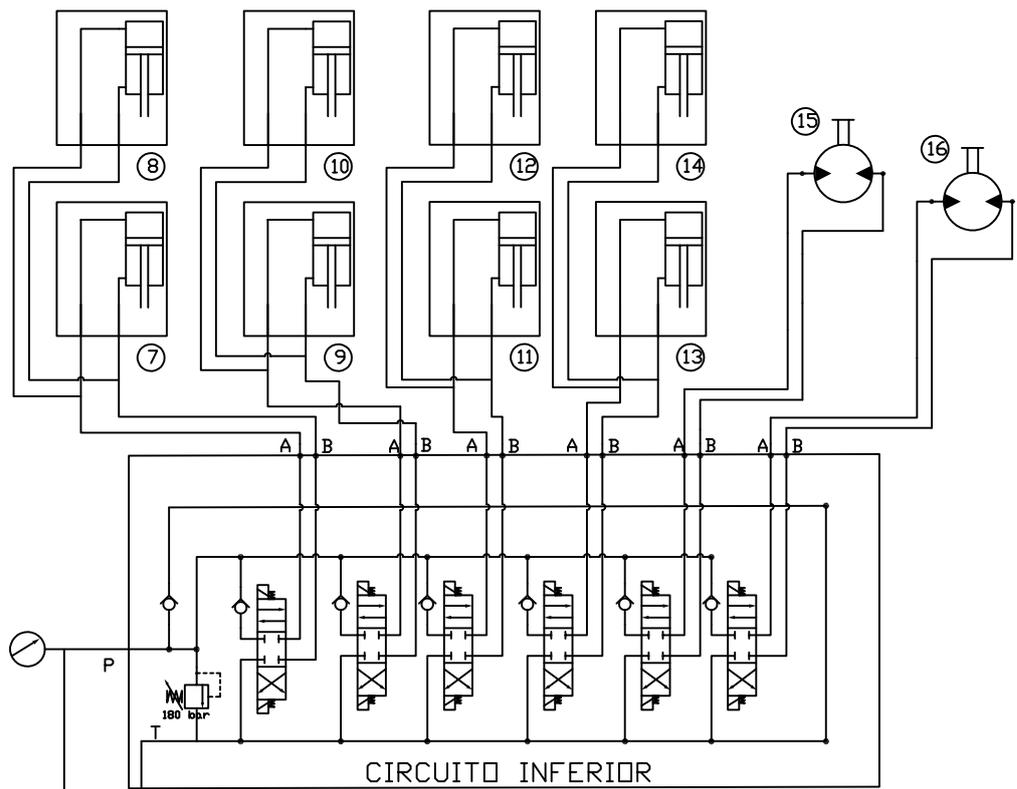
1. Diseño de Elementos de Máquinas, Virgil Moring Faires, 4° Edición.
2. Catálogo Cilindros Hidráulicos y Componentes – MORO HIDRÁULICA.
3. Product Program. STRENX 700 MC D – SAAB.
4. Estabilidad y estabilidad antivuelco durante el basculamiento. 04:20-02 Edición 4 es-ES. SCANIA.
5. Catálogo KAYDON – Guía de ingeniería y selección de productos.
6. Catálogo PROTUBSA – Barras y tubos cromados. Tubos soldados y sin soldadura de precisión.
7. TABLA DE PERFILES CIRSOC – INTI.
8. Serway R. A.. *Física*. Editorial McGraw-Hill. (1992)
9. <https://autoblog.com.ar/2018/05/31/en-la-argentina-hay-record-de-vehiculos-en-circulacion-133-millones/>
10. https://www.construmatica.com/construpedia/Conductor_de_Cami%C3%B3n_de_Transporte_de_Contenedores
11. http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=estudian_como_minimizar_las_consecuencias_ambientales_de_la_construccion&id=2896
12. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30389/texactdto779-1995-anexoC.htm>
13. <https://transitocordoba.com/transitocordoba/ley-provincial-de-transito-de-cordoba/>
14. <http://www.sice.oas.org/Trade/MRCSRS/Resolutions/AN3594.asp>
15. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305742/norma.htm>
16. https://cadi.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/4_CADI_y_10_CAEDI_paper_55.pdf

ANEXO 1:

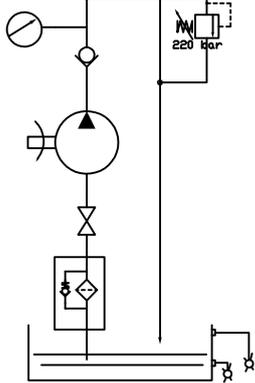
Circuitos hidráulicos



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		VERSIÓN 1.00	
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO		FECHA		FIRMA		TOLERANCIAS:		TÍTULO: Circuito Hidráulico	
APROB.									
OBSERVACIONES:									
NORMA:		MATERIAL:		CÓDIGO:		FORMATO: A4			
		PESO:		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 2			



A circuito superior



N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	PB05-A0001	Cilindro Hidráulico I Brazo Grúa I
2	PB05-A0001	Cilindro Hidráulico I Brazo Grúa II
3	PB05-A0002	Cilindro Hidráulico II Brazo Grúa I
4	PB05-A0002	Cilindro Hidráulico II Brazo Grúa II
5	PB05-BC000	Cilindro Hidráulico Vuelco
6	PB05-BC000	Cilindro Hidráulico Vuelco
7	PB05-A0004	Cilindro I Apertura Apoyo I
8	PB05-A0004	Cilindro I Apertura Apoyo II
9	PB05-A0004	Cilindro II Apertura Apoyo I
10	PB05-A0004	Cilindro II Apertura Apoyo II
11	PB05-AE001	Cilindro III Apertura Apoyo I
12	PB05-AE001	Cilindro III Apertura Apoyo II
13	PB05-AE001	Cilindro IV Apertura Apoyo I
14	PB05-AE001	Cilindro IV Apertura Apoyo II
15	PB05-AD001	Motor Hidráulico Corona Brazo Grúa I
16	PB05-AD001	Motor Hidráulico Corona Brazo Grúa II

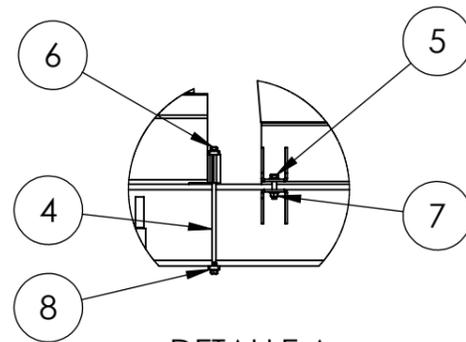
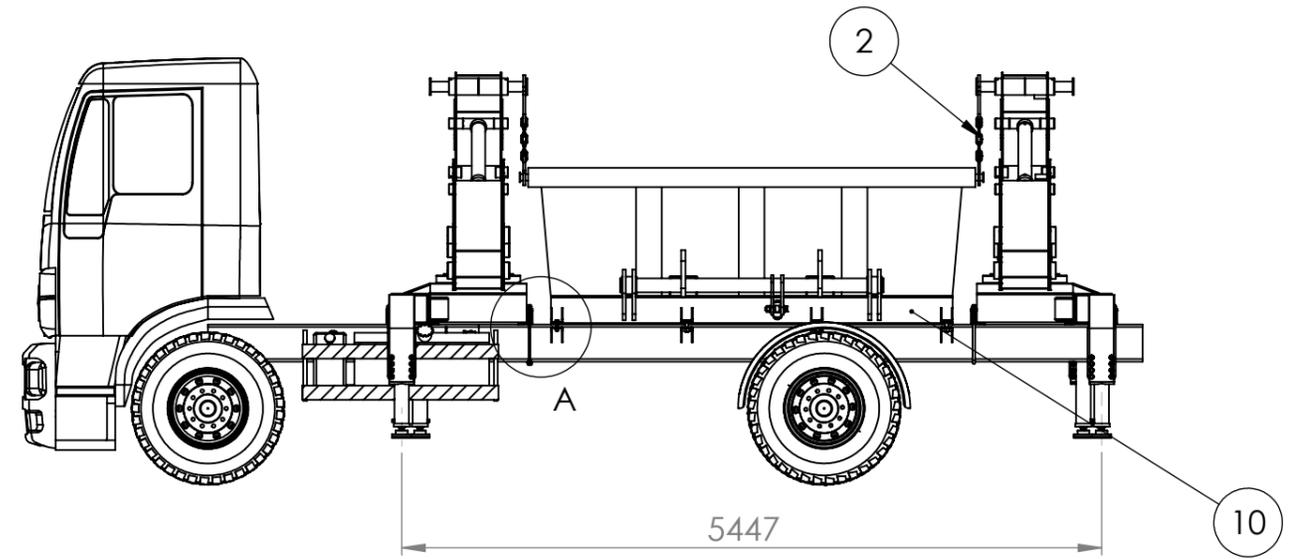
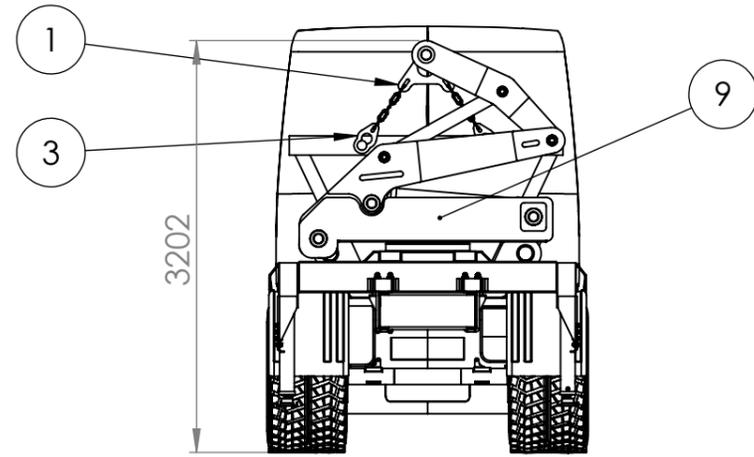
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		VERSIÓN 1.00	
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO		FECHA		FIRMA		TOLERANCIAS:		TÍTULO: Circuito Hidráulico	
APROB.		OBSERVACIONES:							
NORMA:		MATERIAL:		CÓDIGO:		FORMATO: A4			
		PESO:		ESCALA:1:5		HOJA 2 DE 2			

ANEXO 2:

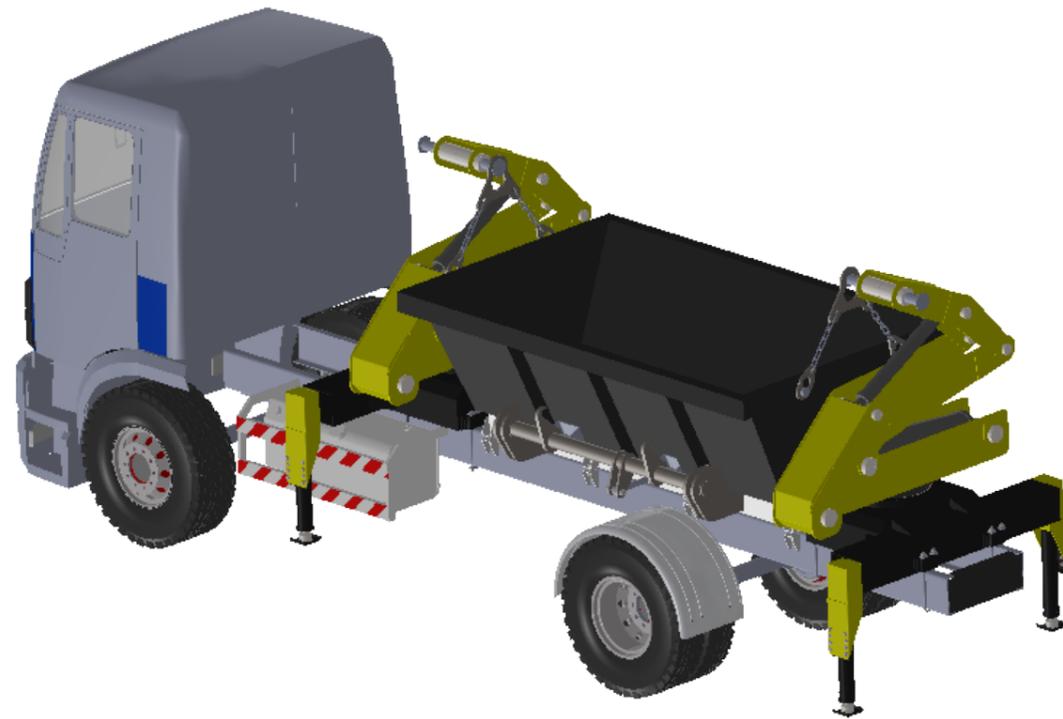
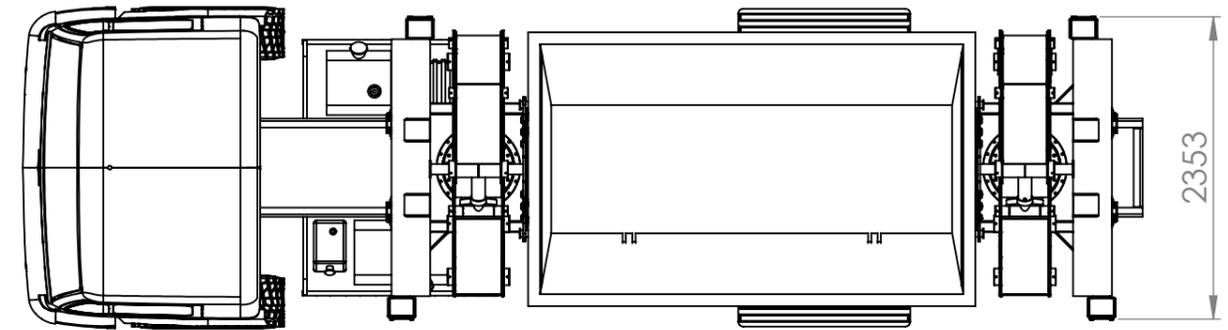
Planimetría

CODIFICACIÓN PLATAFORMA BILATERAL 5M3

PB05-00000		Ensamblaje Plataforma Bilateral PB05	
PB05-00001			Gancho superior cadenas
PB05-00002			Cadena grado 80 N°13
PB05-00003			Gancho inferior cadenas
PB05-00004			Esparrago especial M14x1,5x450
PB05-00005			Bulón M16x2x70
PB05-00006			Tuerca M14x1,5
PB05-00007			Tuerca M16x2
PB05-00008			Bulón M16x2x35
PB05-00009			Grampa sujeción espárragos
PB05-00010			Bulón M12x1,75x120
PB05-A0000			Conjunto elevación-estabilización
PB05-A0001			Cilindro hidráulico mayor
PB05-A0002			Cilindro hidráulico menor
PB05-A0003			Corona de giro XT 16294001
PB05-A0004			Buje articulación
PB05-A0005			Buje cilindro mayor
PB05-A0006			Perno Articulación base
PB05-A0007			Perno cilindro mayor
PB05-A0008			Buje de cilindro menor
PB05-A0009			Perno de cilindro menor
PB05-A0010			Perno articulación brazo-pluma
PB05-A0011			Buje articulación brazo-pluma
PB05-A0012			Buje interno articulación brazo-pluma
PB05-A0013			Buje articulación mayor
PB05-A0014			Cilindro apertura apoyos
PB05-A0015			Buje VESCONITE mayor
PB05-A0016			Buje VESCONITE menor
PB05-AA000			Subconjunto Base de brazo
	PB05-AA001		Base plegada
	PB05-AA002		Placa refuerzo buje
	PB05-AA003		Disco sujeción corona giro
	PB05-AA004		Refuerzo disco sujeción
PB05-AB000			Subconjunto Brazo
	PB05-AB001		Lateral brazo
	PB05-AB002		Interno cajon brazo
	PB05-AB003		Refuerzo cajon interno
	PB05-AB004		Refuerzo lateral central
	PB05-AB005		Refuerzo lateral punta
PB05-AC000			Subconjunto Pluma
	PB05-AC001		Perno elevación
	PB05-ACA00		Conjunto Pluma
		PB05-ACA01	Lateral pluma
		PB05-ACA02	Tapa superior pluma
		PB05-ACA03	Refuerzo lateral pluma
		PB05-ACA04	Buje perno elevación
PB05-AD000			Subconjunto Cajón
	PB05-AD001		Caja principal brazo
	PB05-AD002		Tapa caja principal
	PB05-AD003		Tapa cajon estabilizador
	PB05-AD004		Lateral cajon estabilizador
	PB05-AD005		Refuerzo ángulo lateral
	PB05-AD006		Refuerzo ángulo superior
	PB05-AD007		Base de sujeción chasis
	PB05-AD008		Plegado sujeción chasis
PB05-AE000			Subconjunto Estabilizador
	PB05-AE001		Cilindro hidráulico pie estabilizador
	PB05-AEA00		Subconjunto Estabilizador
		PB05-AEA01	Tapa cajón estabilizador
		PB05-AEA02	Lateral cajón estabilizador
		PB05-AEA03	Caño rectangular estabilizador
		PB05-AEA04	Soporte cilindro hidráulico estabilizador
		PB05-AEA05	Tapa superior caño
	PB05-AEB00		Pie de estabilizador
		PB05-AEB01	Base plegada
		PB05-AEB02	Aro de sujeción
PB05-B0000			Conjunto Plataforma
	PB05-B0001		Bulón c/hexagonal 1"-12h x 3 1/2"
	PB05-B0002		Tuerca hexagonal 1"-12h
	PB05-B0003		Bulón c/hexagonal 1"-12h x 6"
	PB05-B0004		Cilindro hidráulico Vuelco
	PB05-B0005		Buje VESCONITE barra vuelco
	PB05-BA000		Subconjunto chasis plataforma
		PB05-BA001	Larguero chasis
		PB05-BA002	Telera chasis
		PB05-BA003	Chapa semilla melón piso
		PB05-BA004	Soporte cilindro hidráulico vuelco
		PB05-BA005	Plegado sujeción chasis
		PB05-BA006	Soporte eje de vuelco
PB05-BB000			Subconjunto eje de vuelco
		PB05-BB001	Barra eje de vuelco
		PB05-BB002	Gancho sujeción volquete
		PB05-BB003	Brazo actuador cilindro
		PB05-BB004	Buje bulón cilindro



DETALLE A
ESCALA 1 : 25

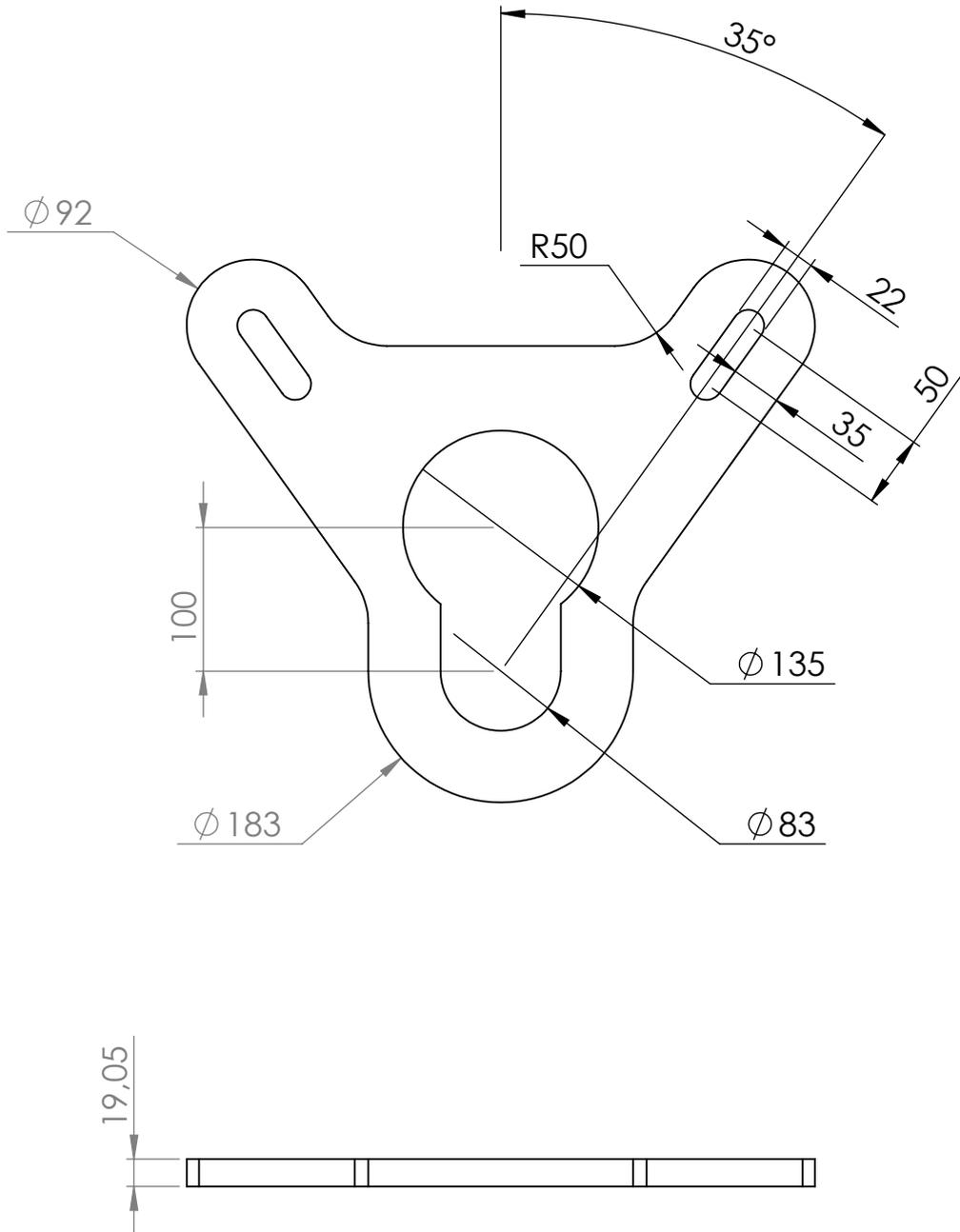


VISTA EN PERSPECTIVA

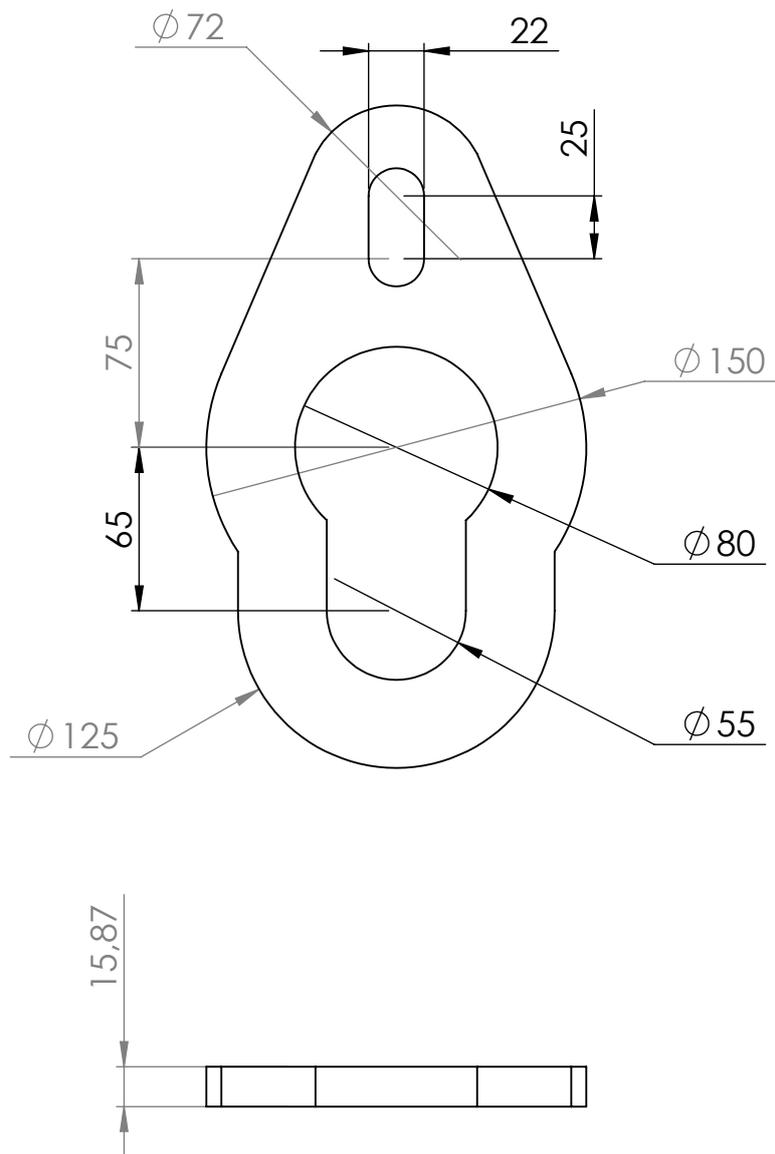
N°	Código	Descripción	Cantidad
1	PB05-00001	Gancho superior de cadenas	2
2	PB05-00002	Cadena grado 80 N°13	4
3	PB05-00003	Gancho inferior de cadenas	4
4	PB05-00004	Espárrago especial M14x1,5x450	16
5	PB05-00005	Bulón M16x2x70	8
6	PB05-00006	Tuerca M14x1,5	16
7	PB05-00007	Tuerca M16x2	8
8	PB05-00009	Grampa sujeción espárragos	8
9	PB05-A0000	Conjunto Brazo-Estabilizador	2
10	PB05-B0000	Conjunto Plataforma	1

Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm	DIAM.	0.1	0.15	0.5	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	2.5

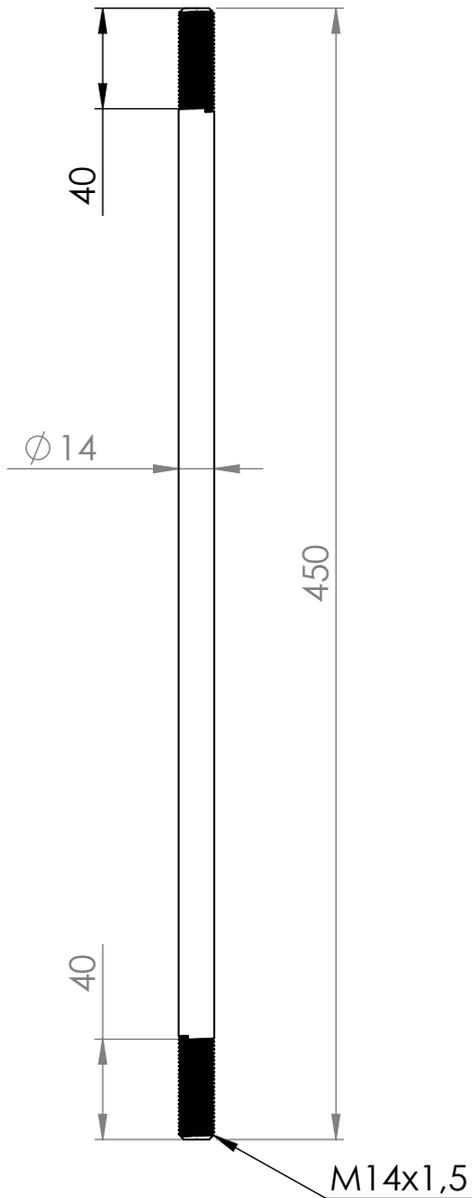
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		VERSIÓN 1.00	
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:		TÍTULO: Ensamblaje Plataforma Bilateral 5tn			
NORMA:		MATERIAL:		CÓDIGO: PB05-00000		FORMATO: A3		ESCALA:1:50	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Amarre superior	
APROB.					CÓDIGO: PB05-00001	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1010 3/4"		ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



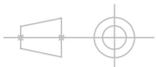
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Gancho inferior cadenas	
NORMA:		MATERIAL: SAE 1010 5/8"		CÓDIGO: PB05-00003	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

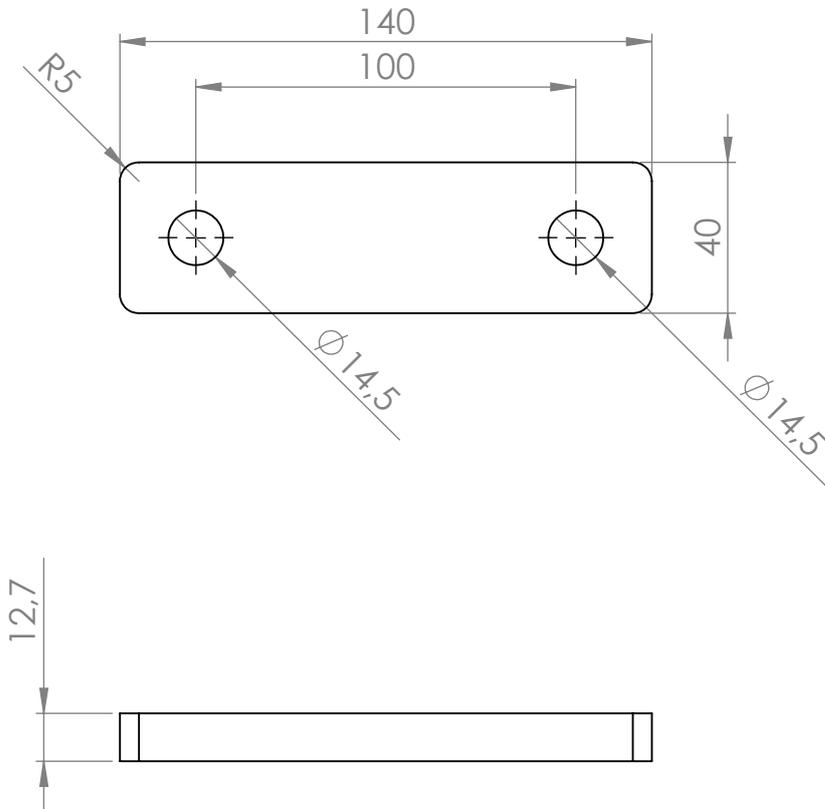


Tratamiento térmico:
 -Templado en aceite a 820°C
 -Revenido a 430°C

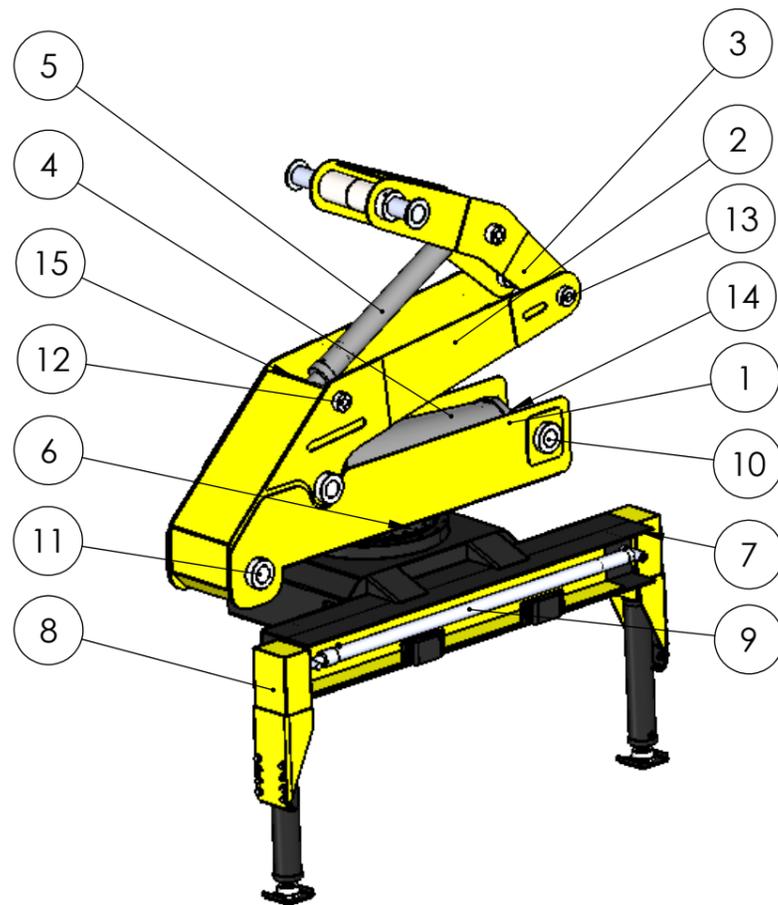
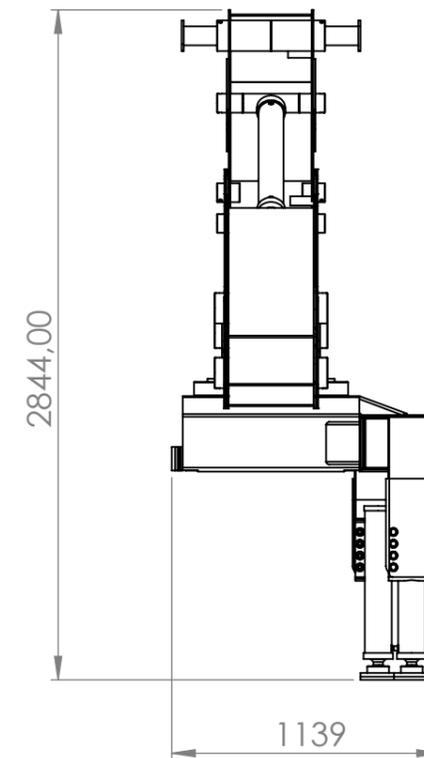
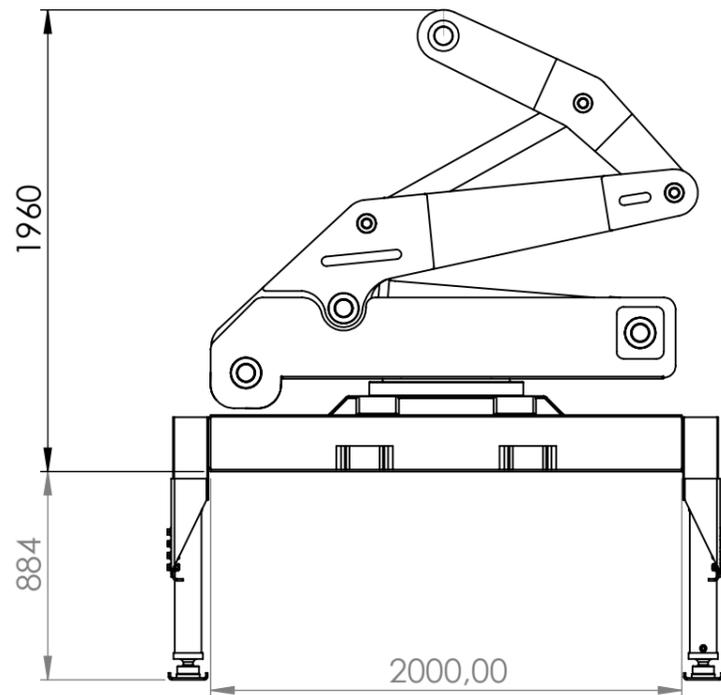


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Esparragp especial M14x1,5x450	
APROB.					CÓDIGO: PB05-00004	FORMATO: A4
NORMA:	MATERIAL: SAE 1045			ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	





Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Grampa sujeción espárragos	
NORMA:		MATERIAL: SAE 1010 1/2"		CÓDIGO: PB05-00009	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

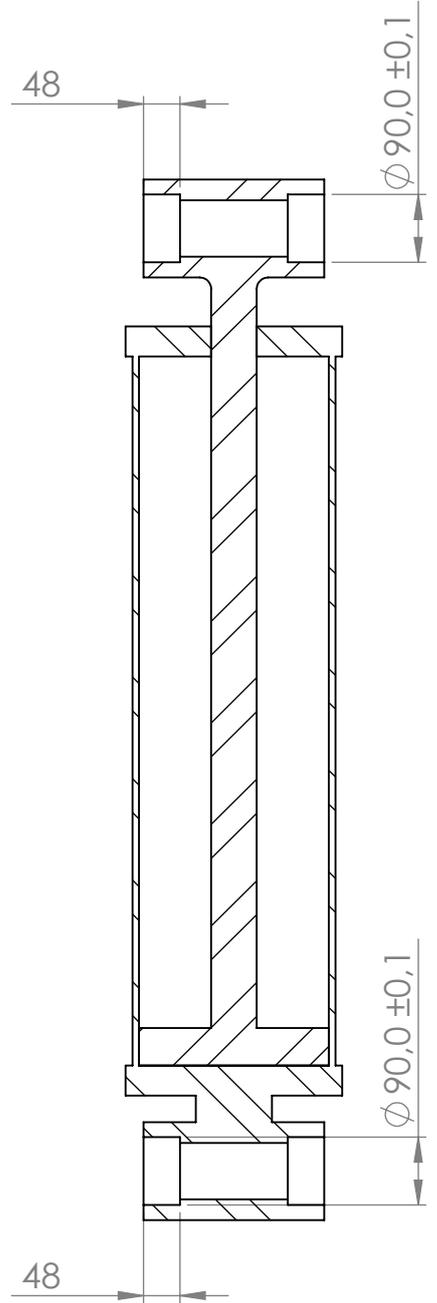
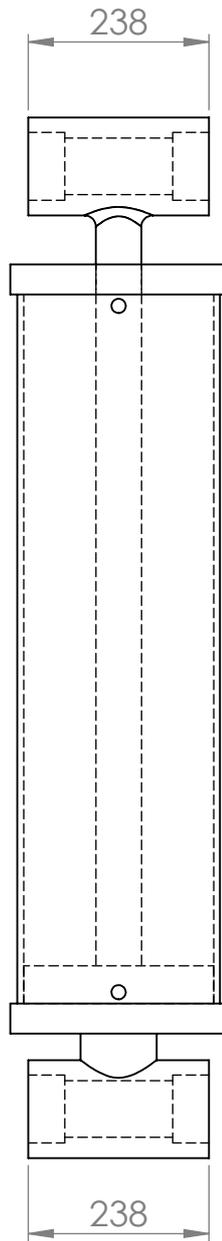
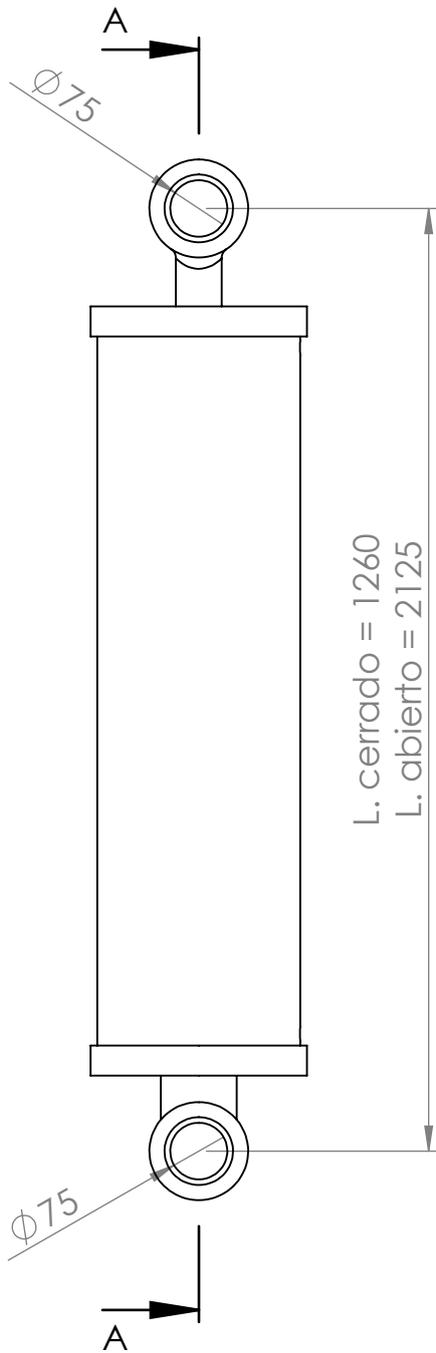


VISTA EN PERSPECTIVA

N°	Código	Descripción	Cantidad
1	PB05-AA000	Subconjunto Base de brazo	1
2	PB05-AB000	Subconjunto Brazo	1
3	PB05-AC000	Subconjunto Pluma	1
4	PB05-A0001	Cilindro hidráulico mayor	1
5	PB05-A0002	Cilindro hidráulico menor	1
6	PB05-A0003	Corona de giro XT 16294001	1
7	PB05-AD000	Subconjunto Cajón	1
8	PB05-AE000	Subconjunto Estabilizador	2
9	PB05-A0014	Cilindro apertura apoyos	2
10	PB05-A0007	Perno cilindro mayor	2
11	PB05-A0006	Perno articulación Base	1
12	PB05-A0009	Perno cilindro menor	2
13	PB05-A0010	Perno articulación brazo-pluma	1
14	PB05-A0015	Buje VESCONITE mayor	4
15	PB05-A0016	Buje VESCONITE menor	4

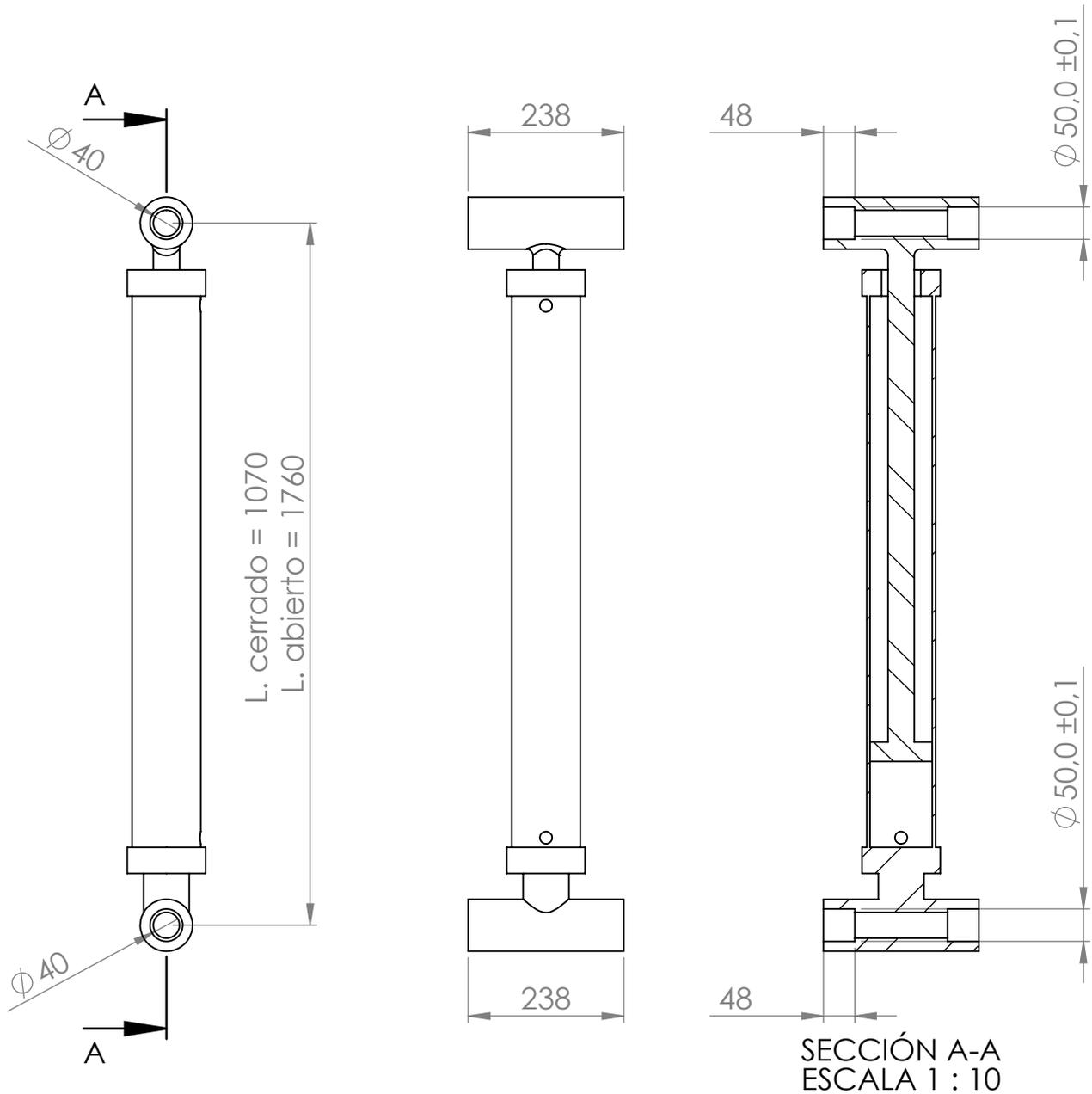
Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2.5
±	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		VERSIÓN 1.00	
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:		TÍTULO: Conjunto elevación-estabilización			
APROB.						CÓDIGO: PB05-A0000		FORMATO: A3	
NORMA:		MATERIAL:				ESCALA:1:30		HOJA 1 DE 1	

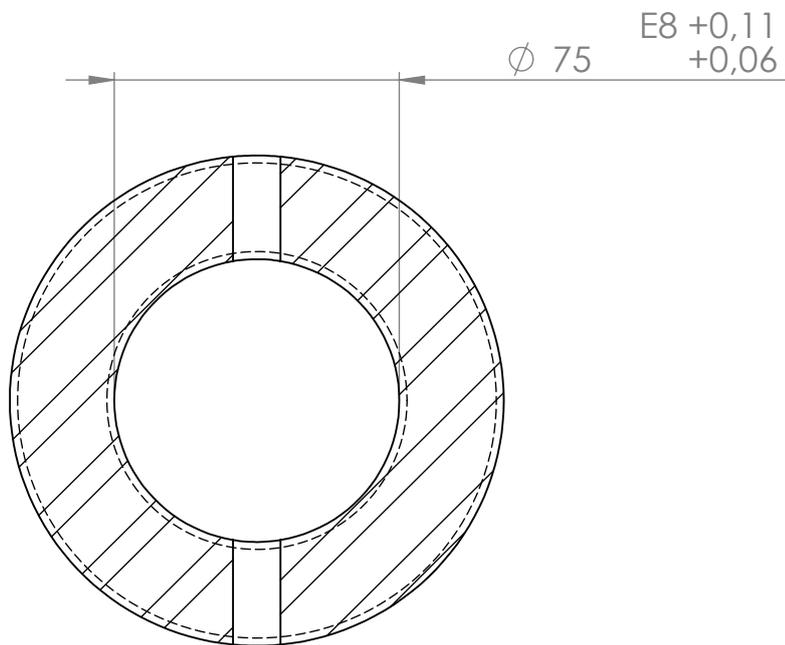
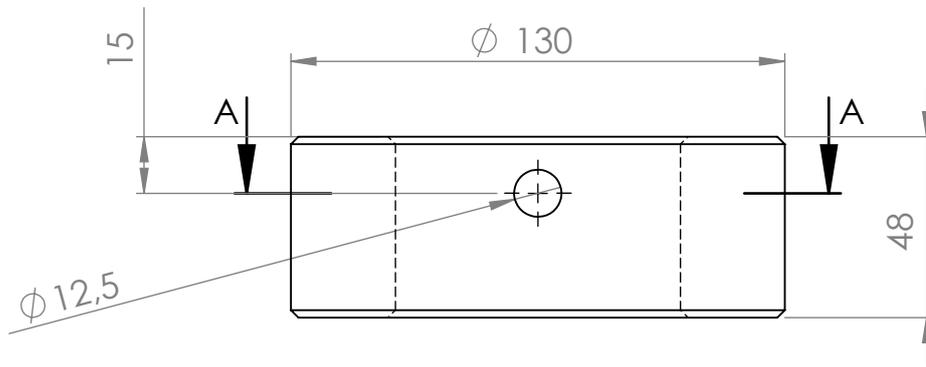


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm \pm	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Cilindro hidráulico mayor	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0001	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL:		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1

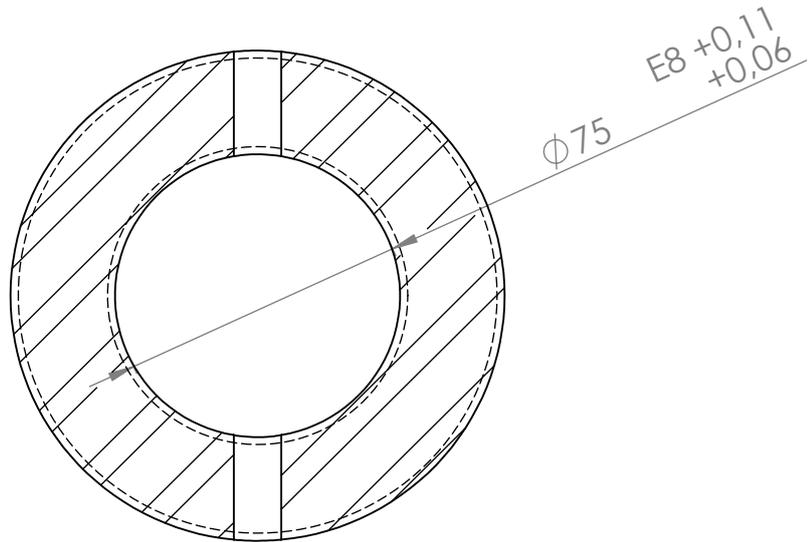
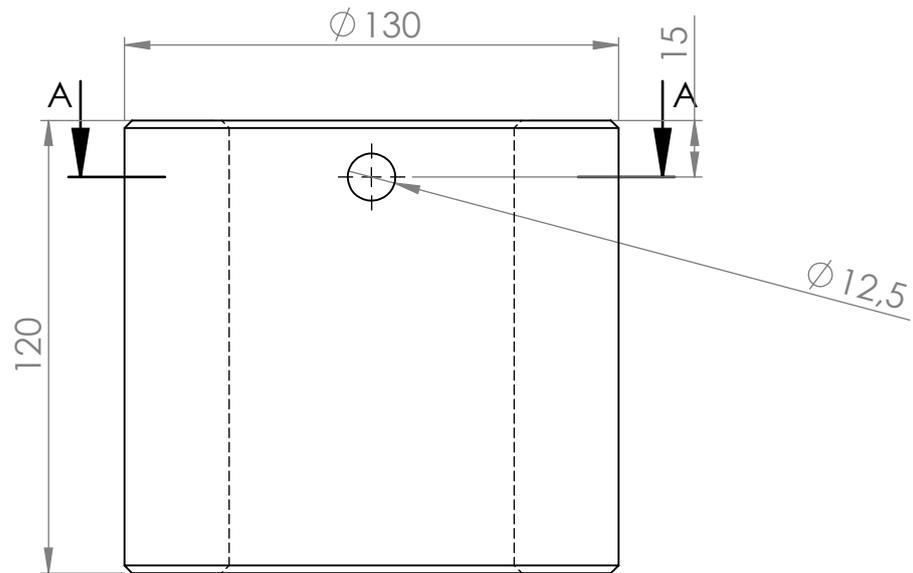


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm \pm	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Cilindro hidráulico menor	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0002	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL:		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1



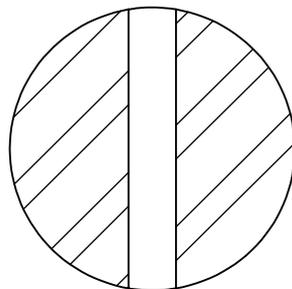
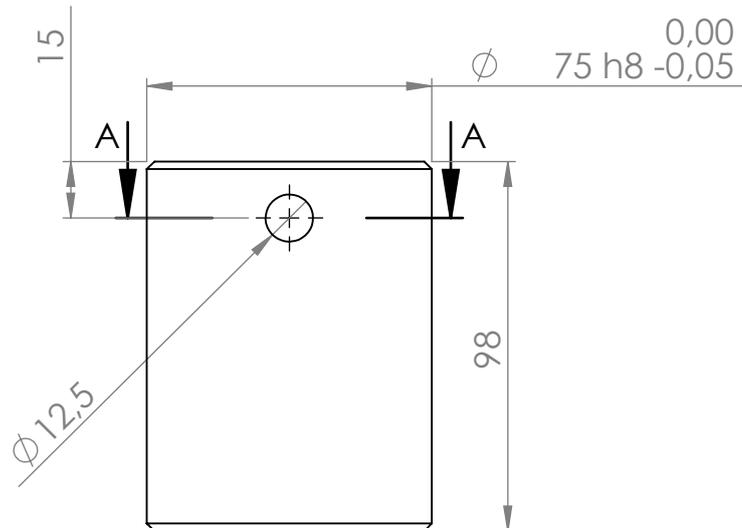
SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje articulación	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0004	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1045		ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	



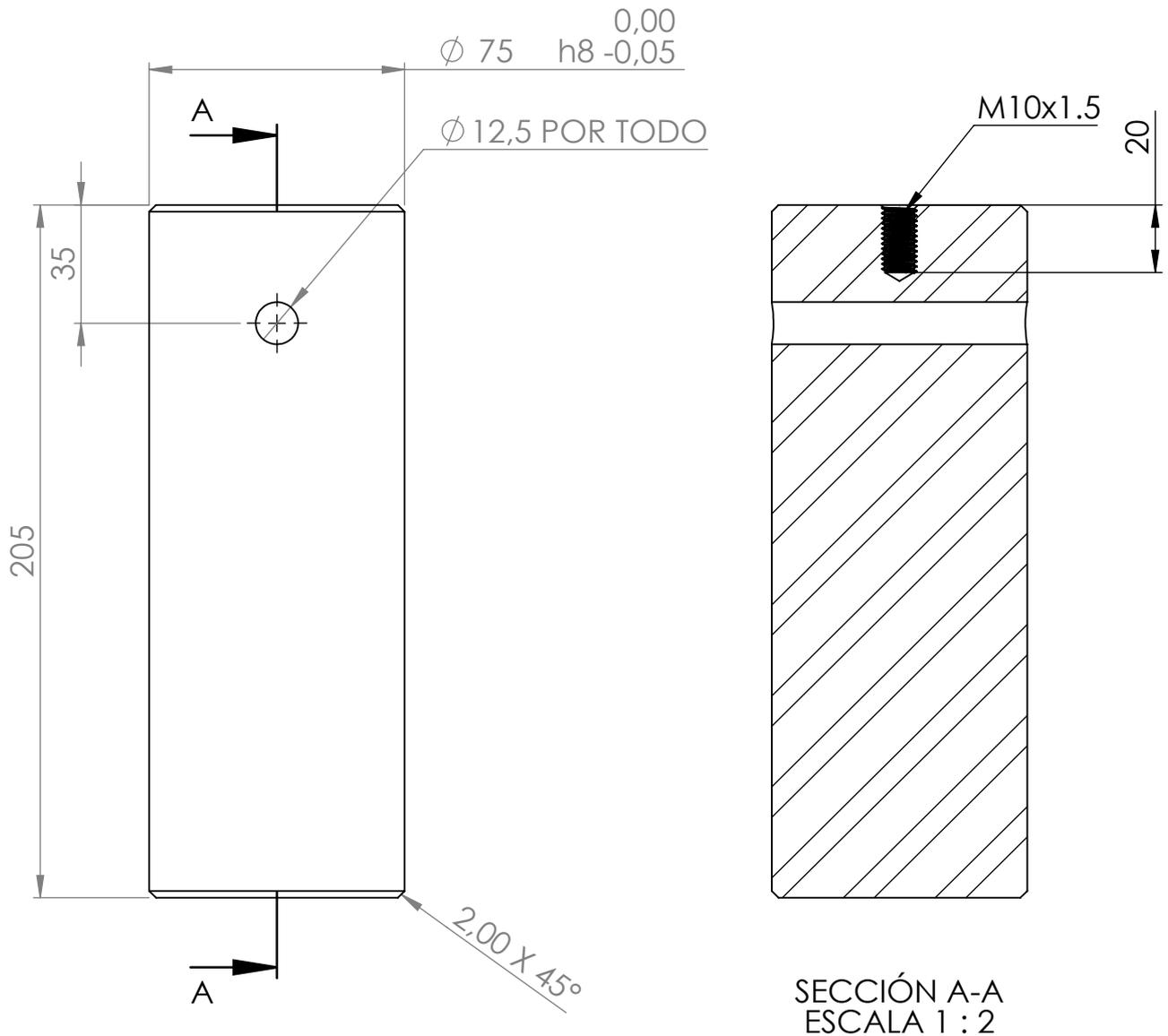
SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje cilindro mayor	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0005	FORMATO: A4
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm			ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

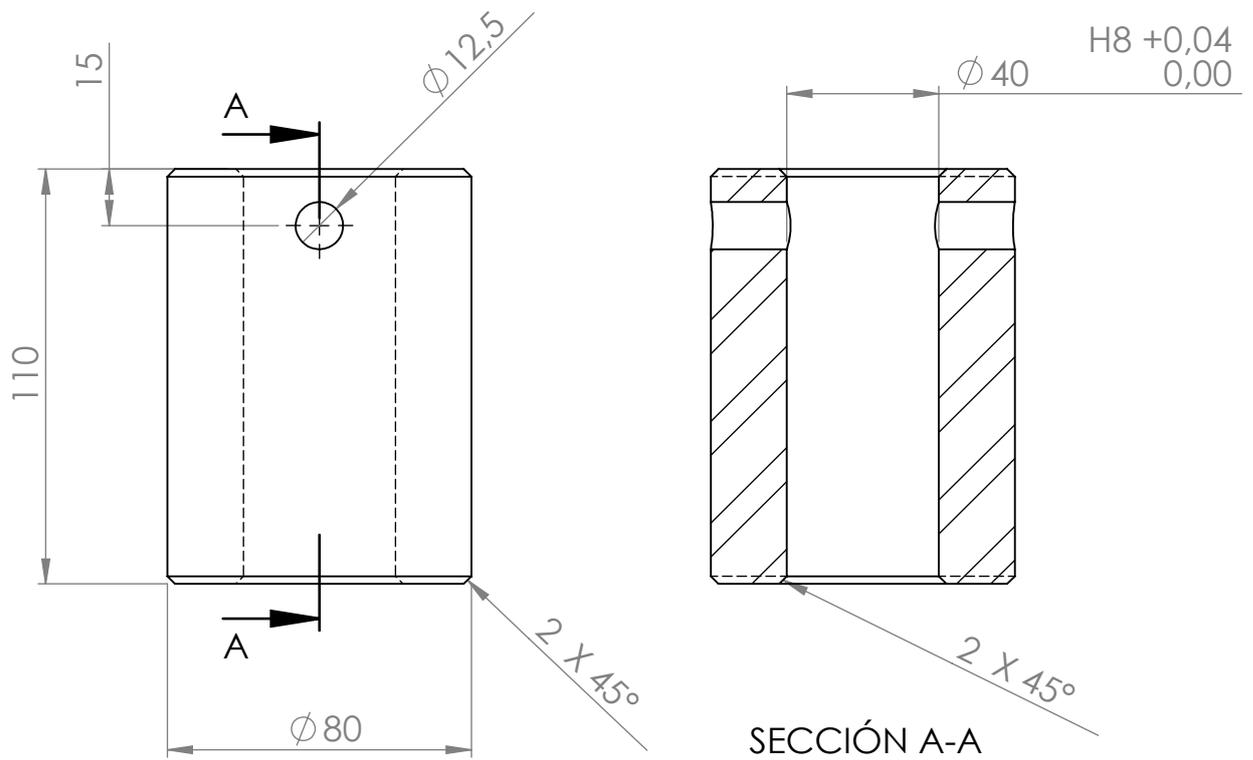


SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE		FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:	
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				Perno Articulación base	
APROB.						
NORMA:		MATERIAL:		CÓDIGO:	FORMATO:	
		SAE 1045		PB05-A0006	A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

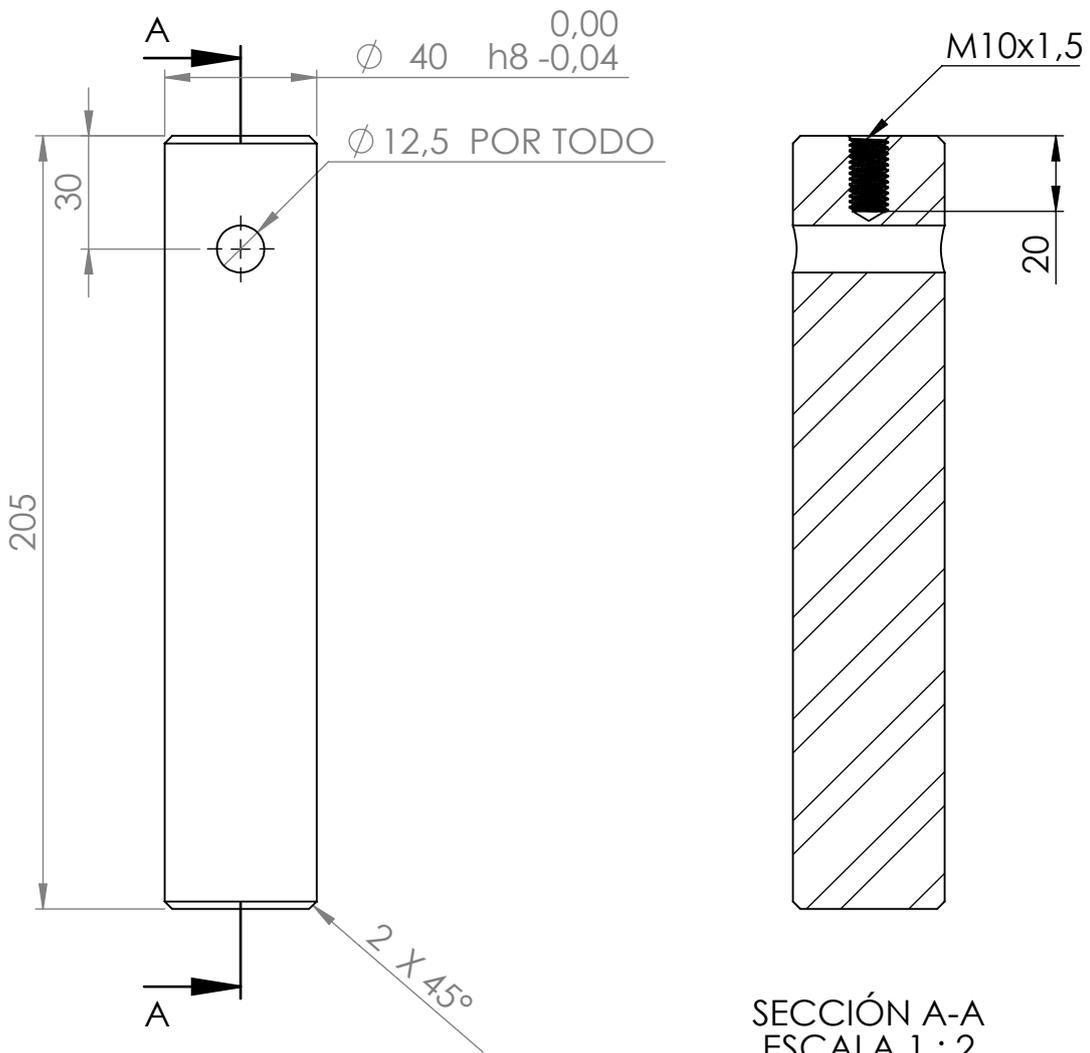


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				Perno cilindro mayor		
APROB.				CÓDIGO:	PB05-A0007	FORMATO: A4
NORMA:	MATERIAL: SAE 1045			ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

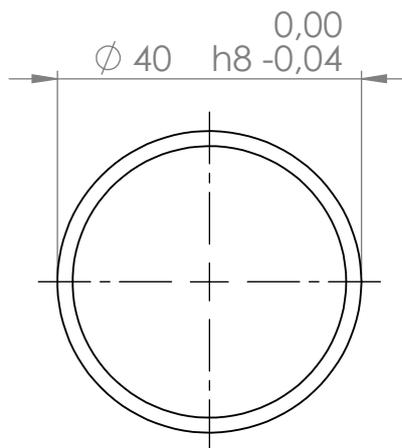
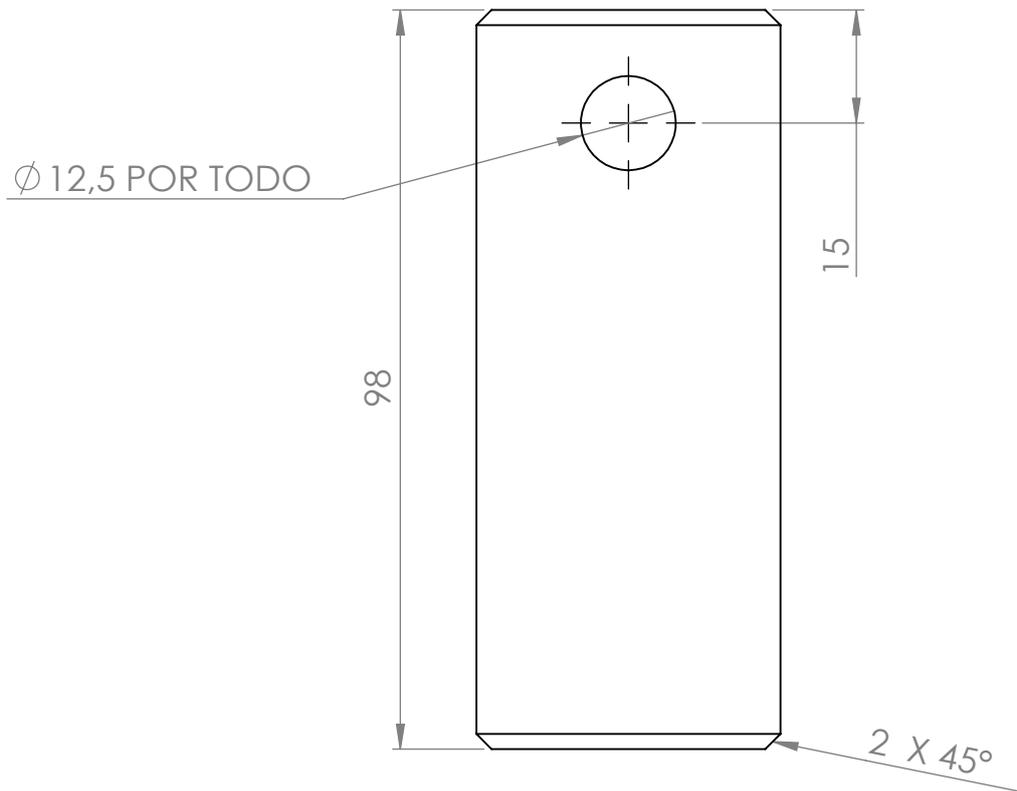


SECCIÓN A-A

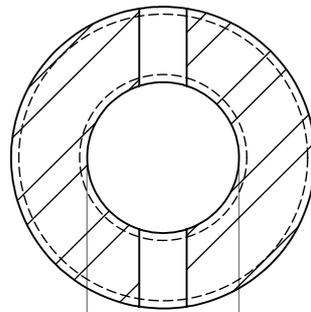
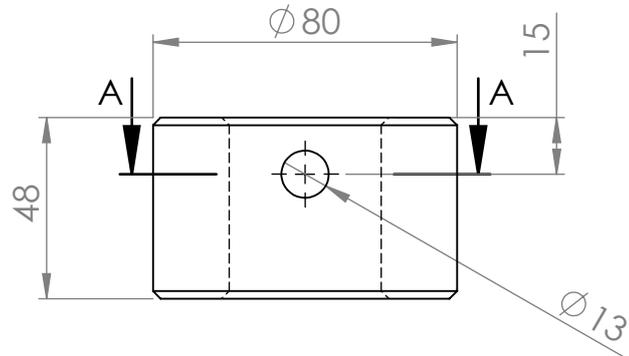
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				Buje cilindro menor		
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: SAE 1045			CÓDIGO: PB05-A0008	FORMATO: A4	
				ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				Perno de cilindro menor		
APROB.				CÓDIGO:	FORMATO:	
NORMA:	MATERIAL:	SAE 1045		PB05-A0009	A4	
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

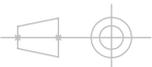


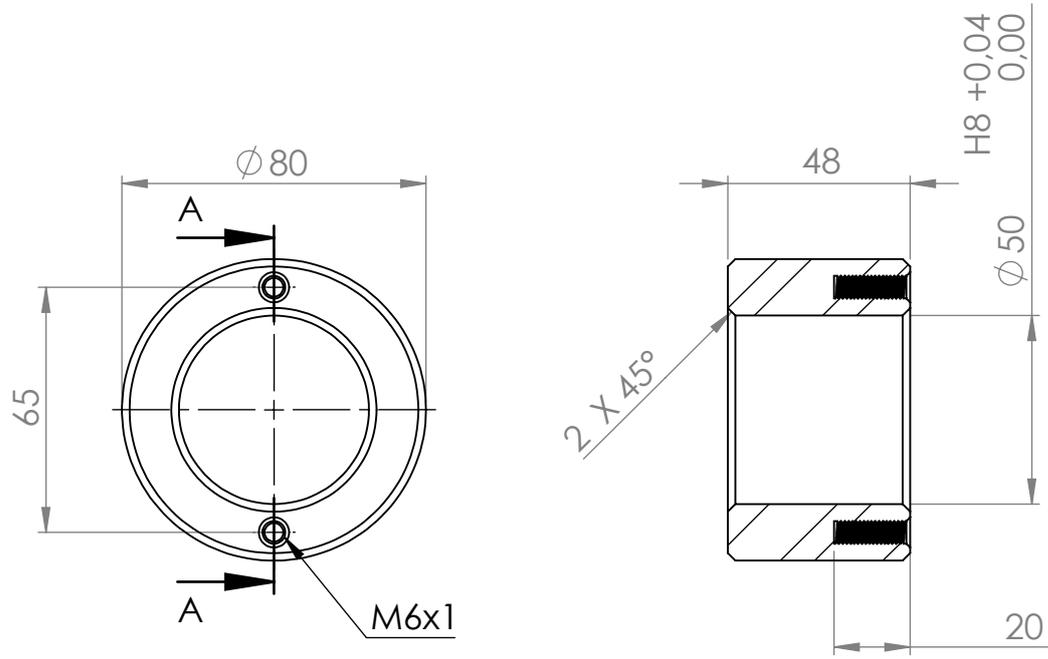
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Perno articulación brazo-pluma	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0010	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1045		ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1



$\phi 40$ E9 +0,11
+0,05

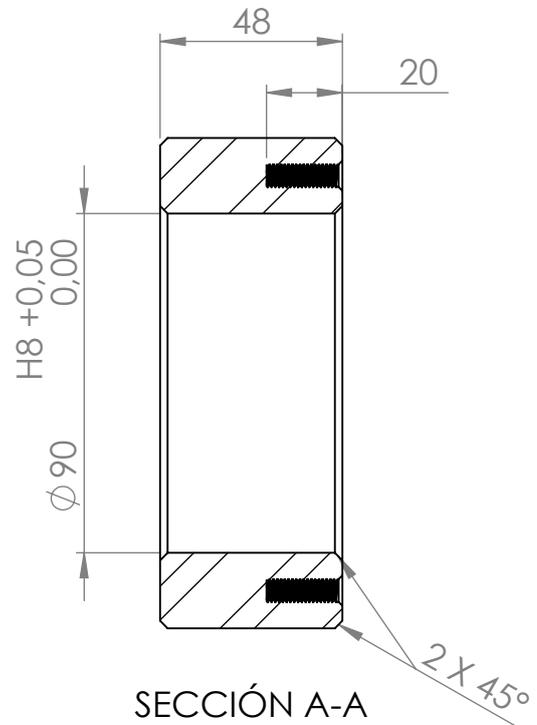
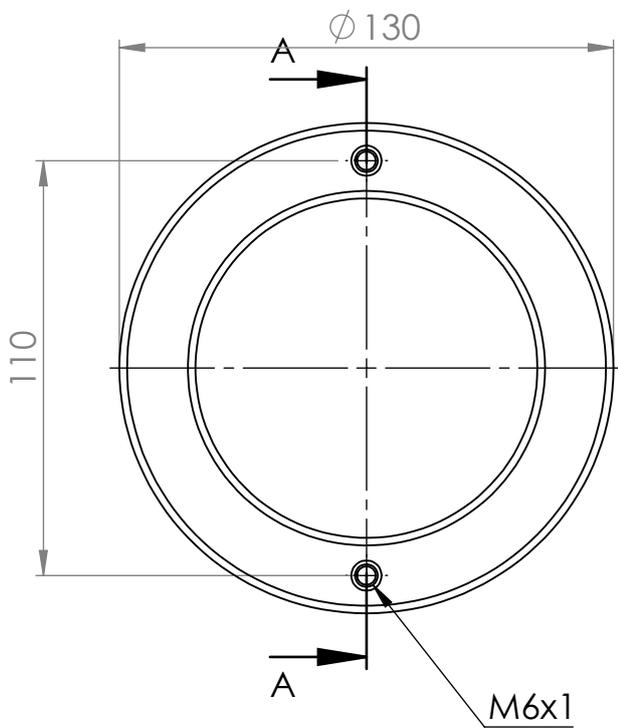
SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje articulación punta	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0011	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1045		ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1

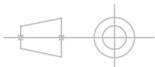


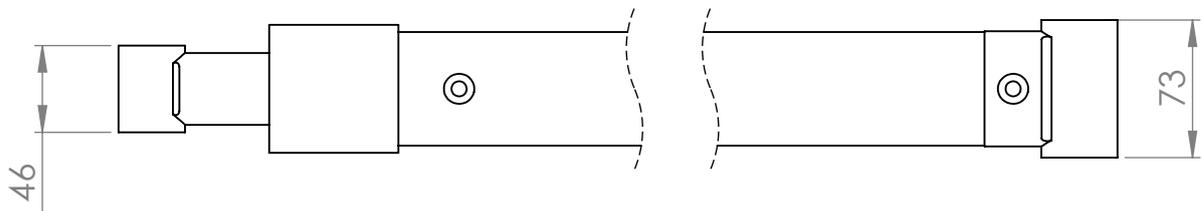
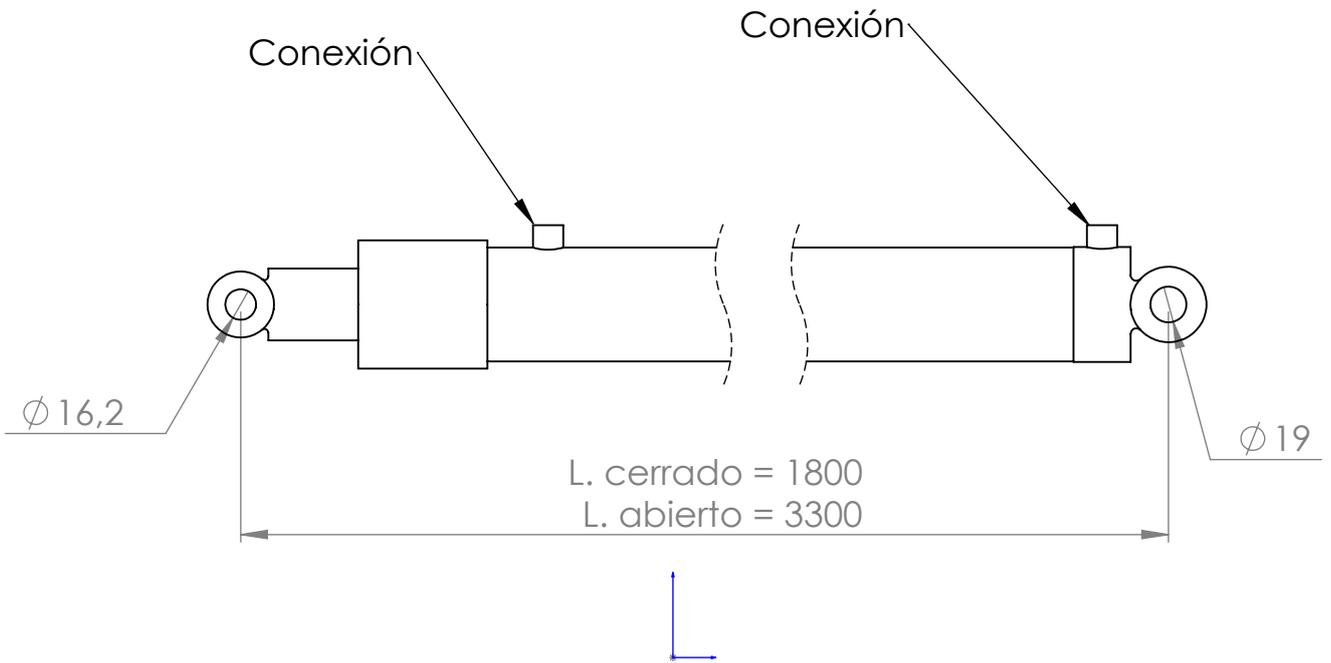
SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje articulaciones principales	
APROB.						
NORMA:		MATERIAL: SAE 1045		CÓDIGO: PB05-A0012	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

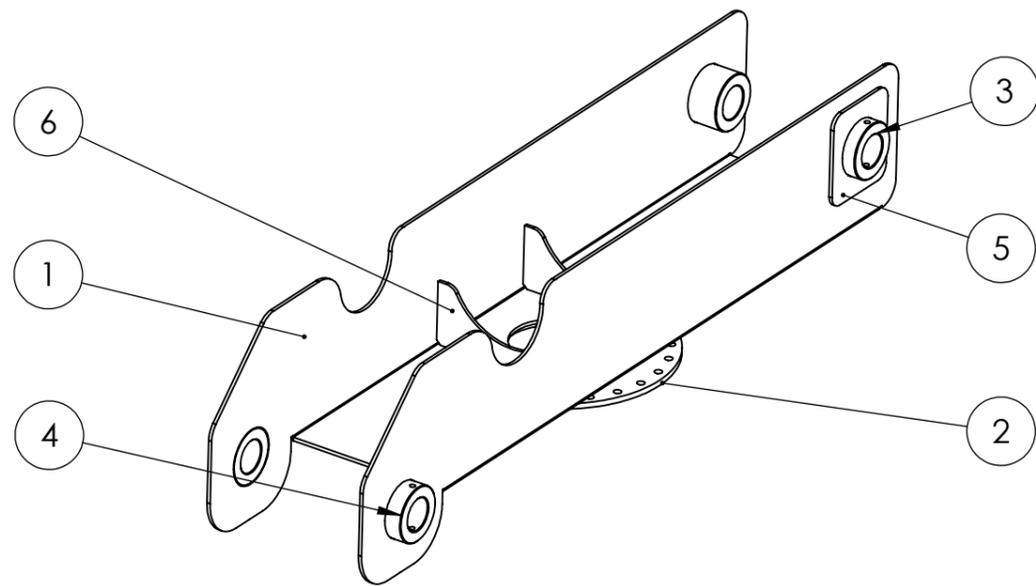
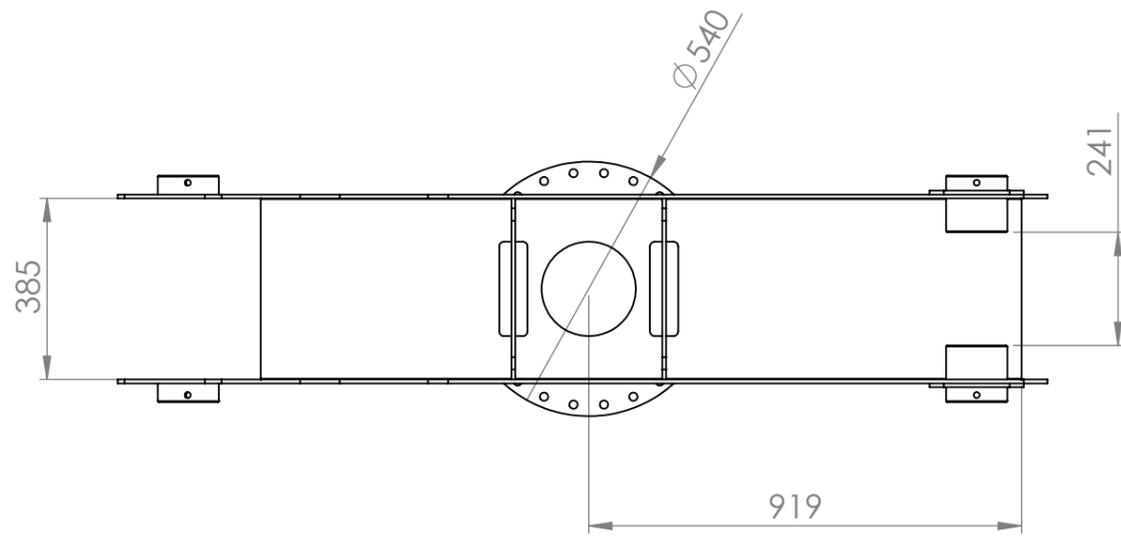
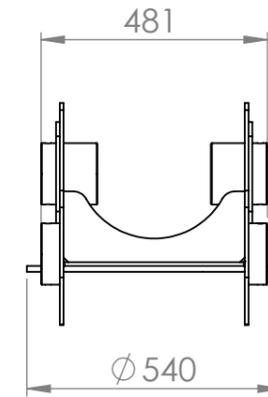
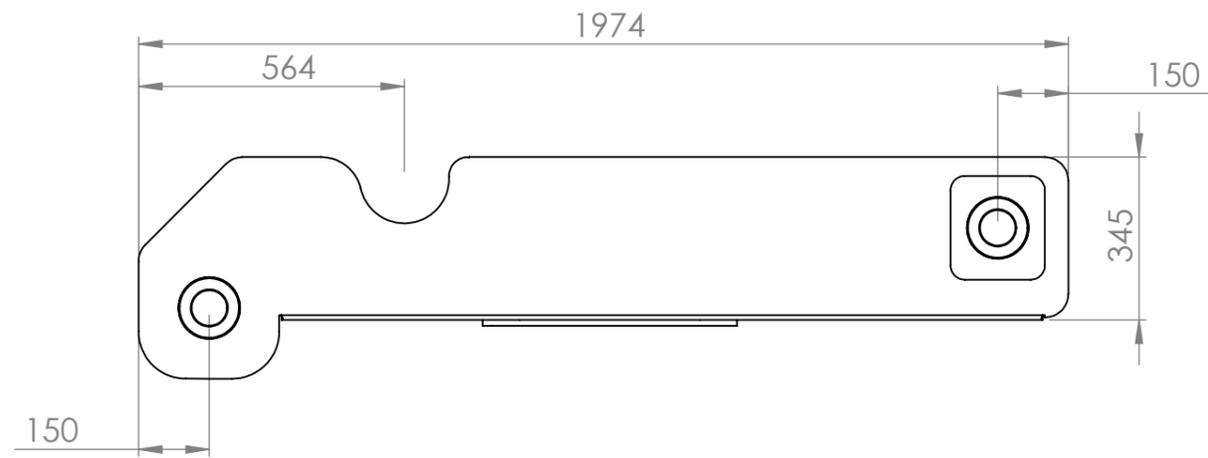


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm \pm	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				Buje articulación mayor		
APROB.				CÓDIGO:	PB05-A0013	FORMATO: A4
NORMA:	MATERIAL: SAE 1045			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	





Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Cilindro apertura apoyos	
APROB.					CÓDIGO: PB05-A0014	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL:		ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1	

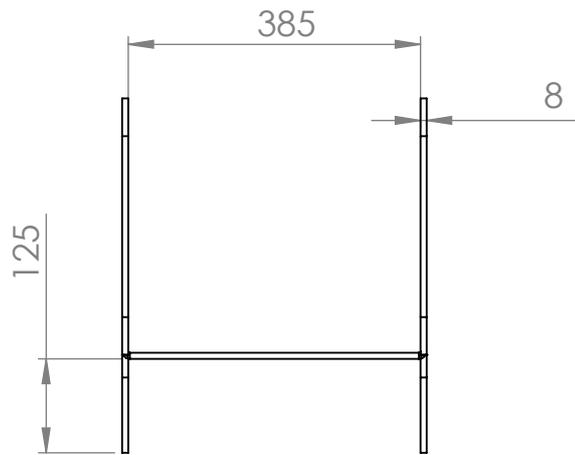
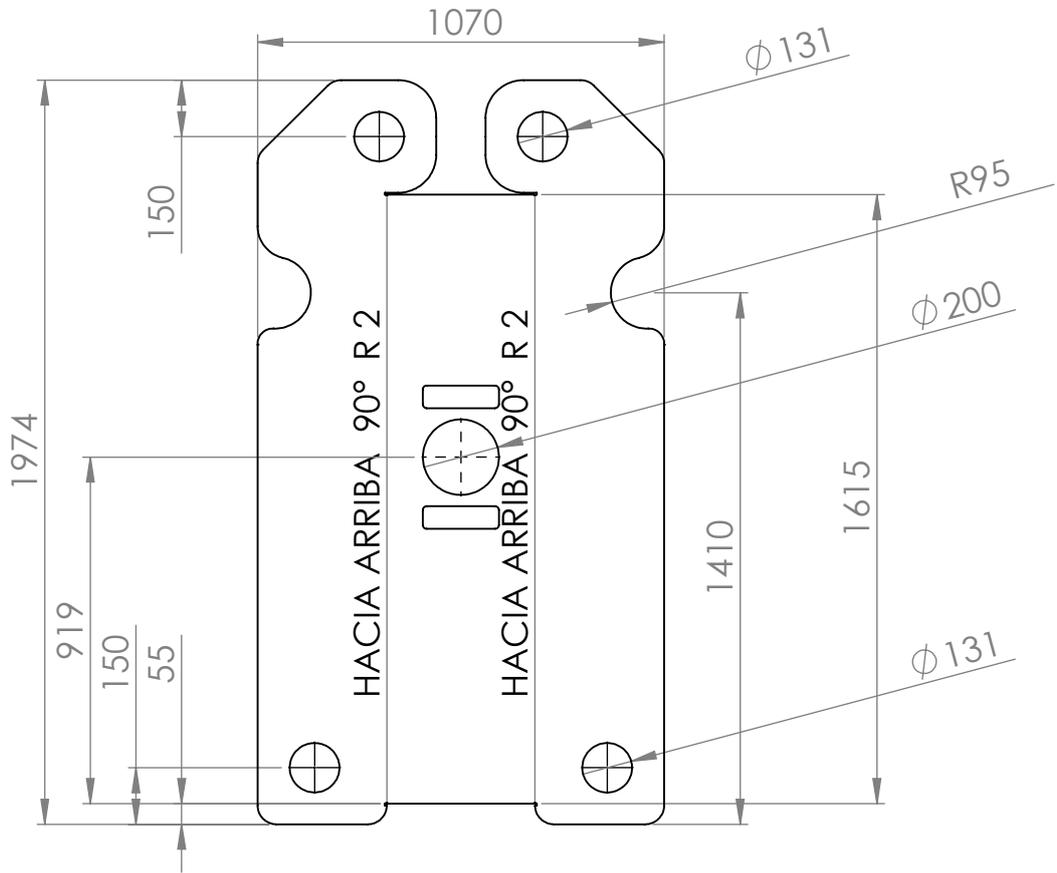


VISTA EN PERSPECTIVA

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AA001	Base plegada	1
2	PB05-AA003	Disco sujeción corona giro	1
3	PB05-A0005	Buje cilindro mayor	2
4	PB05-A0004	Buje articulación	2
5	PB05-AA002	Placa refuerzo buje	2
6	PB05-AA004	Refuerzo disco sujeción	2

Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000	
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto Base de brazo	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AA000	FORMATO: A3
NORMA:	MATERIAL:				ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1

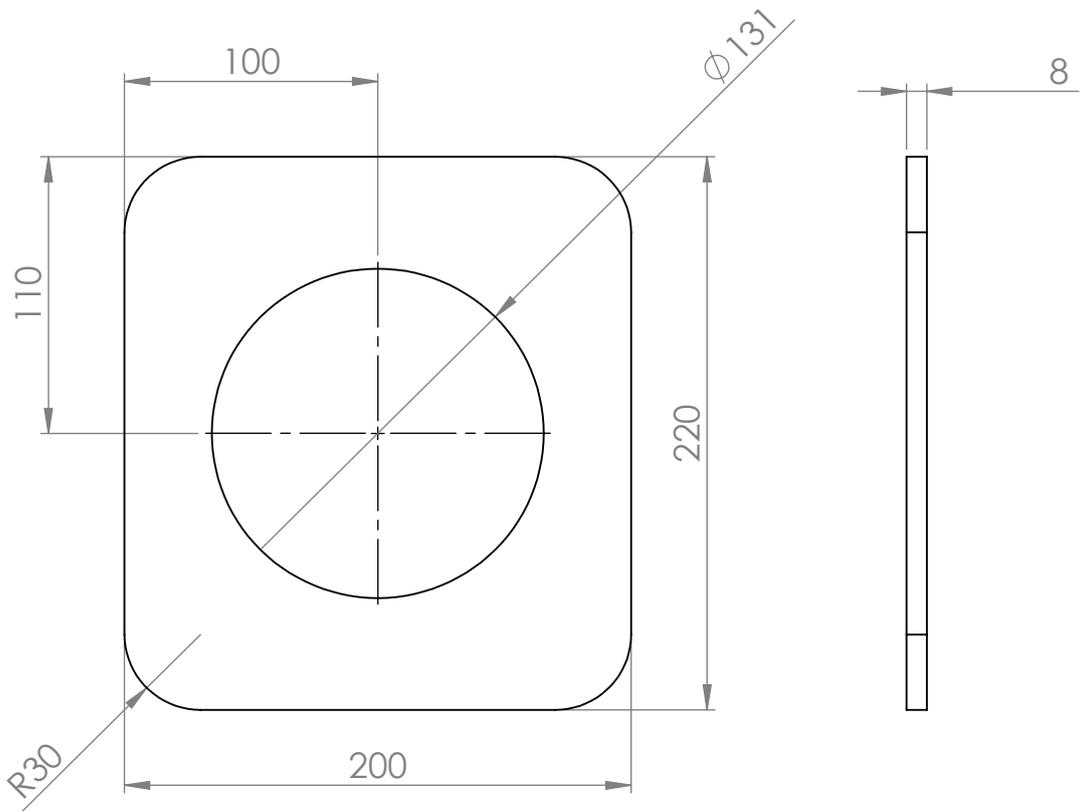


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

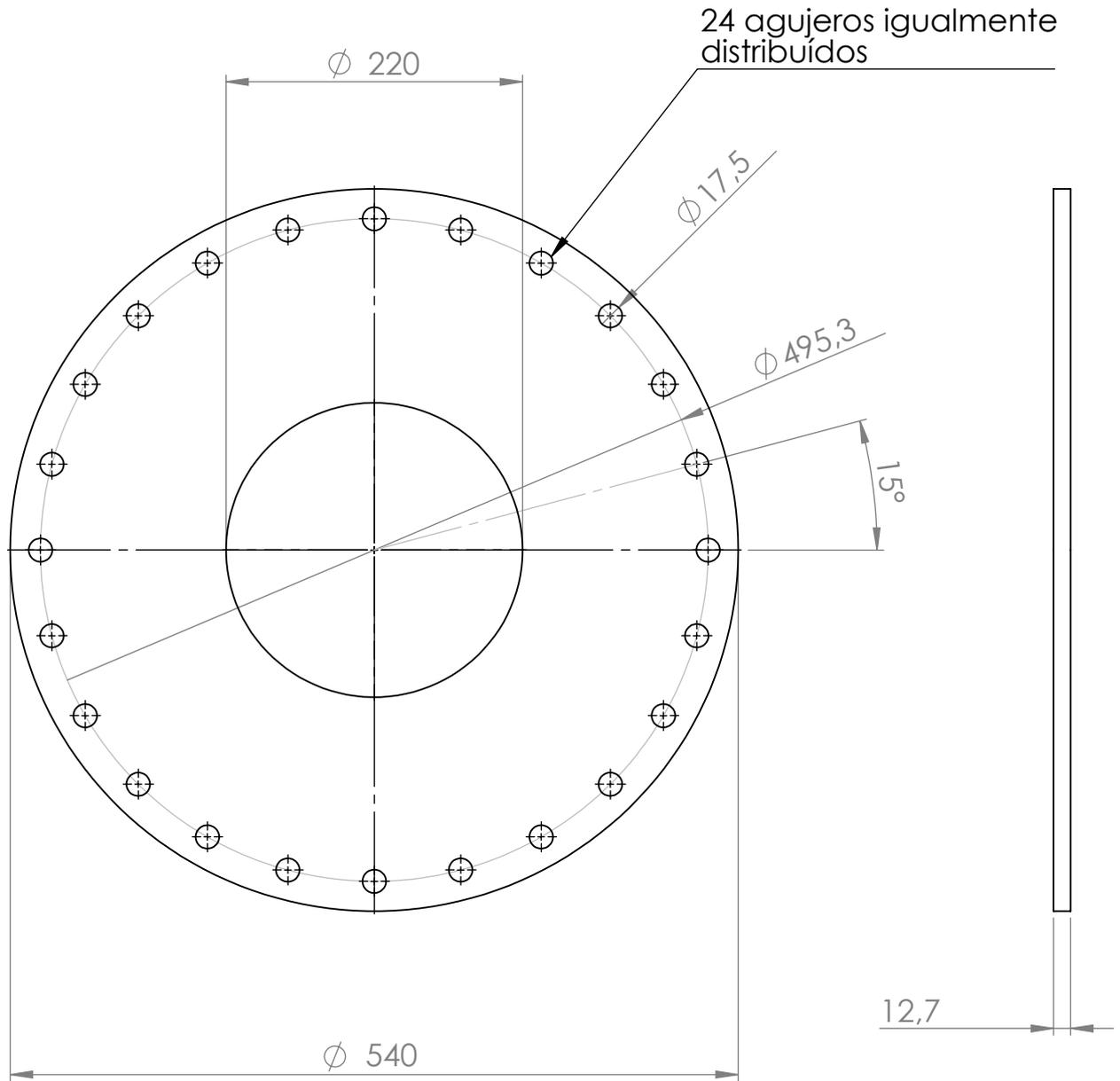
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				Base plegada
APROB.					

NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO:	FORMATO:
	MLC 700 8mm	PB05-AA001	A4
ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Placa refuerzo buje	
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		CÓDIGO: PB05-AA002	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

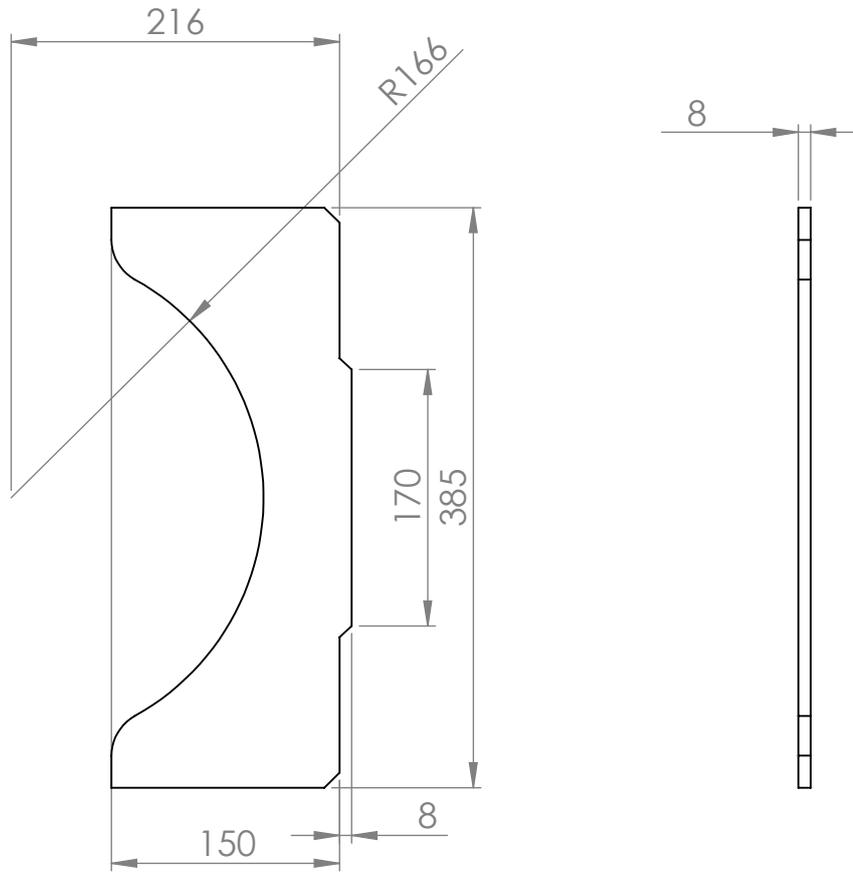


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

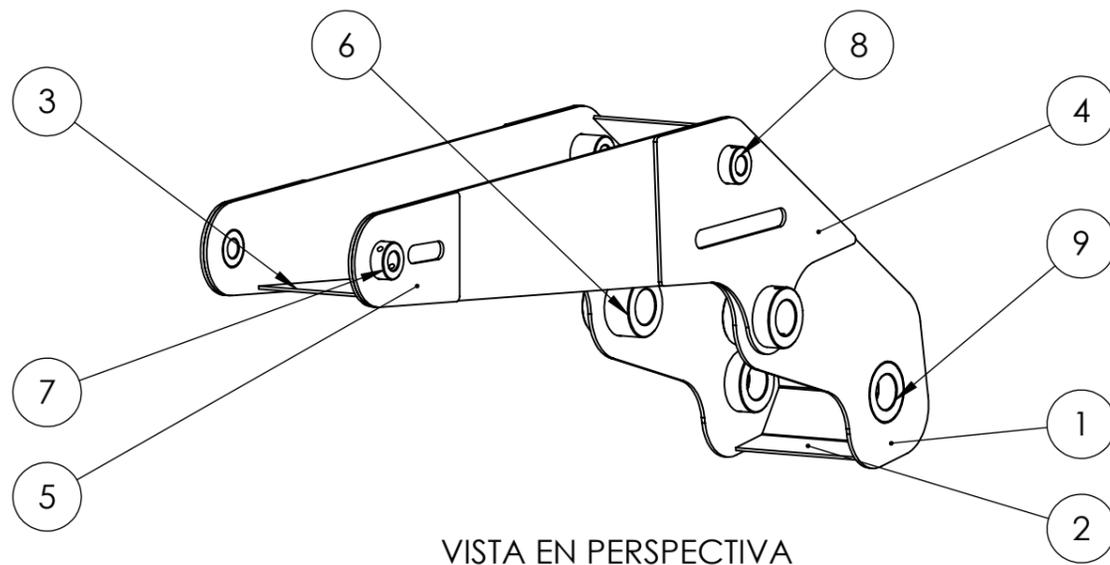
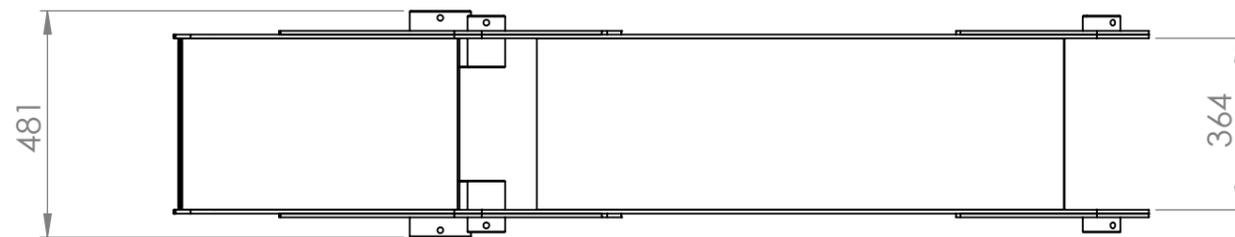
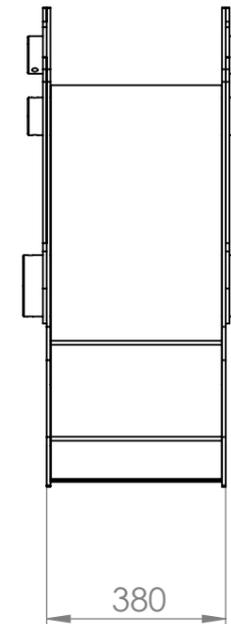
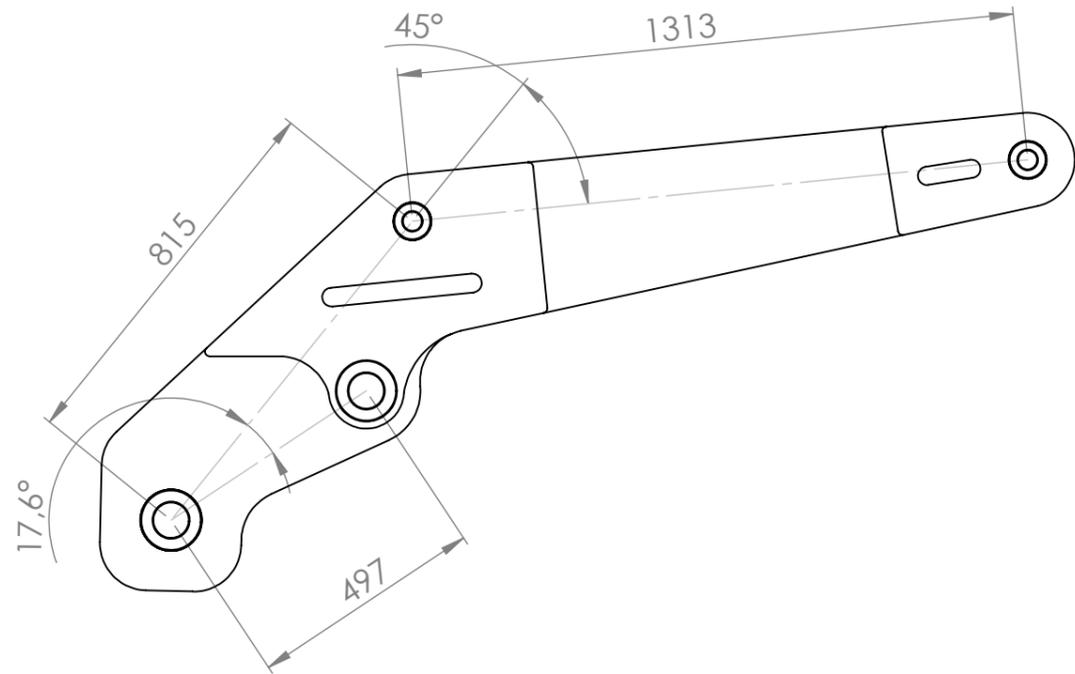
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN	1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Disco sujeción corona giro
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				
APROB.					

NORMA:	MATERIAL:	SAE 1010 1/2"	CÓDIGO:	PB05-AA003	FORMATO:	A4
			ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1		



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo disco sujeción	
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		CÓDIGO: PB05-AA004	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

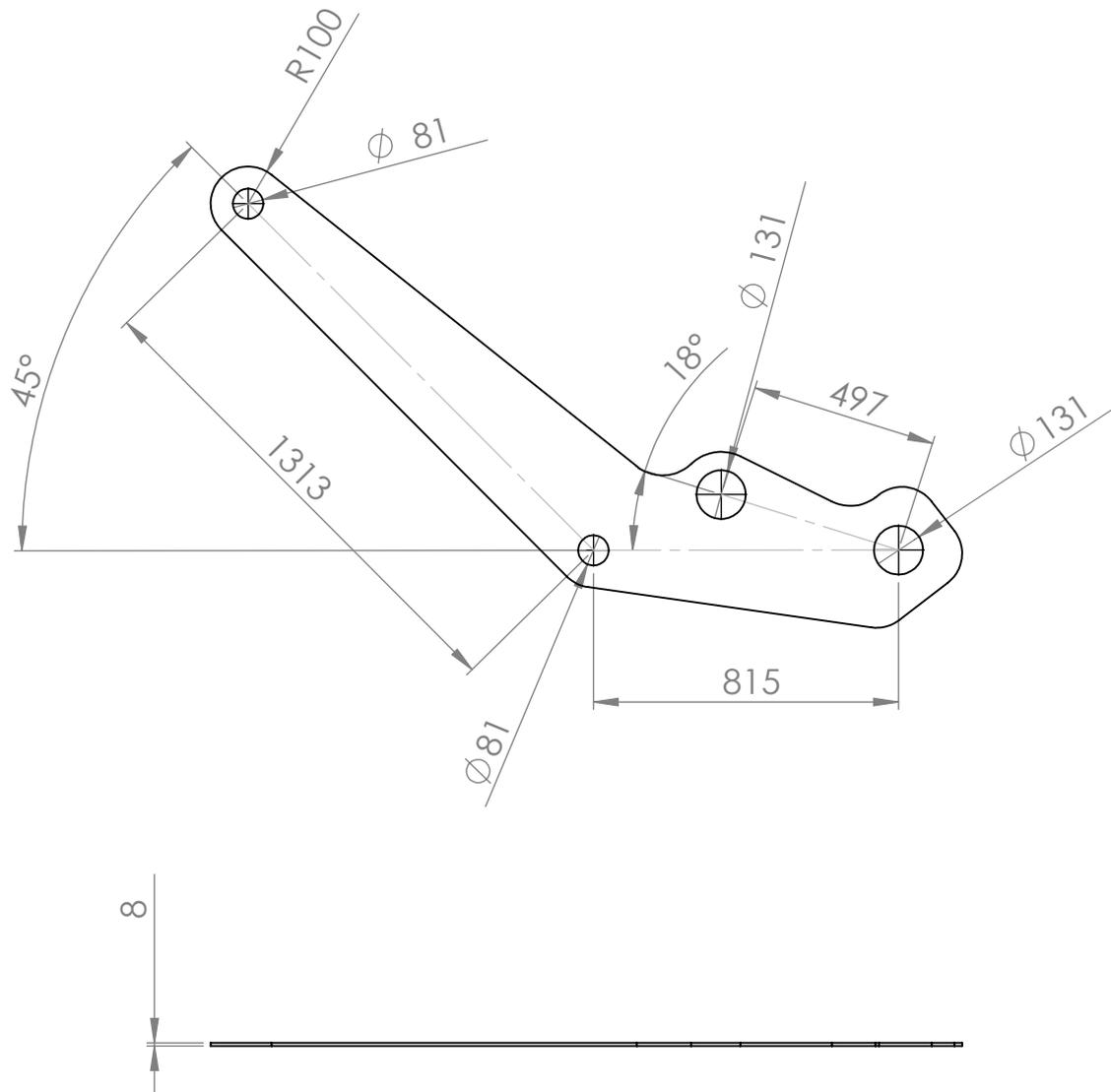


VISTA EN PERSPECTIVA

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AB001	Lateral brazo	2
2	PB05-AB002	Interno cajon brazo	1
3	PB05-AB003	Refuerzo interno cajon	1
4	PB05-AB004	Refuerzo lateral central	2
5	PB05-AB005	Refuerzo lateral punta	2
6	PB05-A0005	Buje cilindro mayor	2
7	PB05-A0011	Buje articulación punta	2
8	PB05-A0008	Buje cilindro menor	2
9	PB05-A0013	Buje articulación mayor	2

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:		TÍTULO: Subconjunto brazo	
APROB.						CÓDIGO: PB05-AB000	FORMATO: A3
NORMA:		MATERIAL:				ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

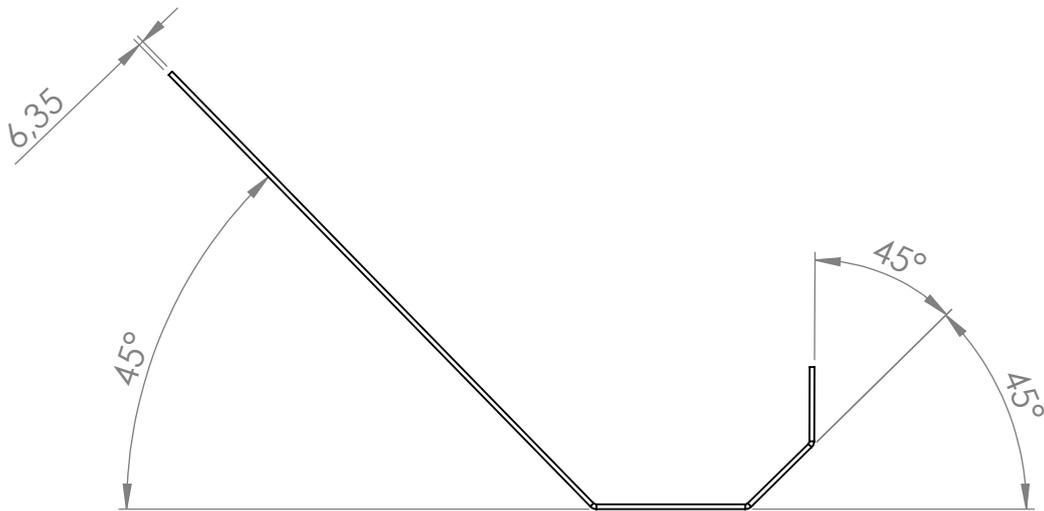


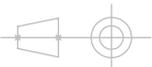
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

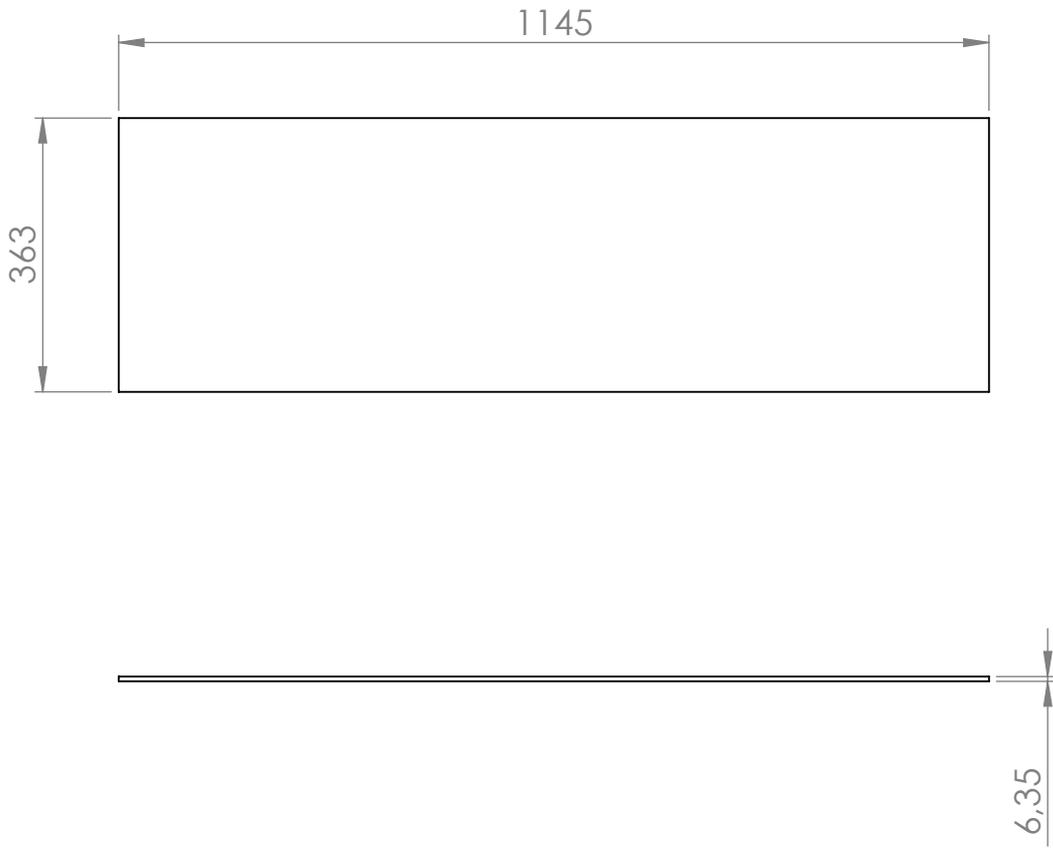
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: <h1>Lateral brazo</h1>
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				
APROB.					

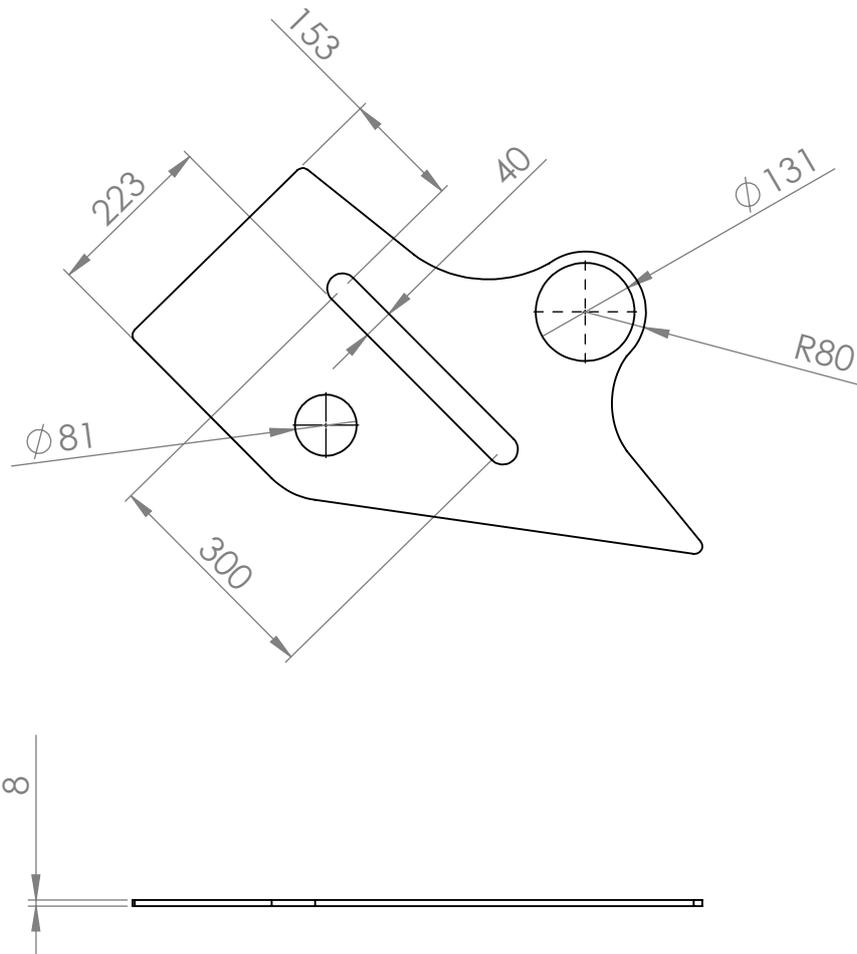
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm	CÓDIGO: PB05-AB001	FORMATO: A4
		ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1



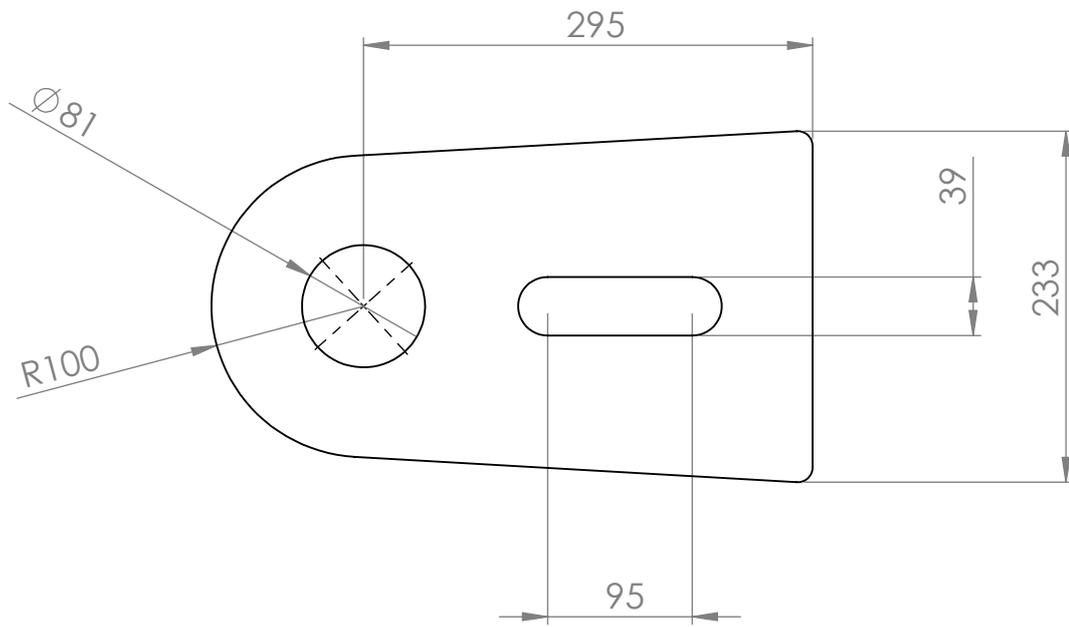
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Interno cajon brazo	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AB002	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: MLC 700 1/4"		ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	



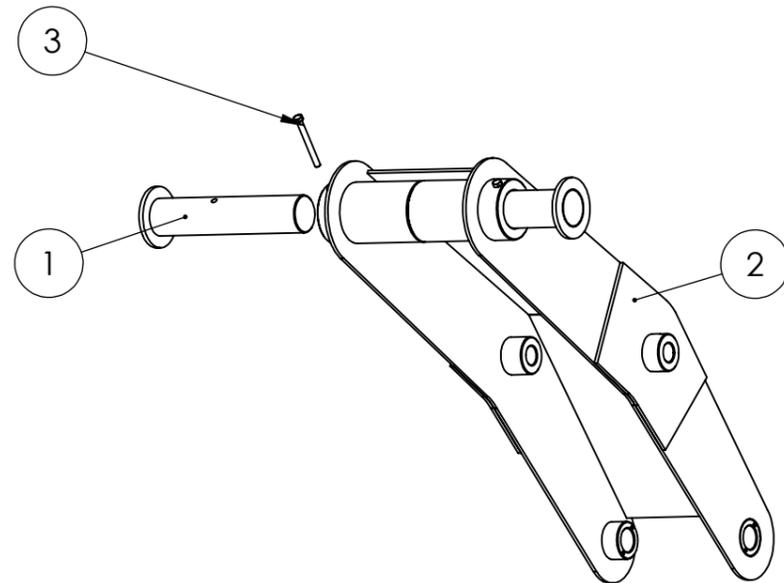
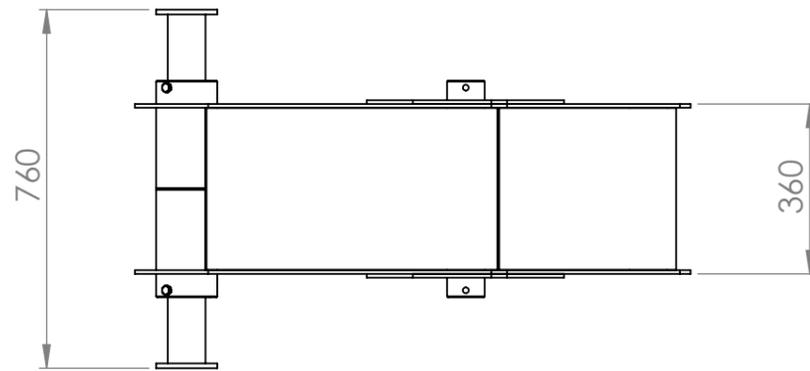
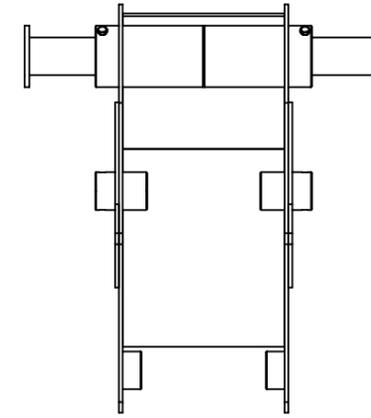
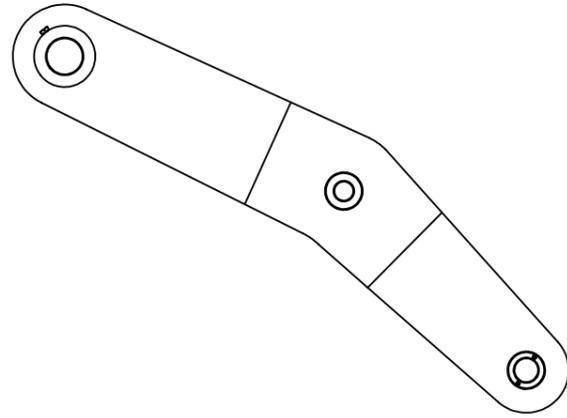
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo interno cajon	
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 1/4"		CÓDIGO: PB05-AB003	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo lateral central		
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO			CÓDIGO: PB05-AB004		
APROB.				FORMATO: A4		
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm	ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1		



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo lateral punta		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				CÓDIGO: PB05-AB005		FORMATO: A4
APROB.				MATERIAL: MLC 700 8mm		ESCALA:1:5
NORMA:						HOJA 1 DE 1

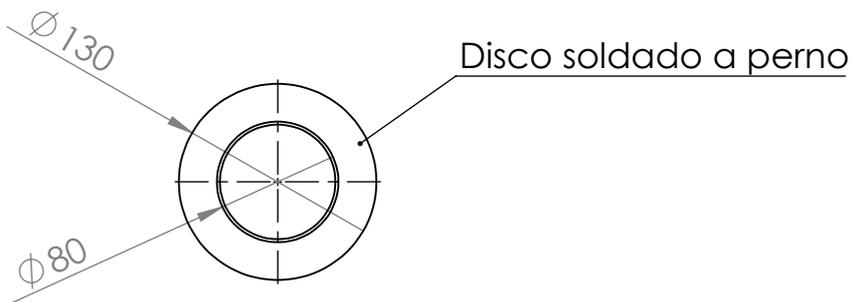
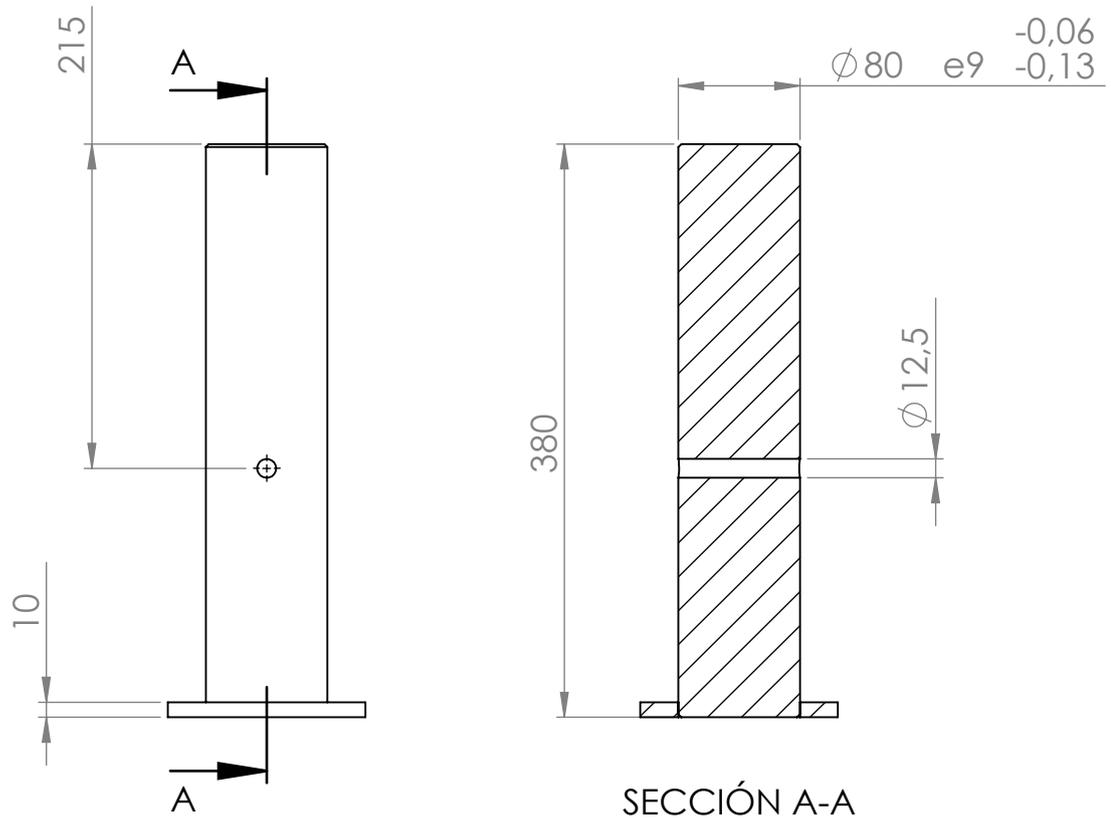


VISTA EN PERSPECTIVA

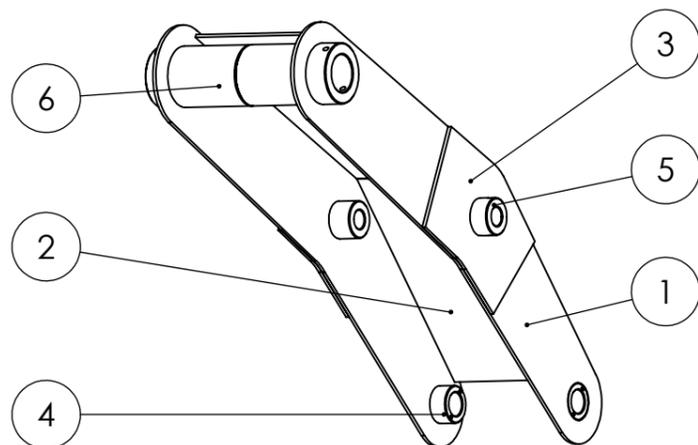
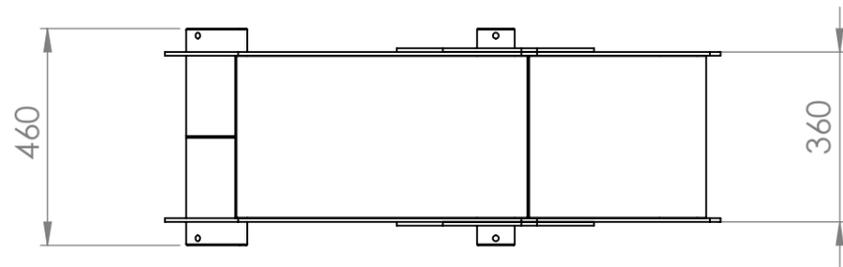
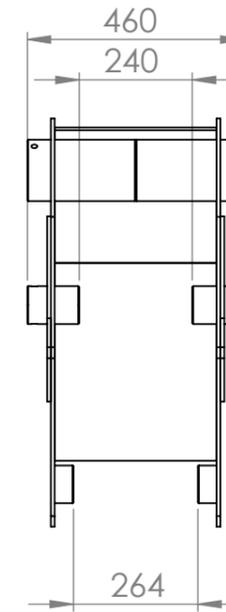
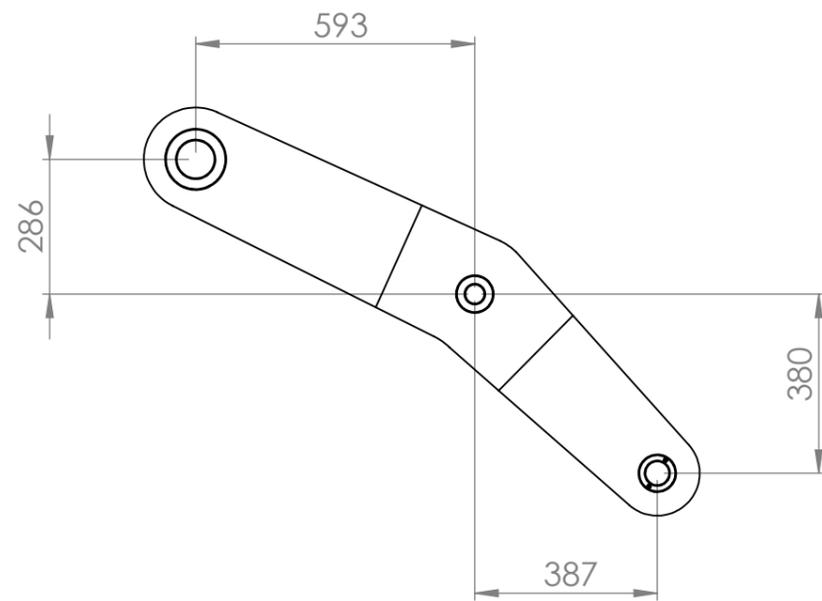
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AC001	Perno de Elevación	2
2	PB05-ACA00	Conjunto Pluma	1
3	PB05-00010	Bulon M12 x 1.75 x 120	2

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto Pluma	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AC000	FORMATO: A3
NORMA:		MATERIAL:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Perno elevación		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO						
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: Trefilado redondo SAE 1045			CÓDIGO: PB05-AC001	FORMATO: A4	
				ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	

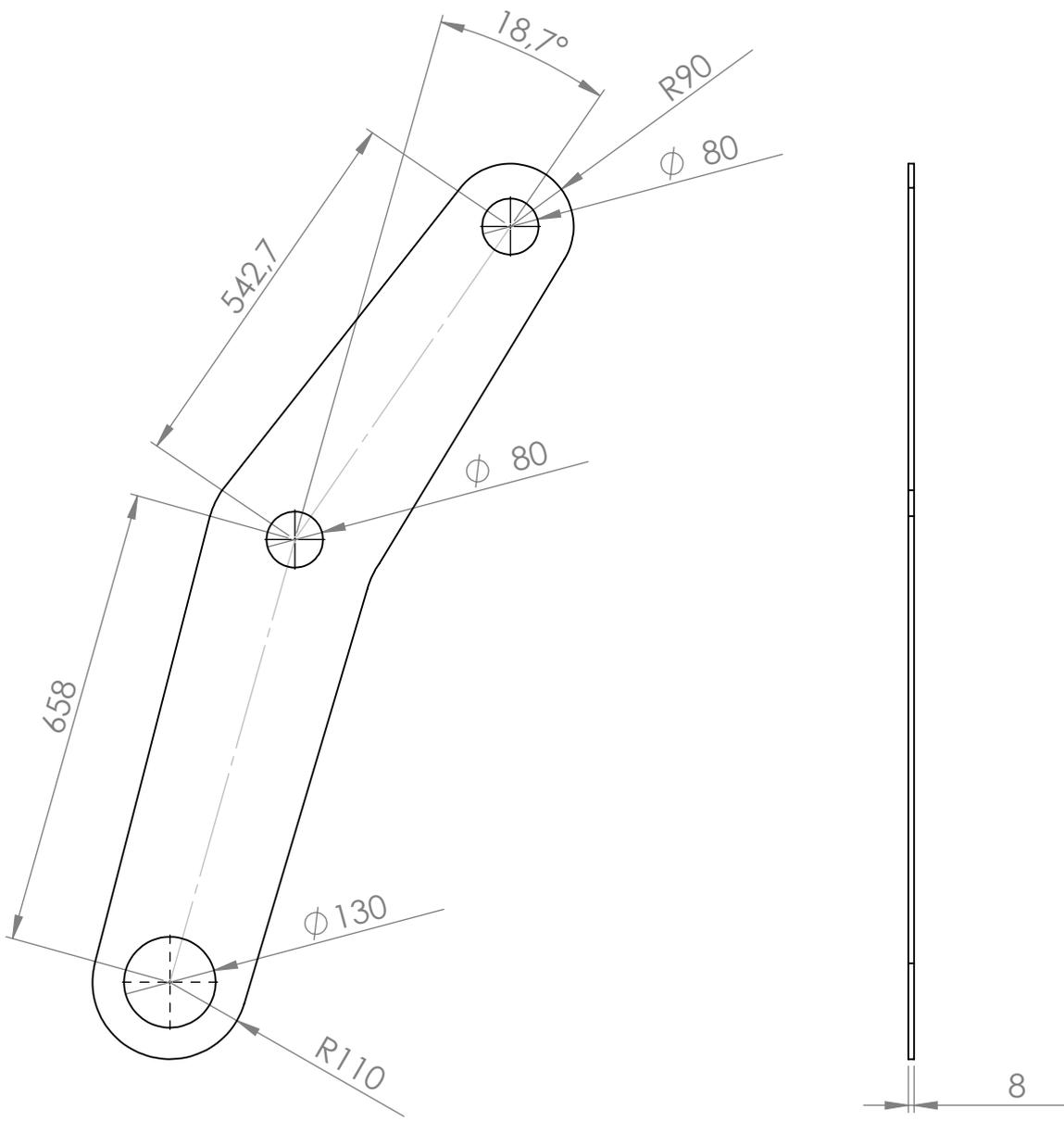


VISTA EN PERSPECTIVA

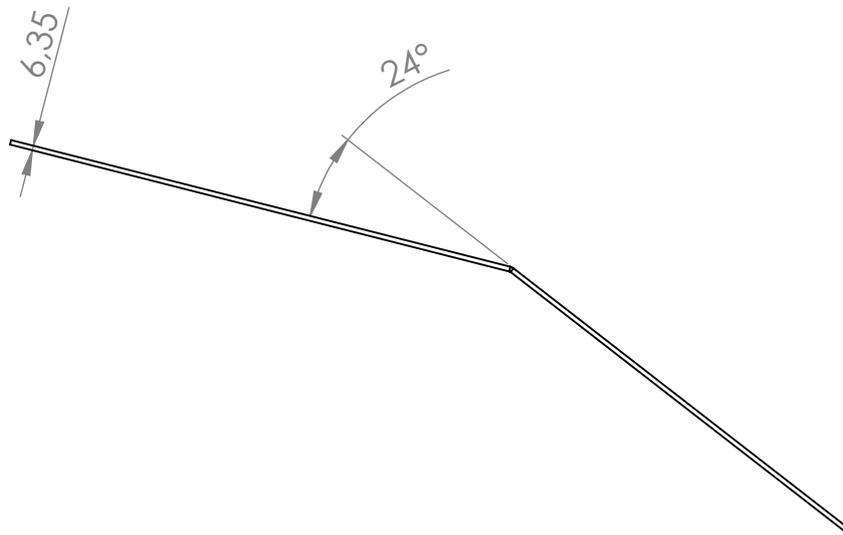
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-ACA01	Lateral pluma	2
2	PB05-ACA02	Tapa superior pluma	1
3	PB05-ACA03	Refuerzo lateral pluma	2
4	PB05-A0012	Buje articulaciones principales	2
5	PB05-A0008	Buje cilindro menor	2
6	PB05-ACA04	Buje perno elevación	2

Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000	
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

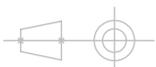
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Pluma	
APROB.					CÓDIGO: PB05-ACA00	FORMATO: A3
NORMA:	MATERIAL:				ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1

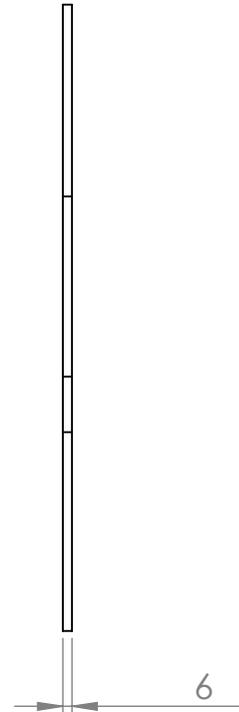
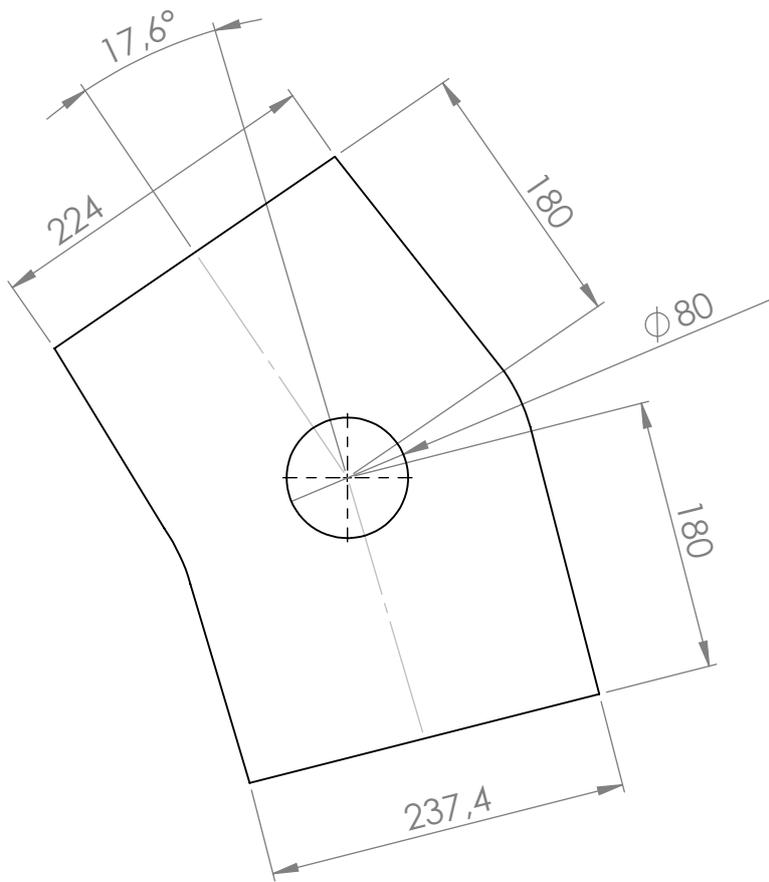


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Lateral pluma		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO						
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm			CÓDIGO: PB05-ACA01	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	

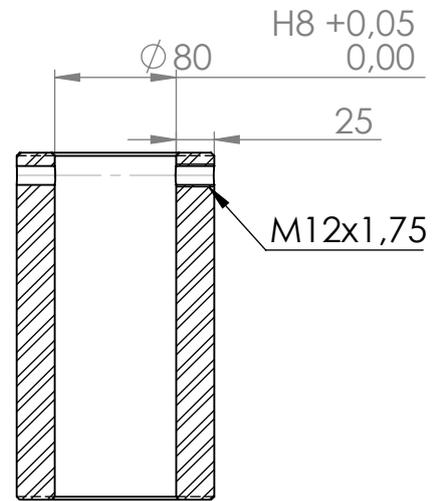
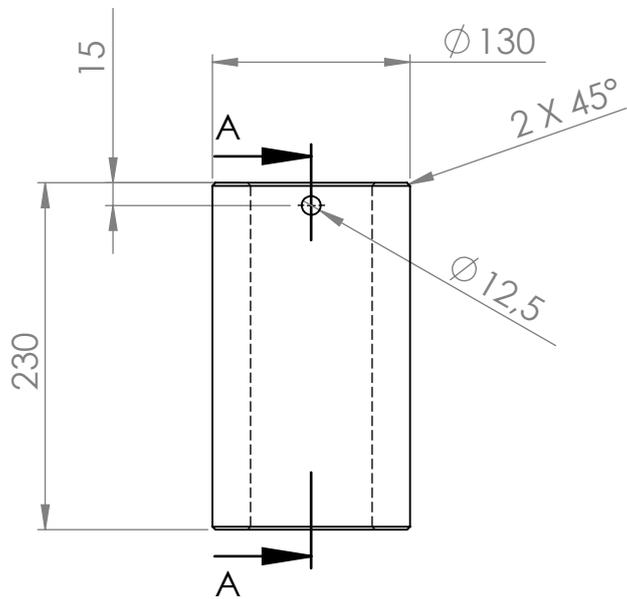


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa superior pluma		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO				CÓDIGO: PB05-ACA02		
APROB.				FORMATO: A4		
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 1/4"			ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	

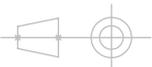


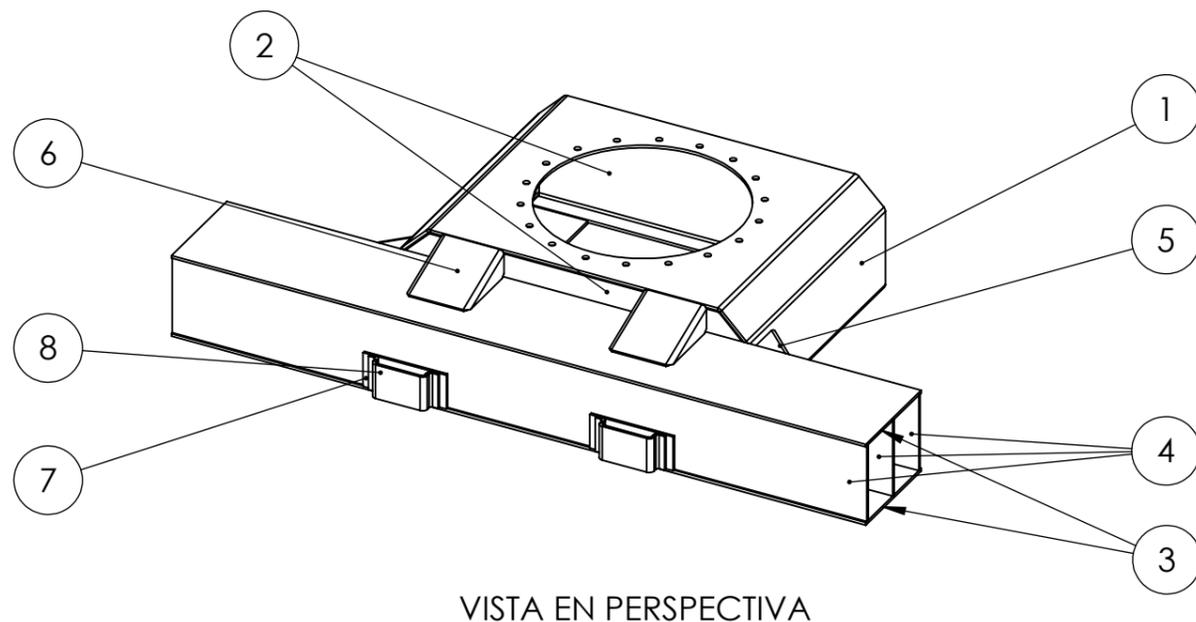
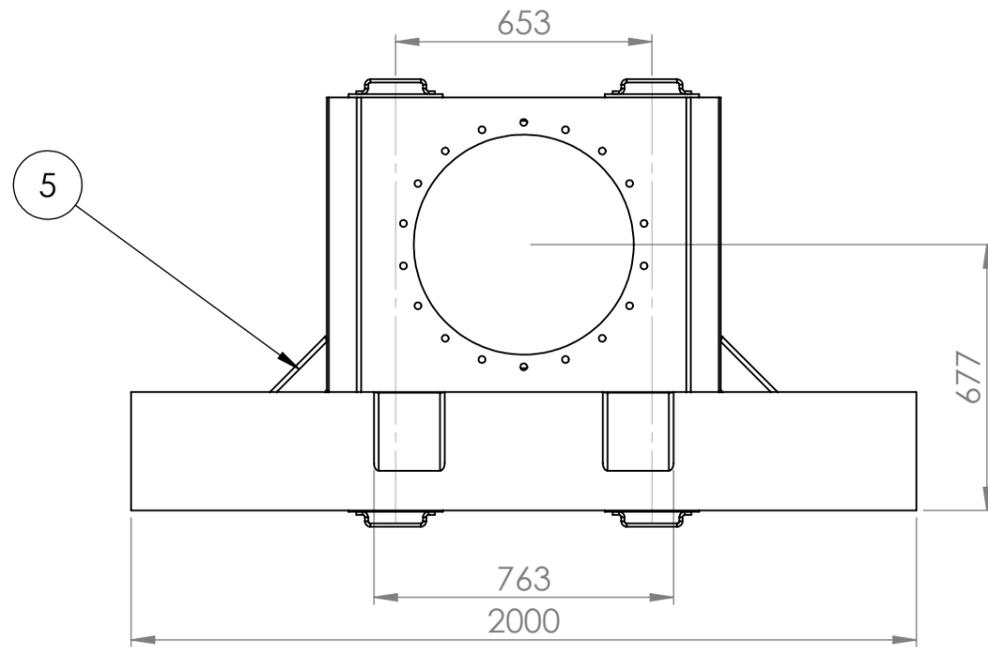
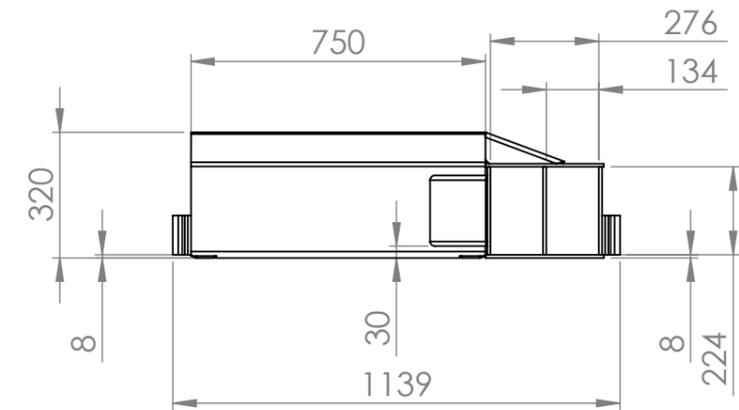
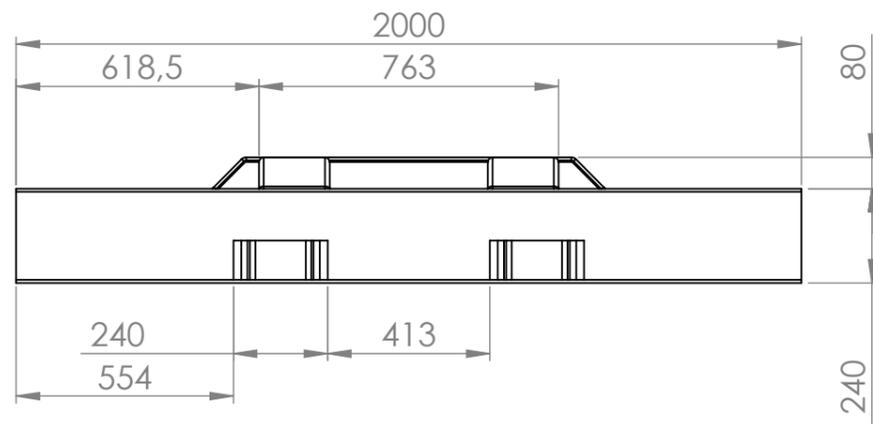


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo lateral pluma		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO						
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm			CÓDIGO: PB05-ACA03	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



SECCIÓN A-A

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje perno elevación	
APROB.					CÓDIGO: PB05-ACA04	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1045			ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1

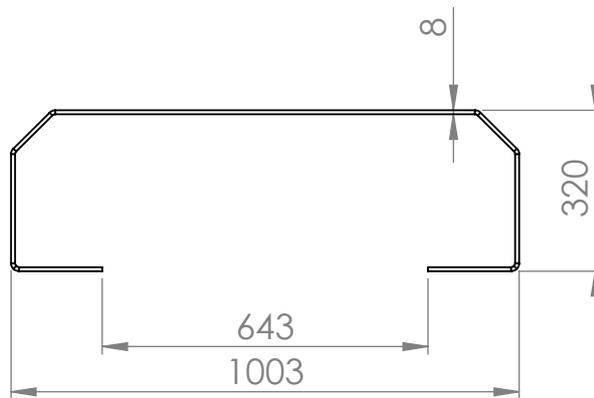
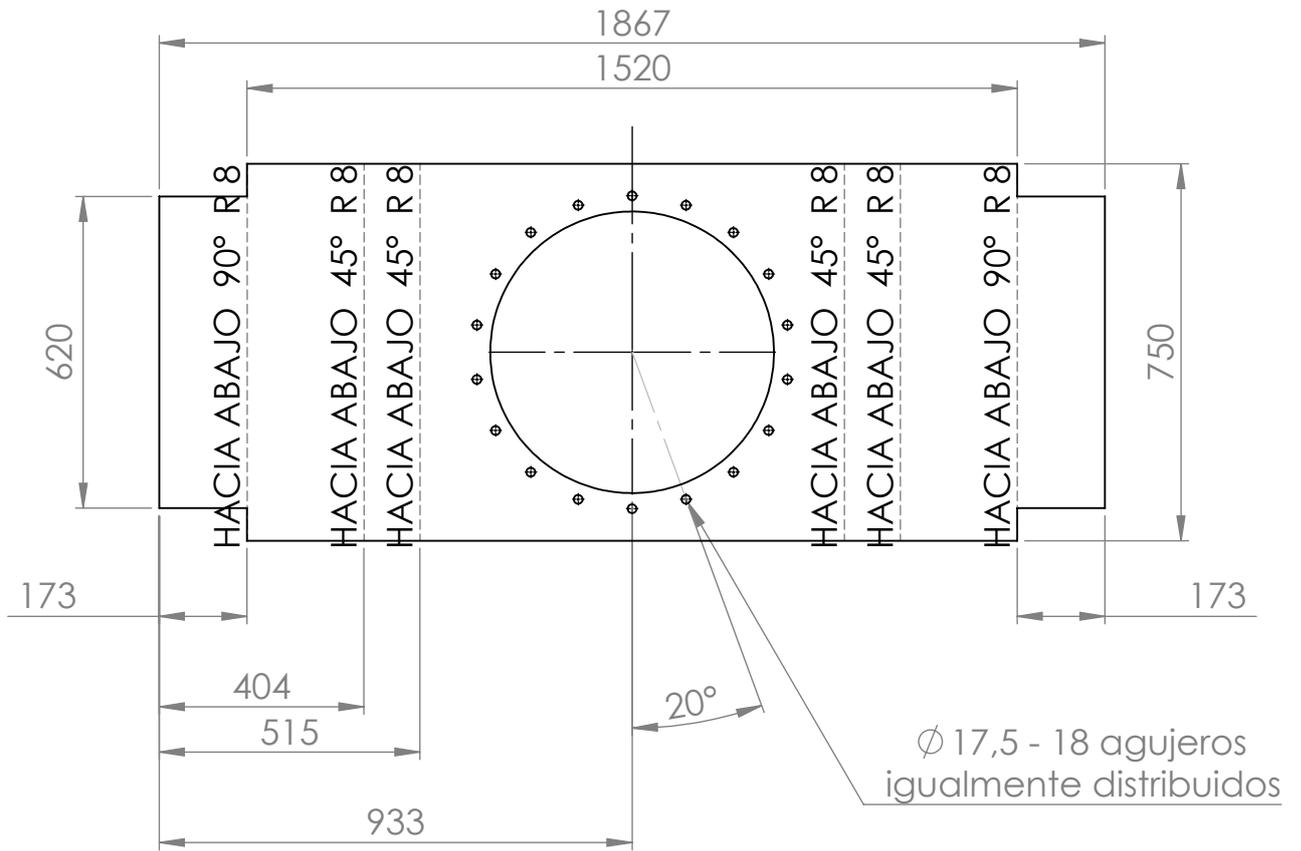


VISTA EN PERSPECTIVA

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AD001	Caja principal brazo	1
2	PB05-AD002	Tapa caja principal	2
3	PB05-AD003	Tapa cajón estabilizador	2
4	PB05-AD004	Lateral cajón estabilizador	3
5	PB05-AD005	Refuerzo ángulo lateral	2
6	PB05-AD006	Refuerzo ángulo superior	2
7	PB05-AD007	Base de sujeción chasis	4
8	PB05-AD008	Plegado sujeción chasis	4

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:		TÍTULO: Subconjunto Cajón	
APROB.						CÓDIGO: PB05-AD000	FORMATO: A3
NORMA:		MATERIAL:				ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

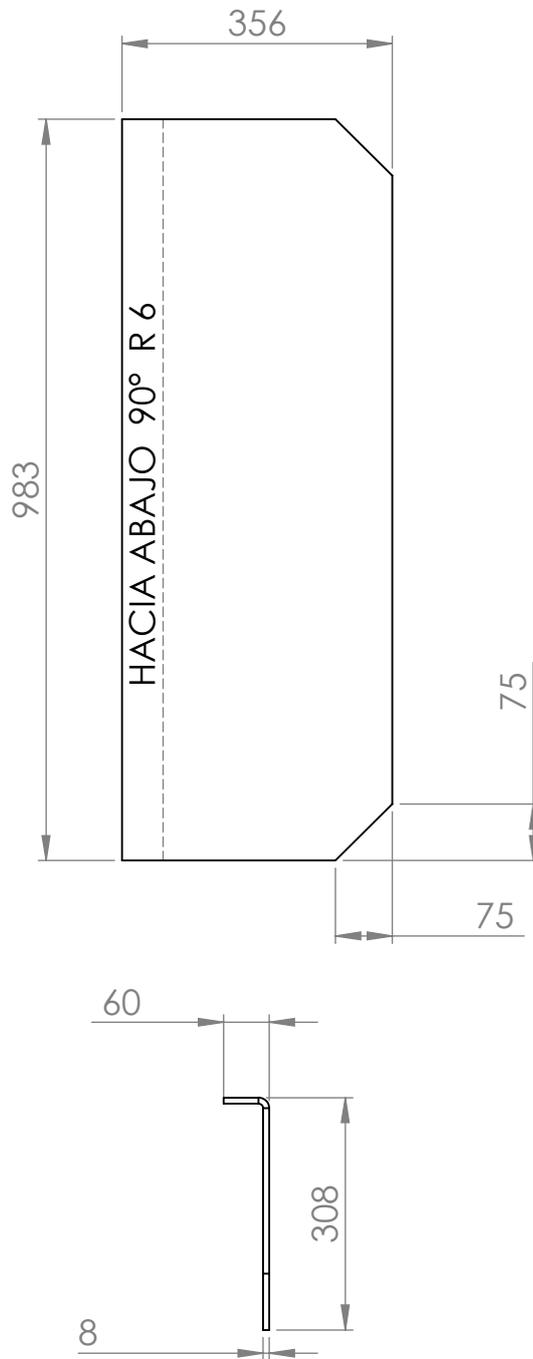


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

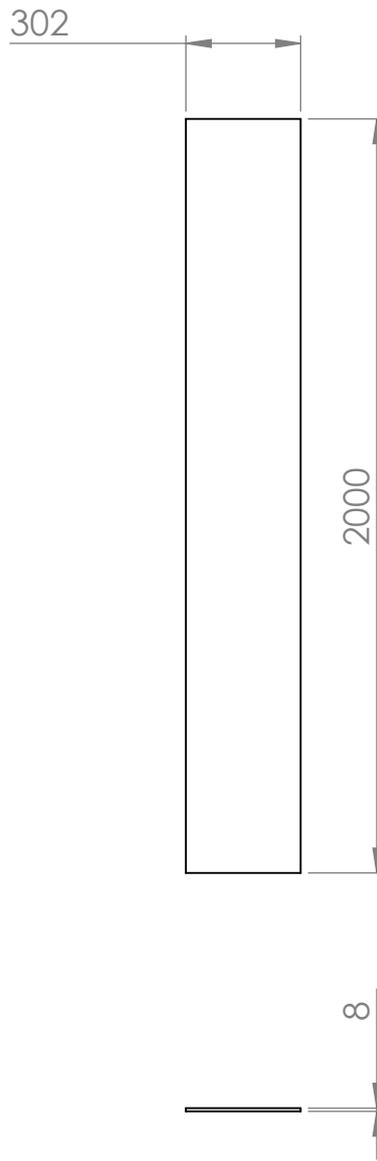
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN	1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				Caja principal brazo
APROB.					

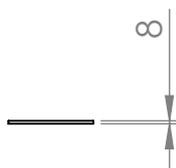
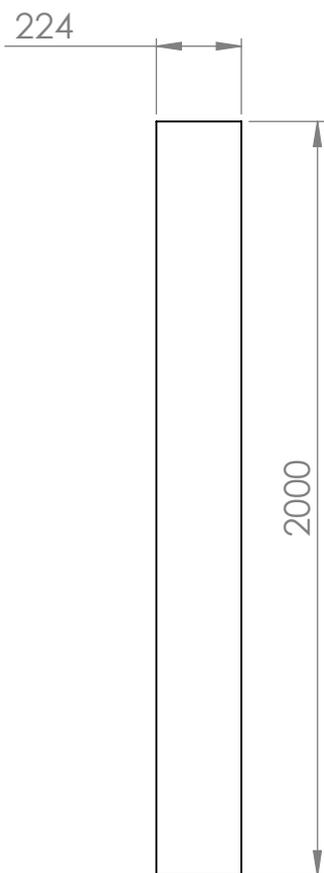
NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO:	FORMATO:
	MLC 700 8mm	PB05-AD001	A4



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa caja principal	
APROB.						
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		CÓDIGO: PB05-AD002	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa cajón estabilizador	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AD003	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: MLC 700 8mm			ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

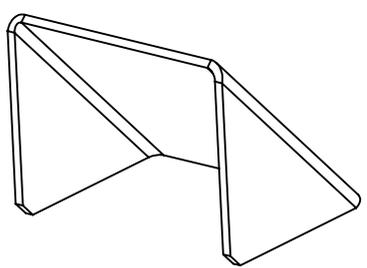
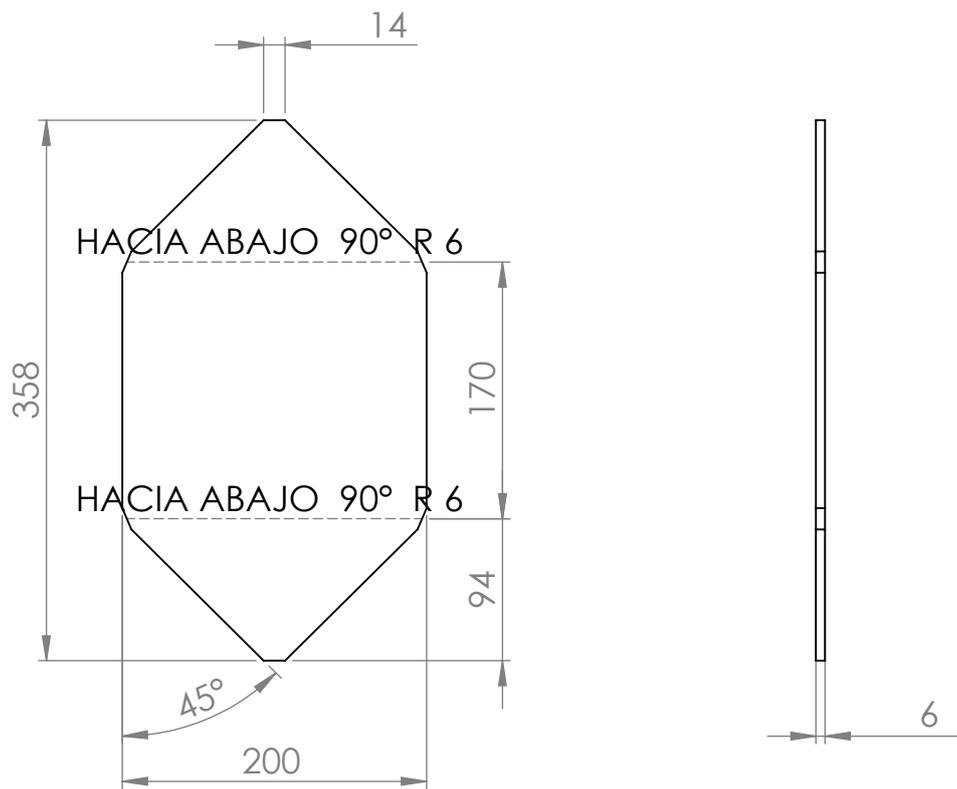


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00

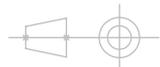
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				Lateral cajón estabilizador
APROB.					

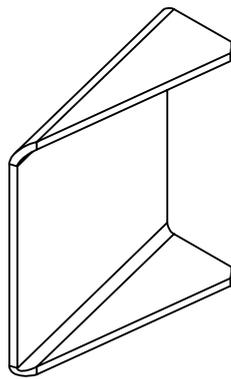
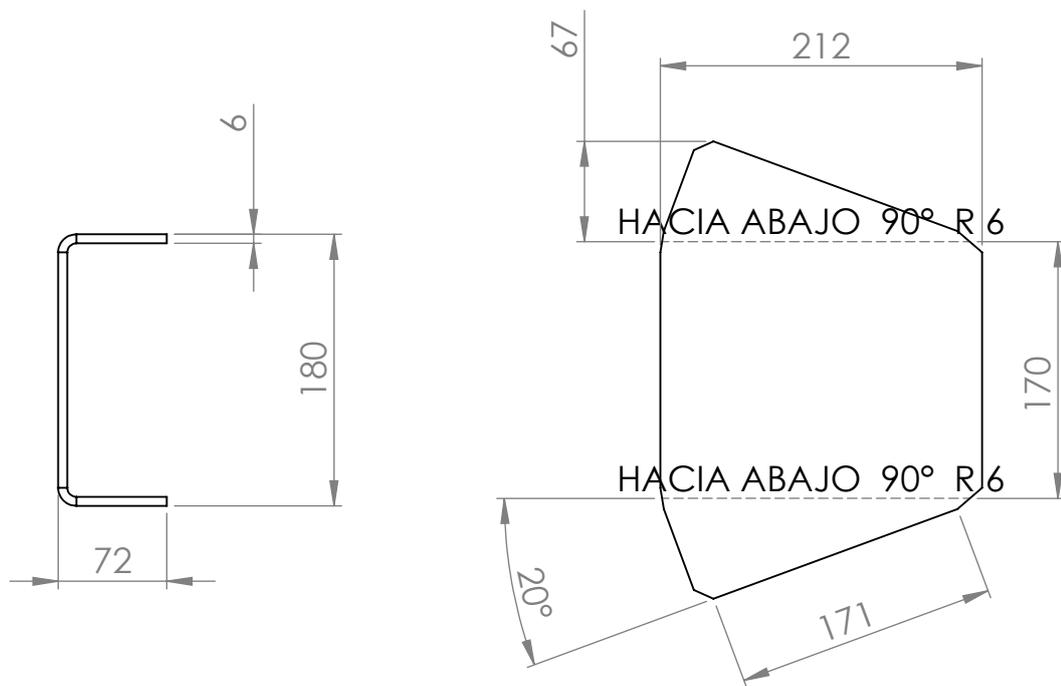
NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO:	FORMATO:
	MLC 700 8mm	PB05-AD004	A4
		ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1



VISTA EN PERSPECTIVA

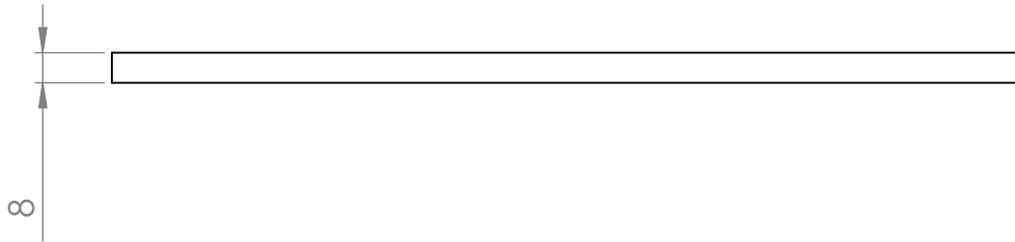
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo ángulo lateral	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AD005	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 6mm		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1

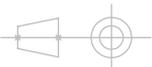


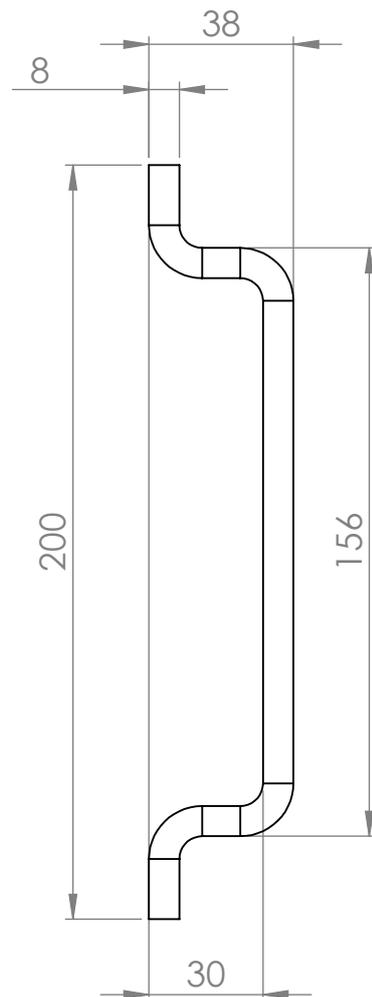


VISTA EN PERSPECTIVA

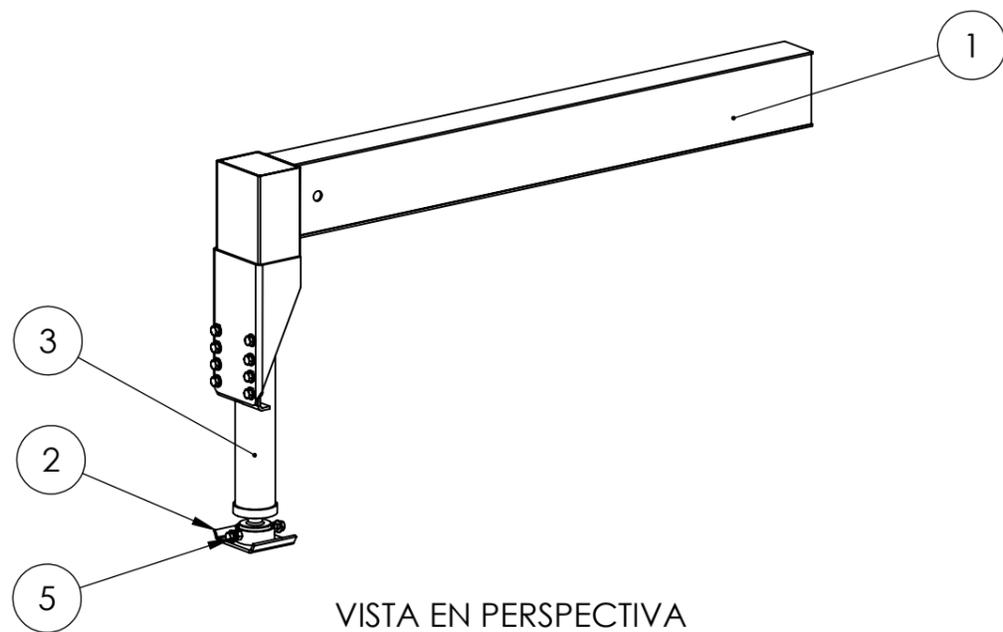
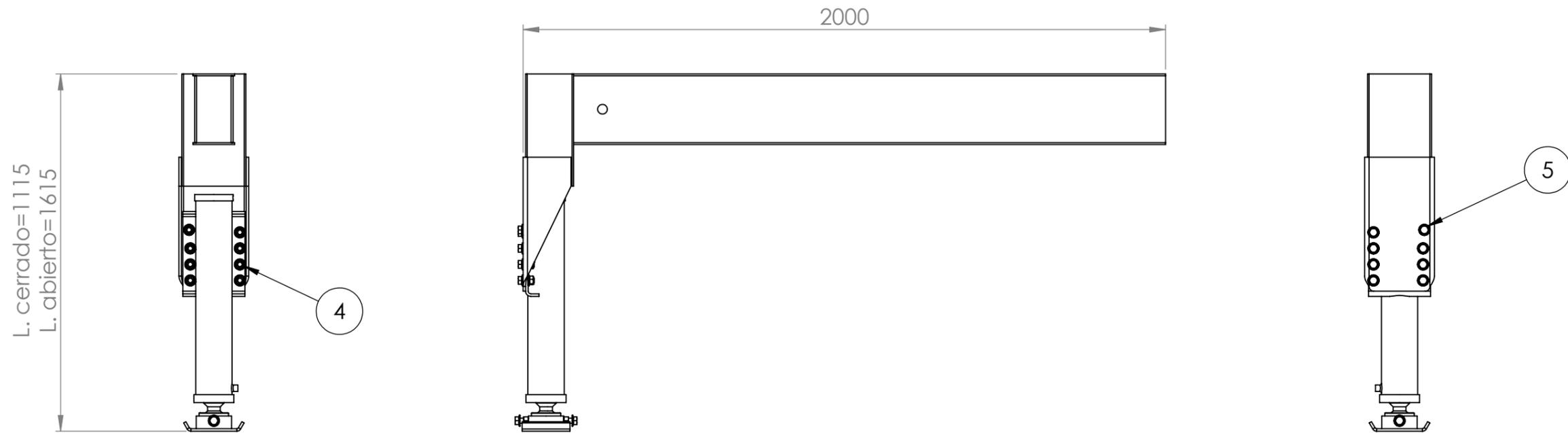
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Refuerzo ángulo superior	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AD006	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 6mm		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1



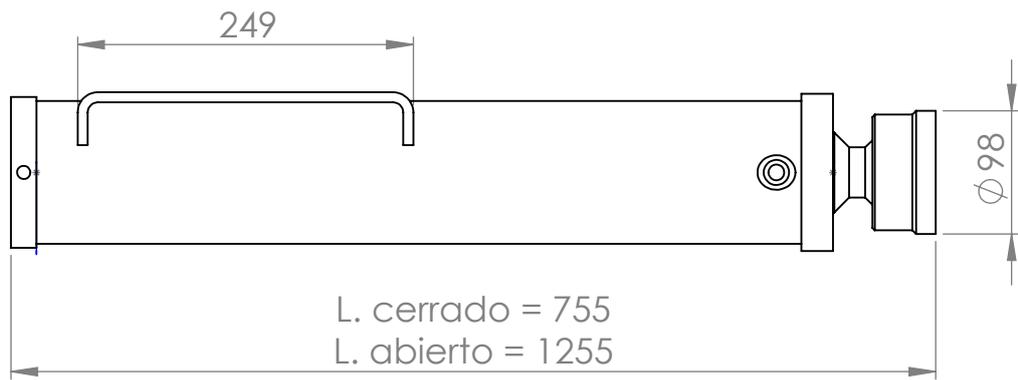
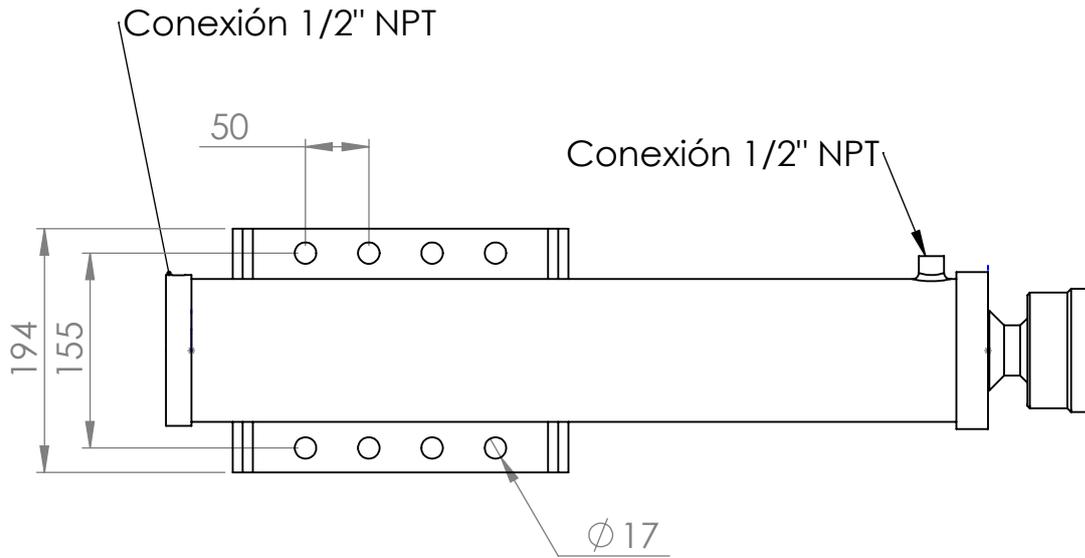
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Base de sujeción chasis	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AD007	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: MLC 700 8mm		ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1



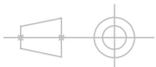
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Plegado sujeción chasis	
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		CÓDIGO: PB05-AD008	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	

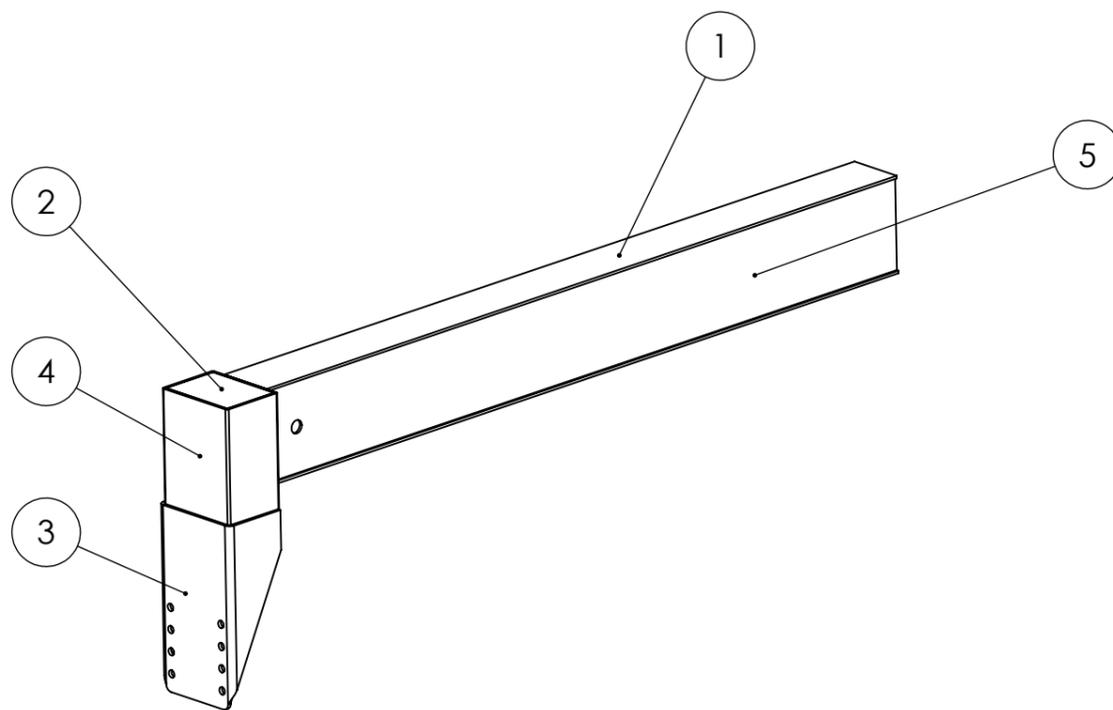
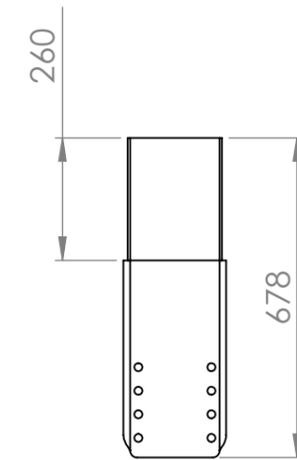
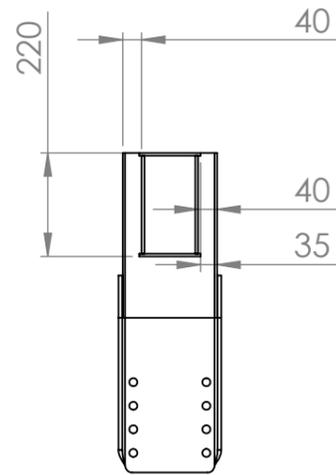


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD				
1	PB05-AEA00	Subconjunto estabilizador	1				
2	PB05-AEB00	Pie de estabilizador	1				
3	PB05-AE001	Cilindro hidráulico pie estabilizador	1				
4	PB05-00007	Tuerca M16x2	8				
5	PB05-00008	Bulon M16x2x35	10				
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000	
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5	
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5	
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto estabilizador		
APROB.					CÓDIGO: PB05-AE000	FORMATO: A3	
NORMA:		MATERIAL:		ESCALA:1:15		HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Cilindro hidráulico pie estabilizador	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AE001	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL:		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1





VISTA EN PERSPECTIVA

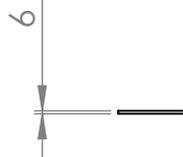
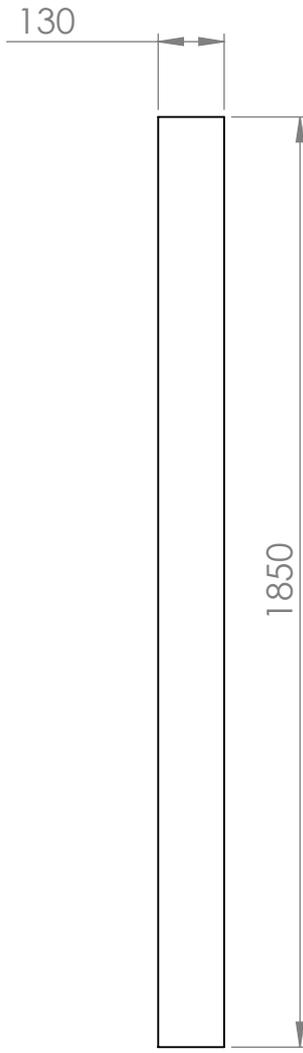
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AEA01	Tapa superior cajón estabilizador	2
2	PB05-AEA05	Tapa superior caño	1
3	PB05-AEA04	Soporte cilindro hidráulico estabilizador	1
4	PB05-AEA03	Caño rectangular estabilizador	1
5	PB05-AEA02	Tapa lateral cajón estabilizador	2

Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2.5
±	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2.5

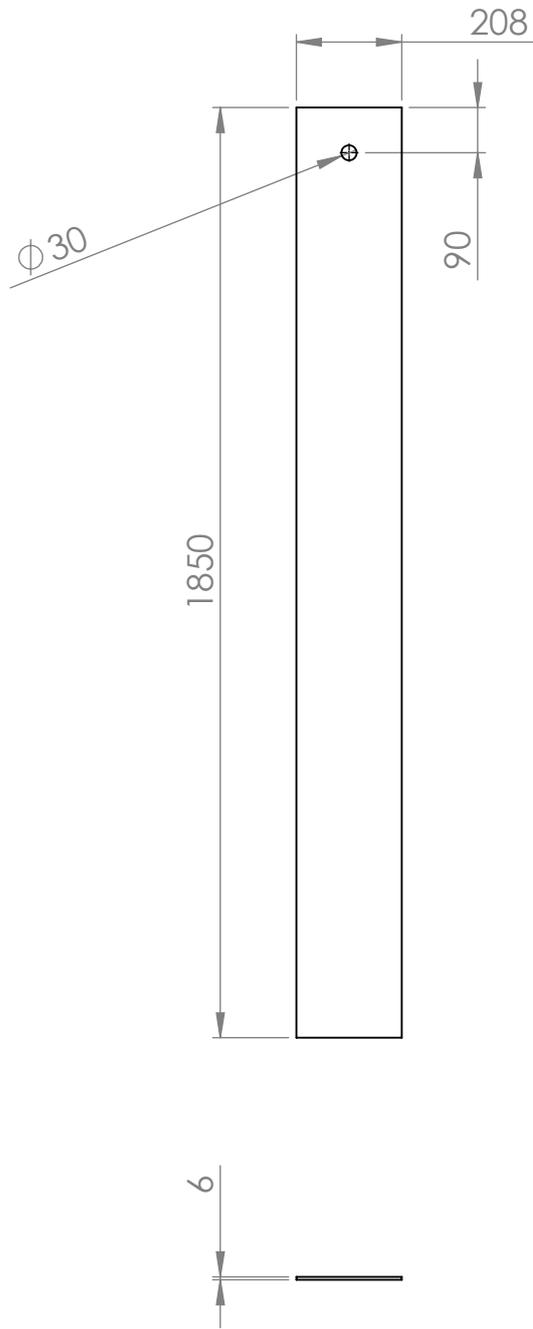
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
--	-----------	---------------------------------	---------------------	--------------

DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto estabilizador
APROB.					

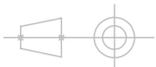
NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO: PB05-AEA00	FORMATO: A3
		ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1

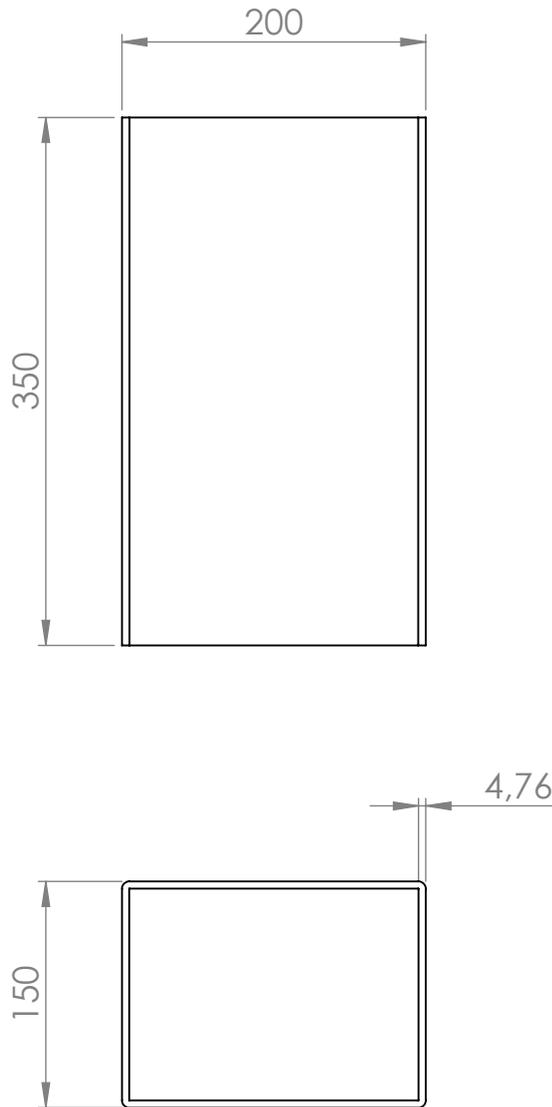


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa superior cajón estabilizador		
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO					
APROB.						
NORMA:	MATERIAL:	MLC 700 6mm		CÓDIGO:	PB05-AEA01	FORMATO: A4
				ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1	

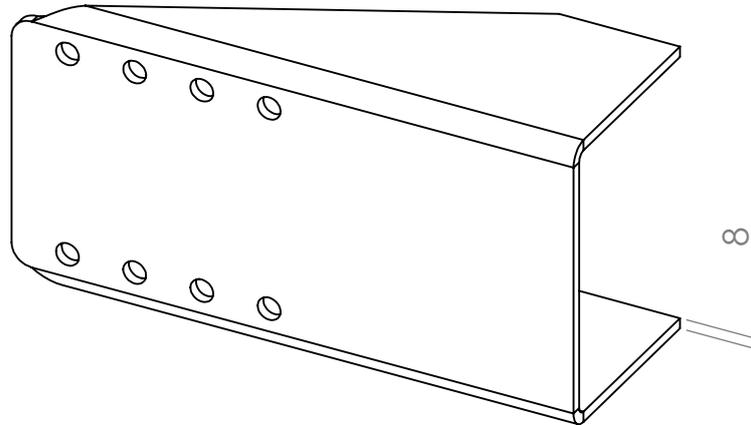
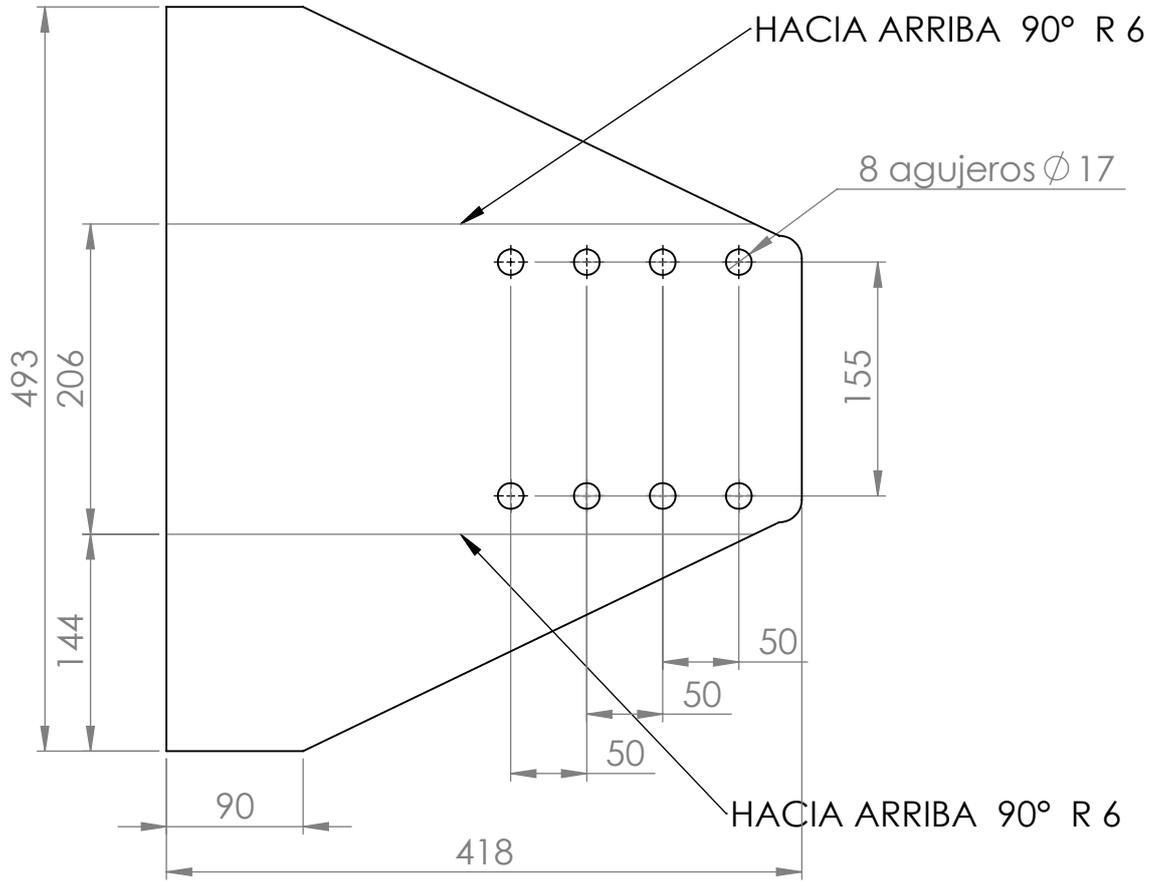


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa lateral cajón estabilizador	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AEA02	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 6mm		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1



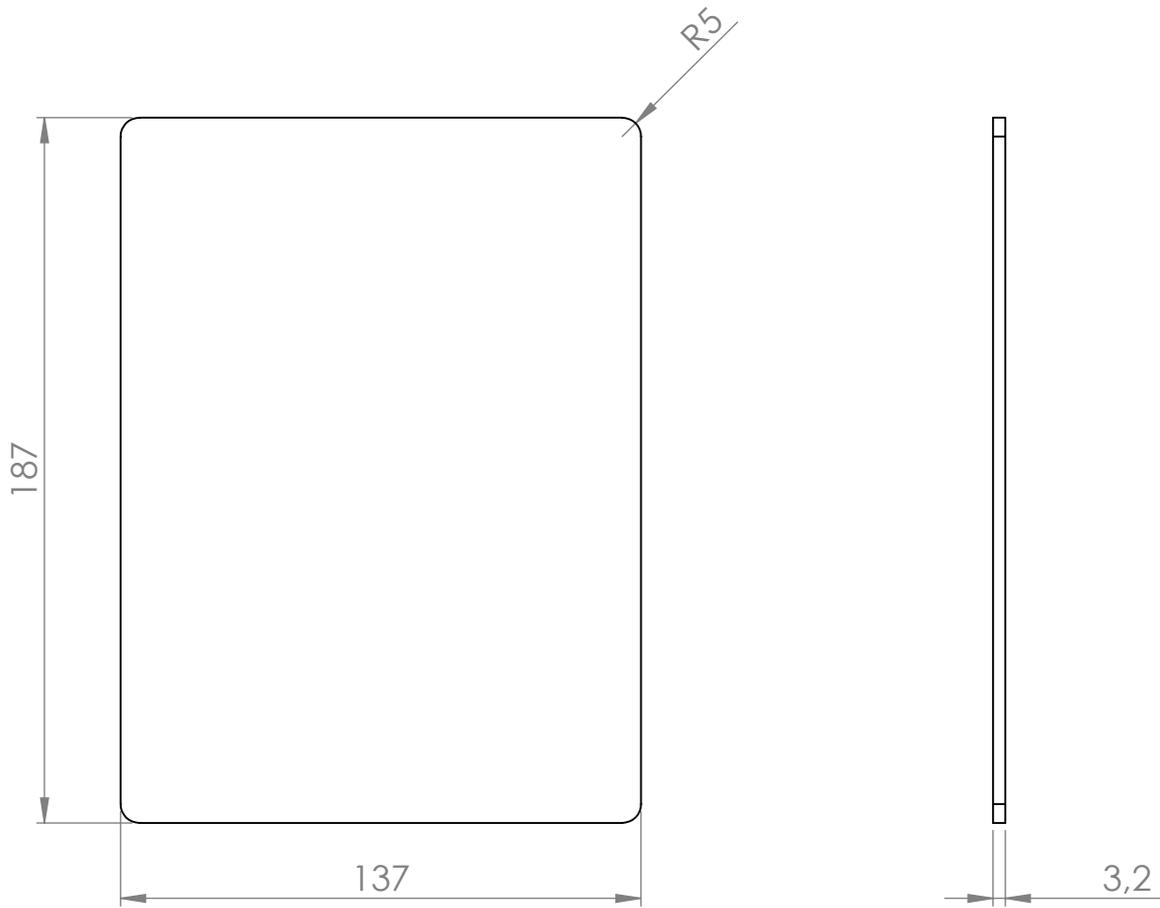


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Caño rectangular estabilizador	
NORMA:		MATERIAL: Caño rectangular SAE 1010		CÓDIGO: PB05-AEA03	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

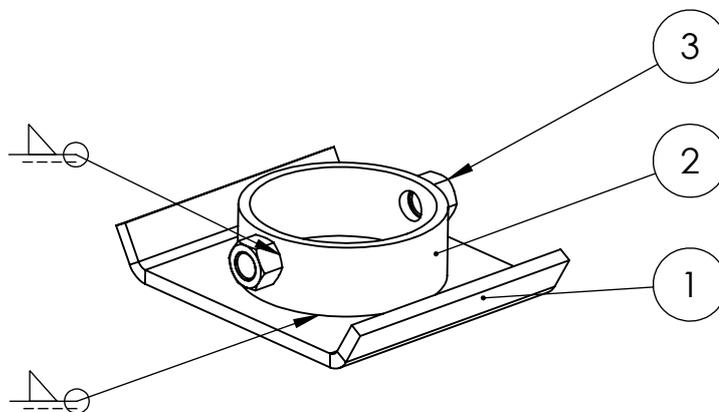
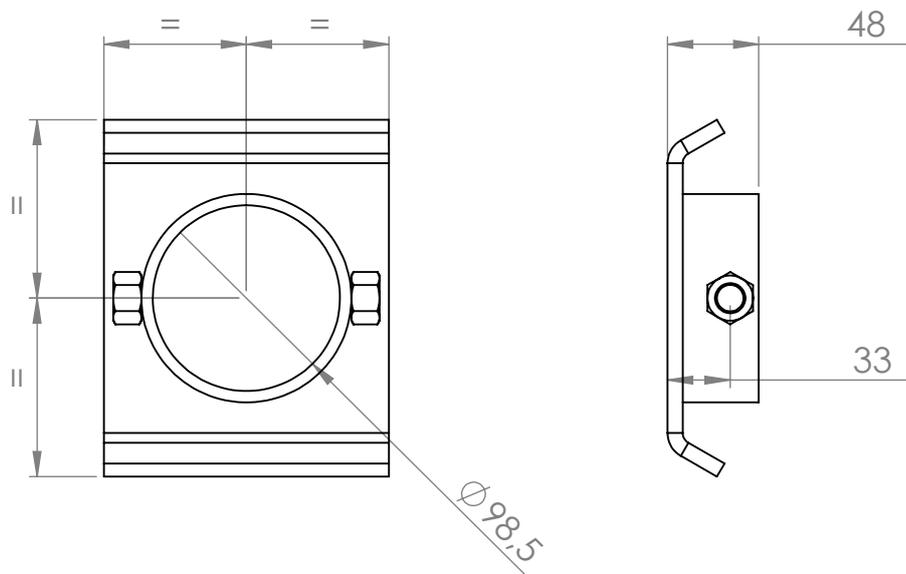


VISTA EN PERSPECTIVA

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Soporte cilindro hidráulico estabilizador	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AEA04	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Tapa superior caño	
APROB.					CÓDIGO: PB05-AEA05	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1010		ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1



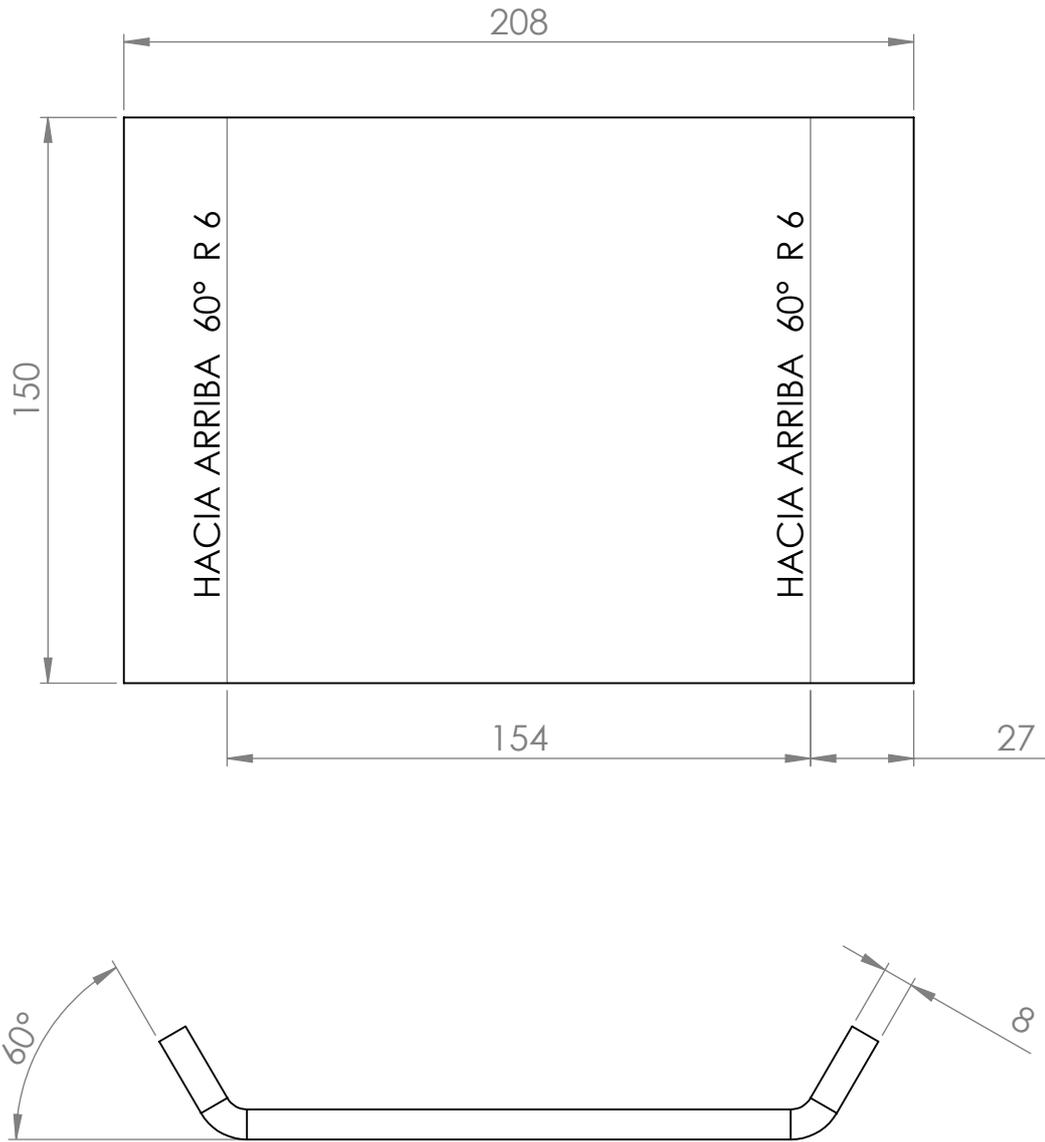
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-AEB01	Base apoyo estabilizador	1
2	PB05-AEB02	Aro de sujeción	1
3	PB05-00007	Tuerca M16x2	2

Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

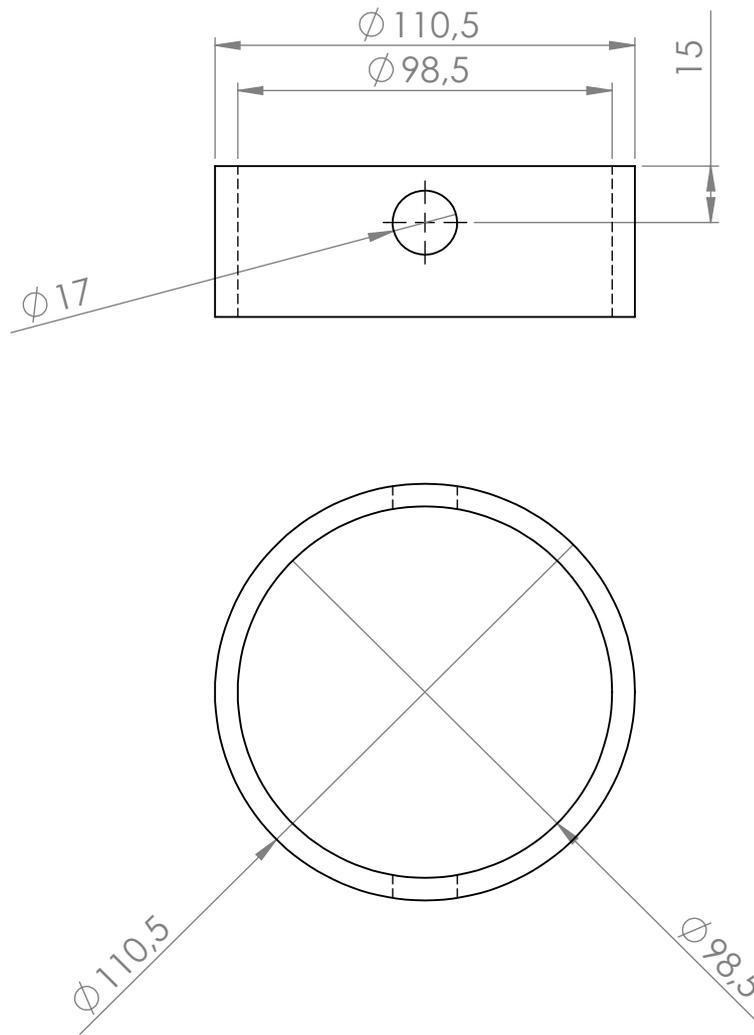
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Pie de estabilizador
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				
APROB.					

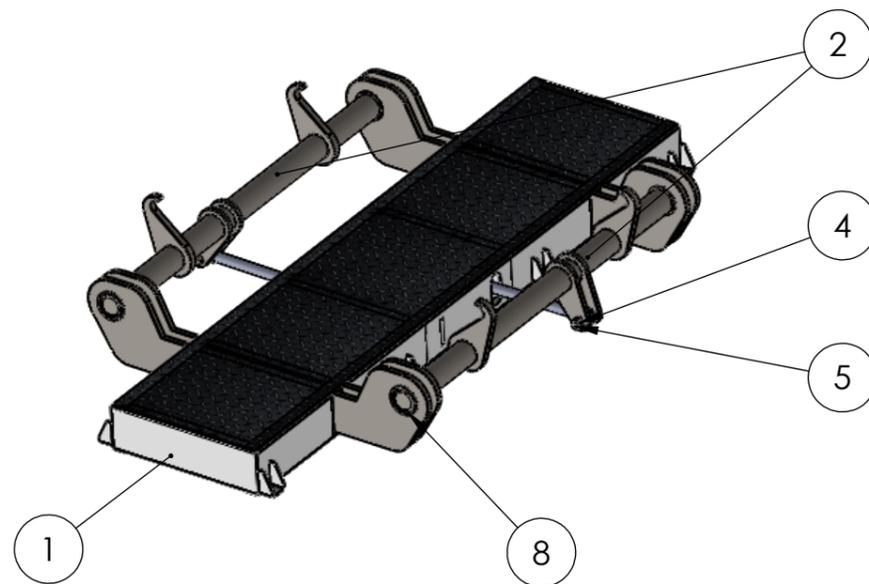
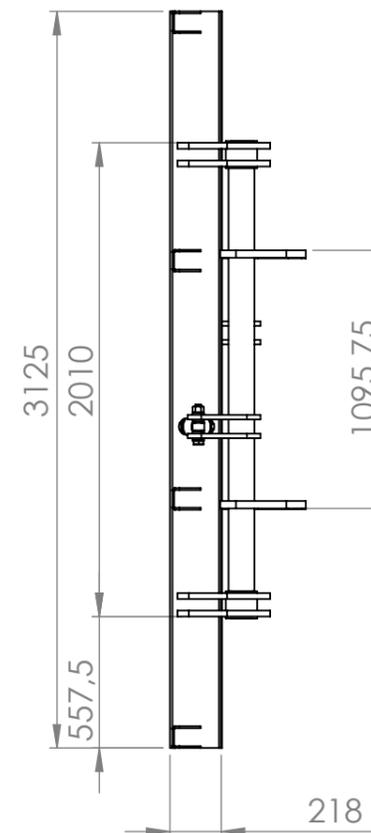
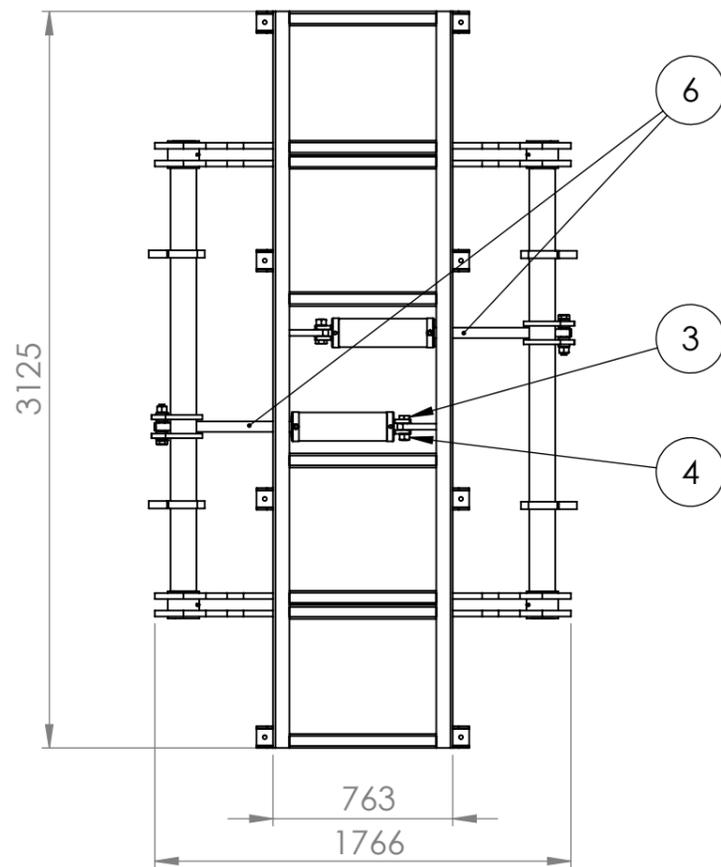
NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO: PB05-AEB00	FORMATO: A4
		ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Base apoyo estabilizador	
NORMA:		MATERIAL: MLC 700 8mm		CÓDIGO: PB05-AEB01	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	



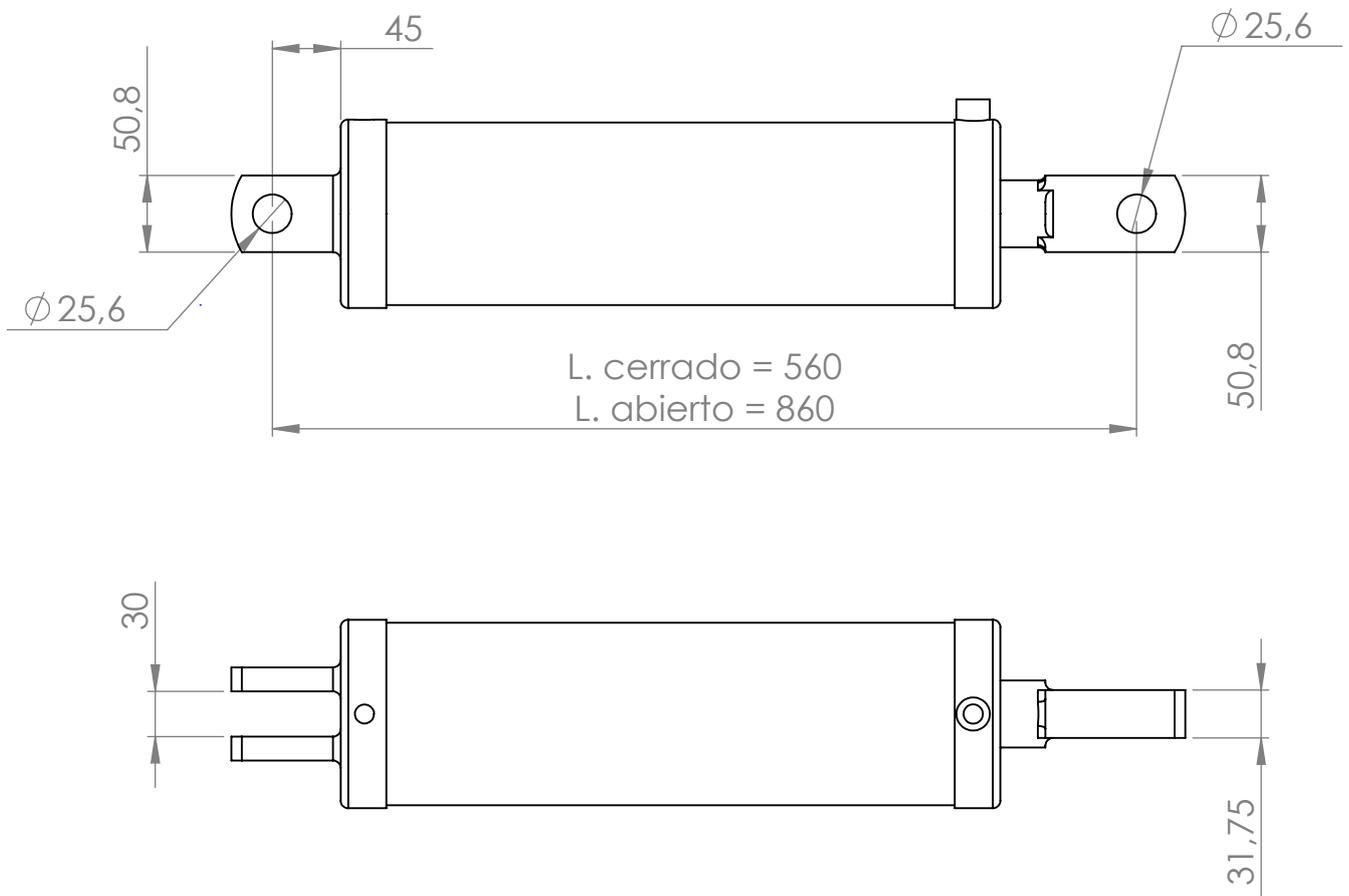
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm \pm	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Aro de sujeción		
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO					
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: Acero SAE 1010	CÓDIGO: PB05-AEB02		FORMATO: A4		
		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1		



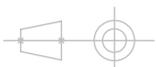
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-BA000	Subconjunto chasis plataforma	1
2	PB05-BB000	Subconjunto eje de vuelco	2
3	PB05-B0001	Bulón c/hexagonal 1"-12h x 3 1/2"	2
4	PB05-B0002	Tuerca hexagonal 1"-12h	4
5	PB05-B0003	Bulón c/hexagonal 1"-12h x 6"	2
6	PB05-B0004	Cilindro hidráulico vuelco	2
8	PB05-B0005	Buje VESCONITE barra vuelco	4

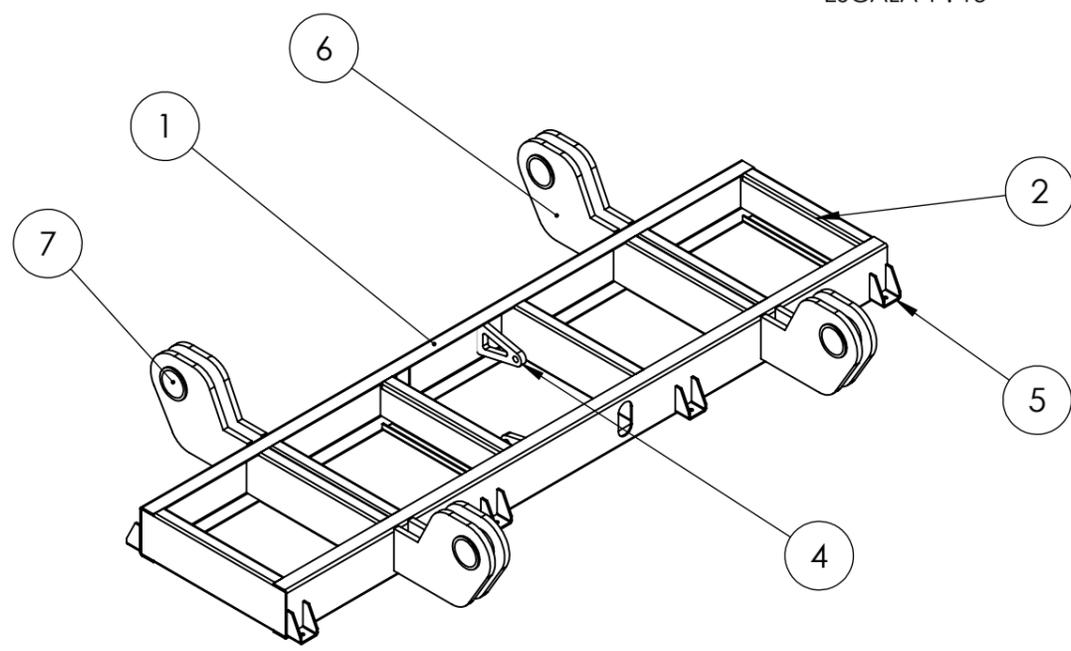
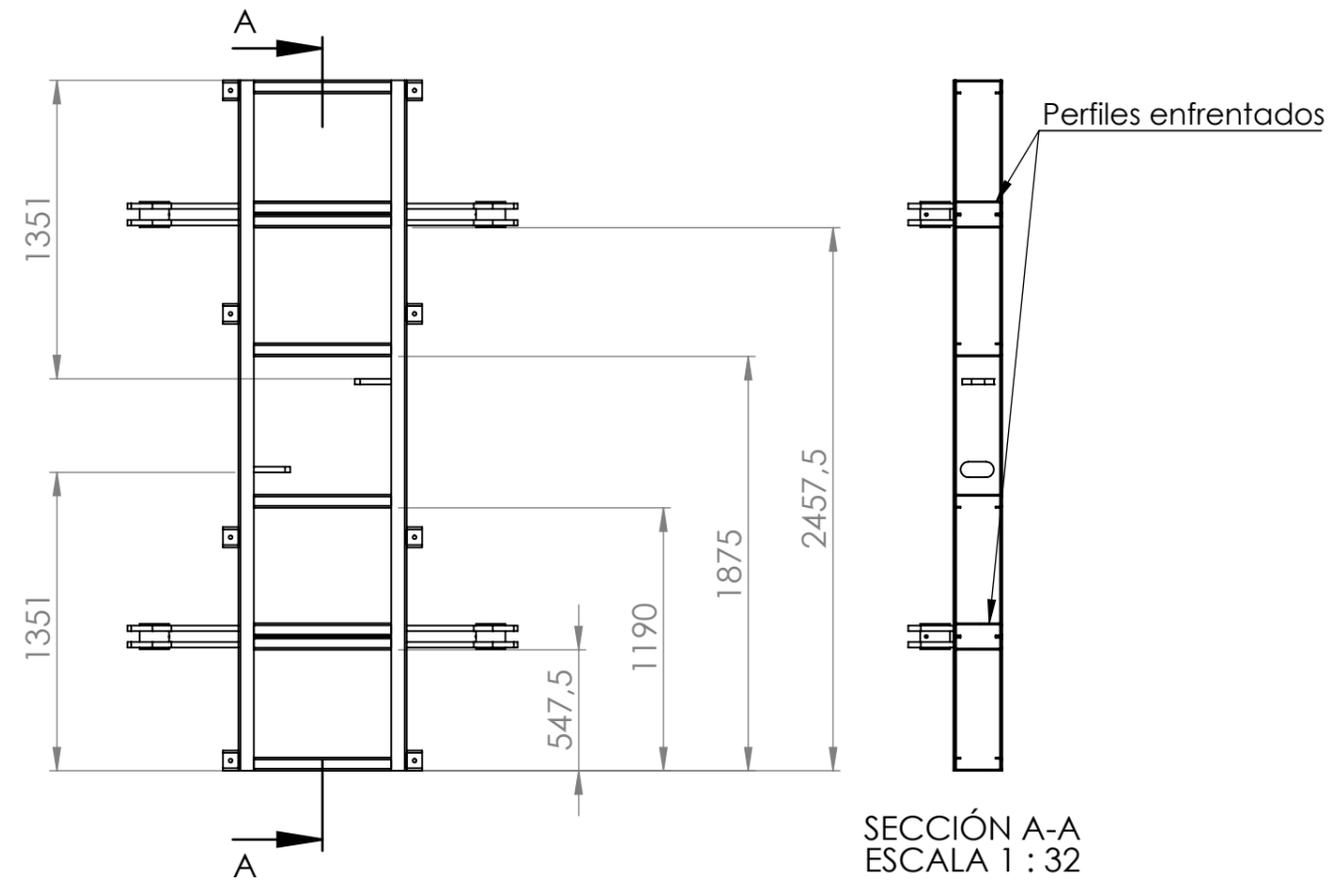
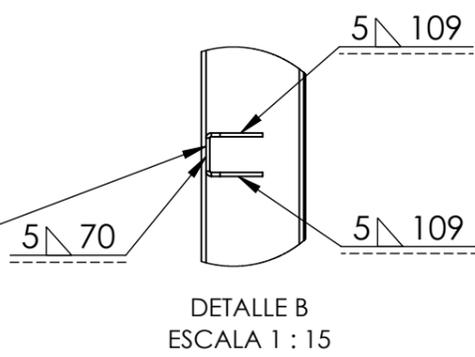
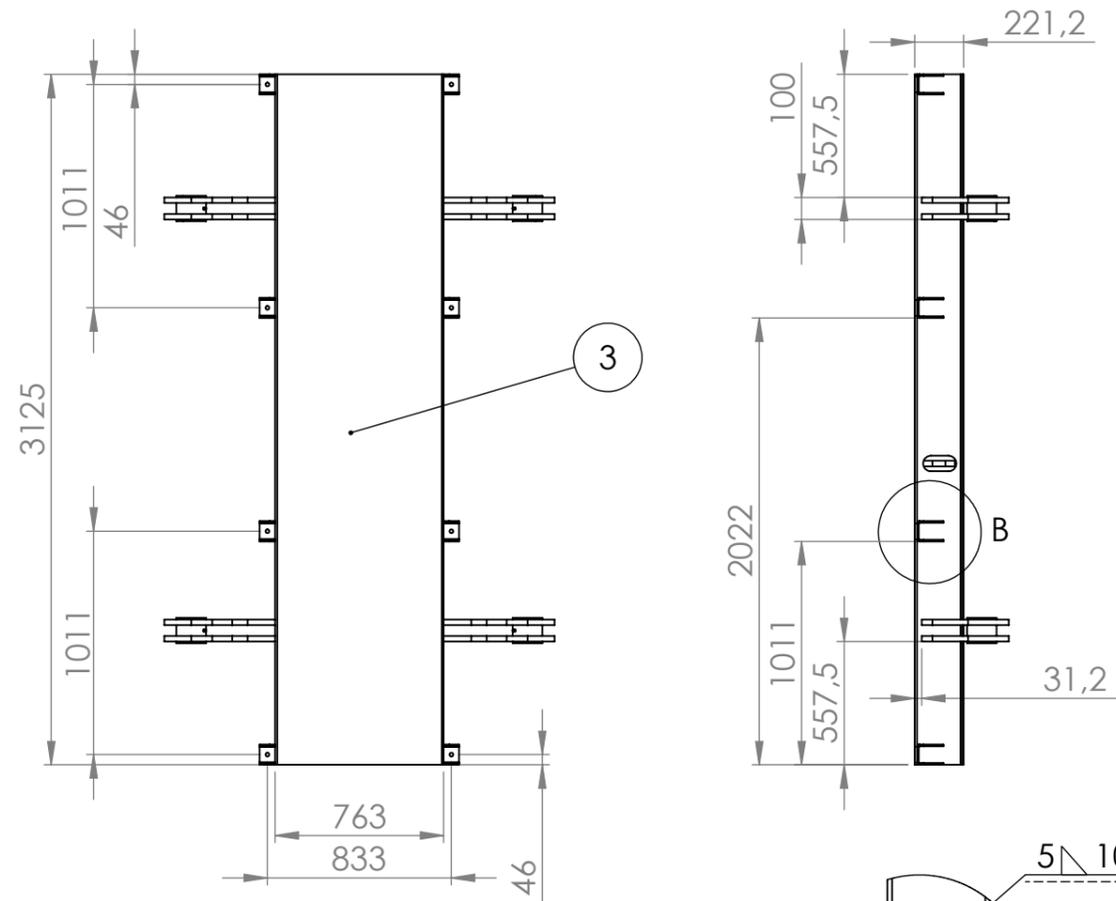
Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2.5
±	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Conjunto Plataforma	
APROB.					CÓDIGO: PB05-B0000	FORMATO: A3
NORMA:	MATERIAL:			ESCALA:1:50		



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Cilindro hidráulico vuelco	
APROB.					CÓDIGO: PB05-B0004	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL:		ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	





VISTA EN PERSPECTIVA

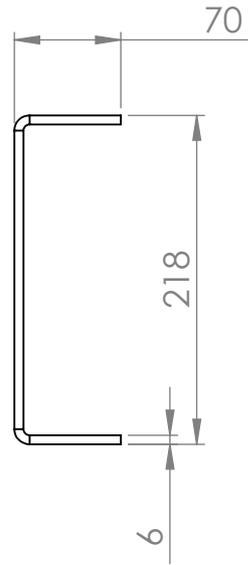
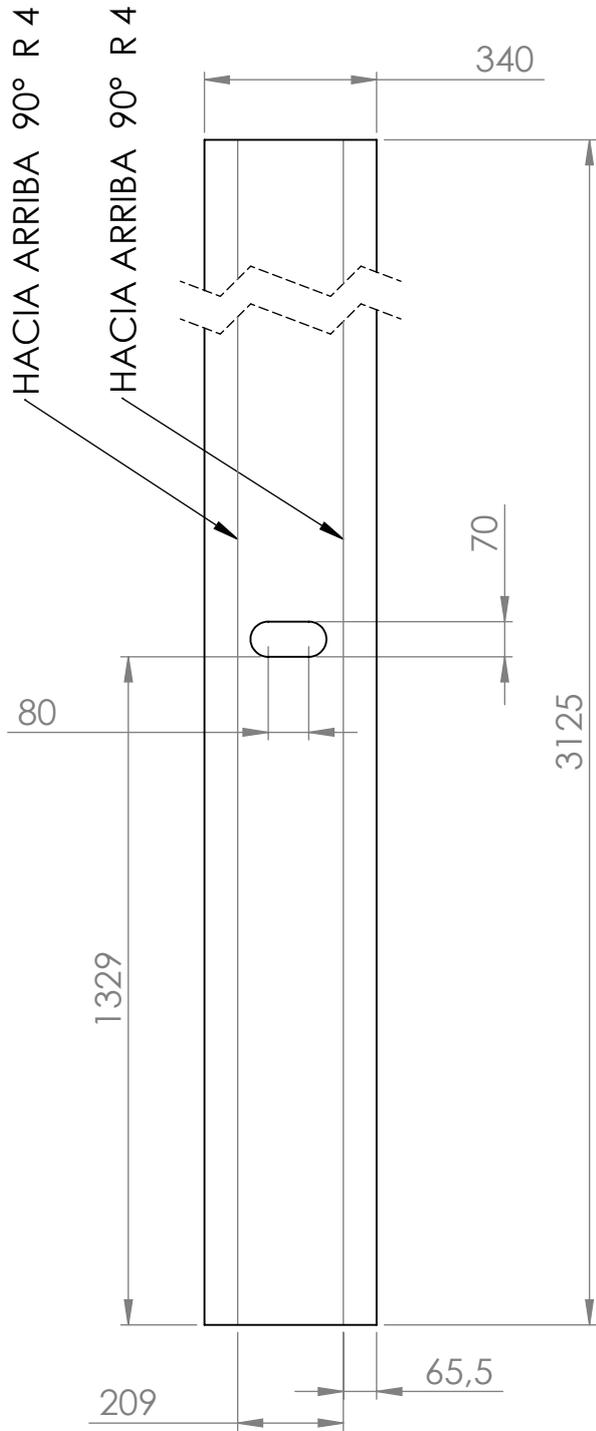
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-BA001	Larguero chasis	2
2	PB05-BA002	Telera chasis	8
3	PB05-BA003	Chapa semilla chasis	1
4	PB05-BA004	Soporte cil. hidr. vuelco	2
5	PB05-BA005	Plegado sujeción chasis	8
6	PB05-BA006	Soporte eje de vuelco	8
7	PB05-BA007	Buje eje de vuelco	4

Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000	
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		VERSIÓN 1.00	
---	--	-----------	--	---------------------------------	--	---------------------	--	--------------	--

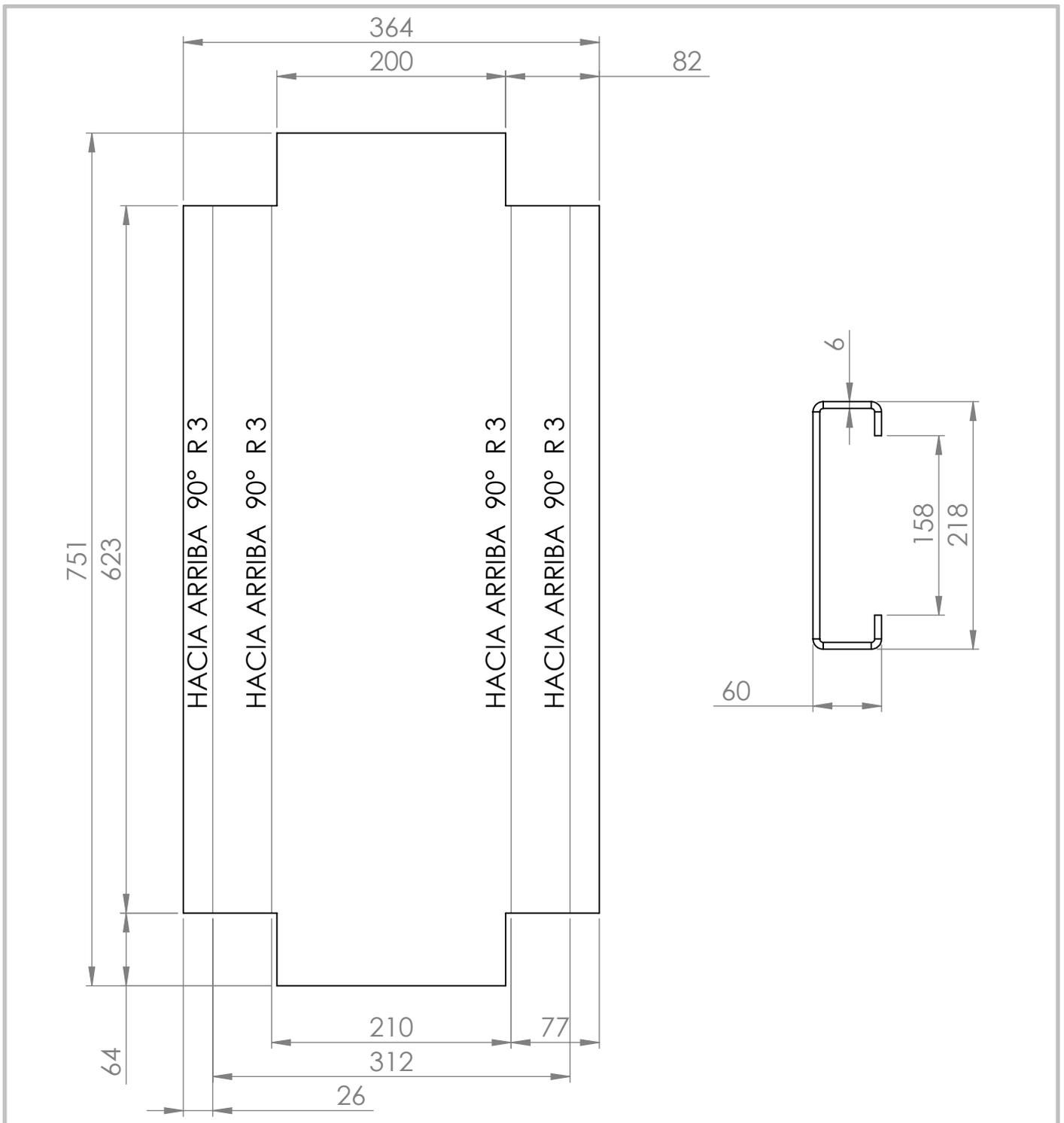
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto chasis plataforma				
APROB.									

NORMA:	MATERIAL:	CÓDIGO: PB05-BA000			FORMATO: A3
		ESCALA: s/n			HOJA 1 DE 1

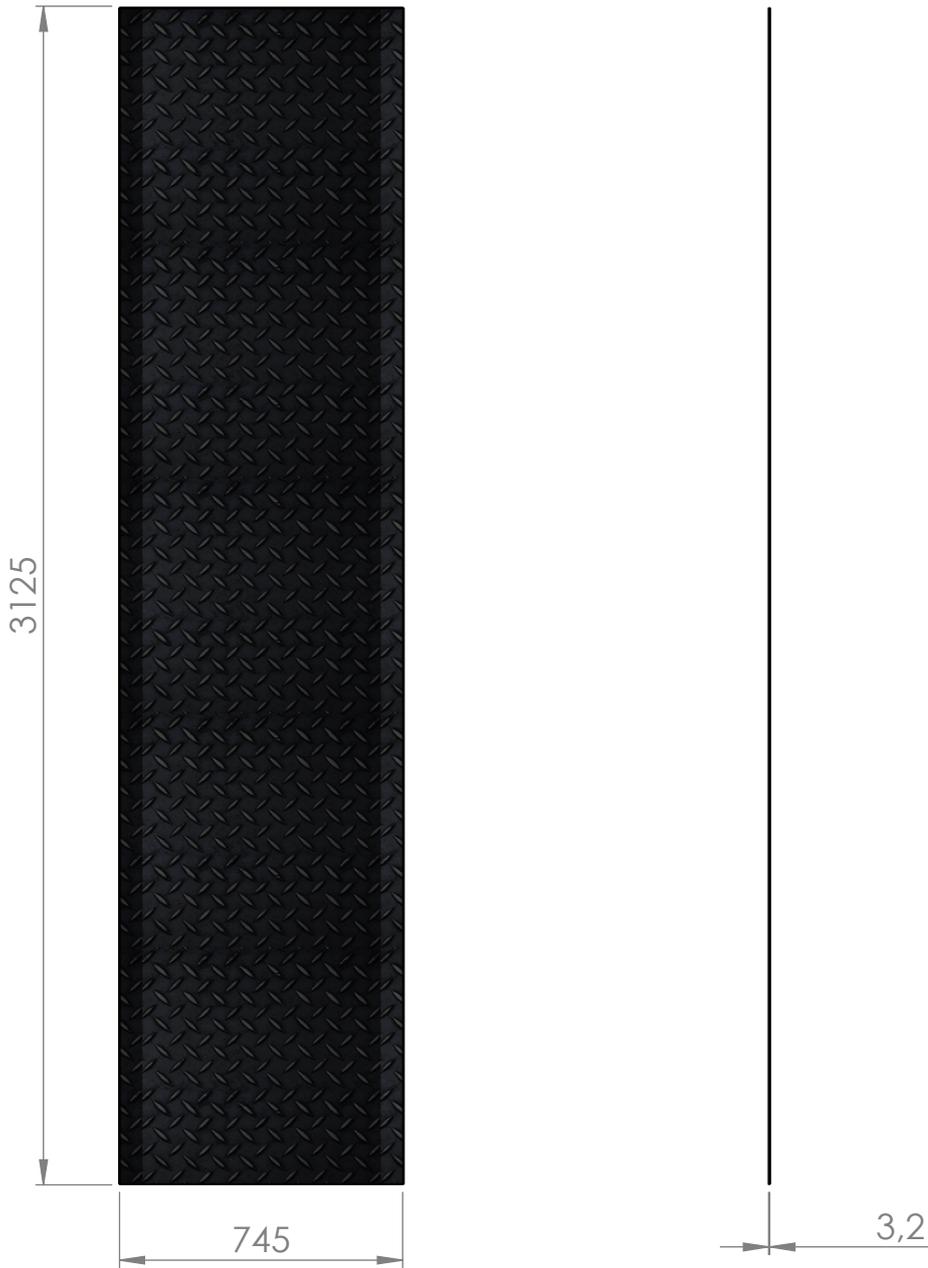


Vista perfil
escala 1:5

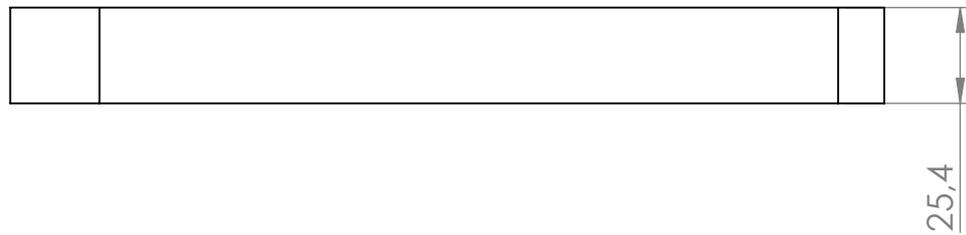
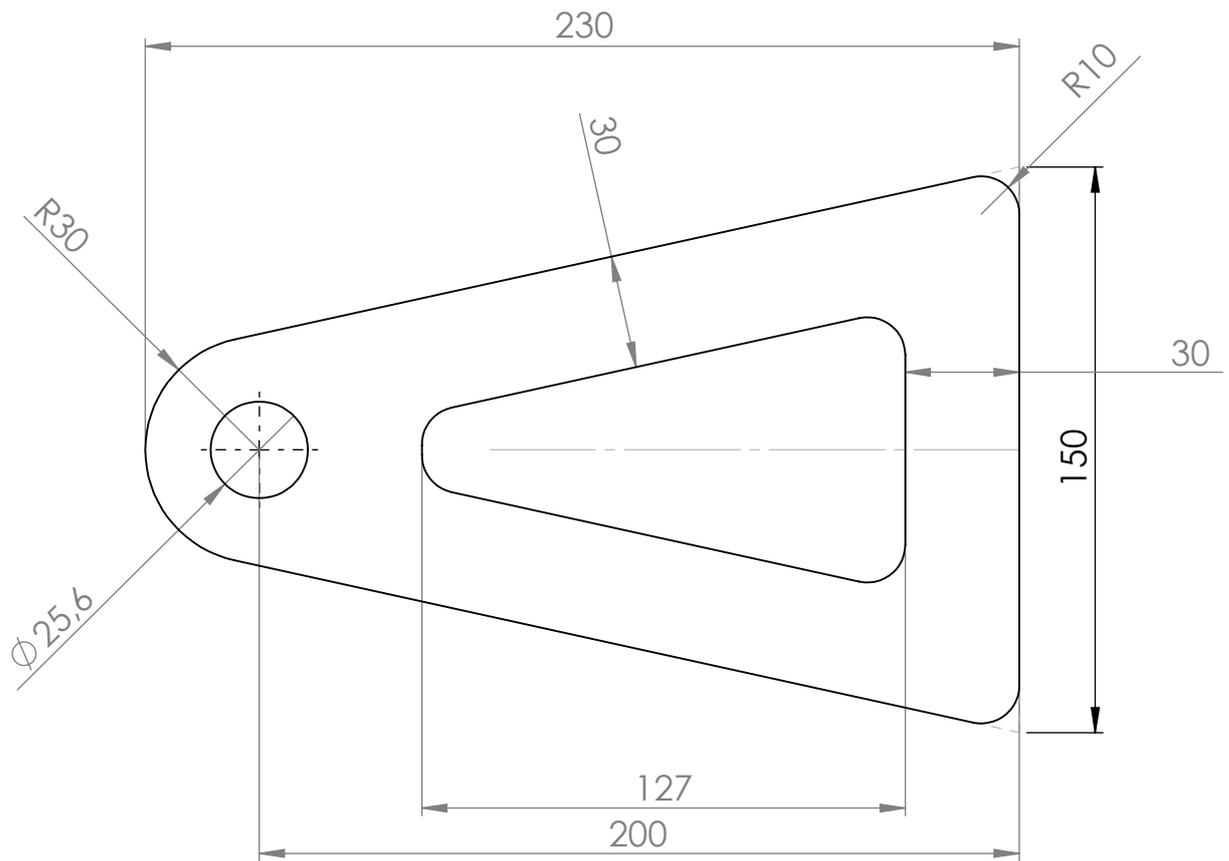
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Larguero chasis		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO						
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 6mm			CÓDIGO: PB05-BA001	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:50	HOJA 1 DE 1	



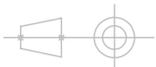
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Telera chasis	
APROB.					CÓDIGO: PB05-BA002	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: MLC 700 6mm			ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1

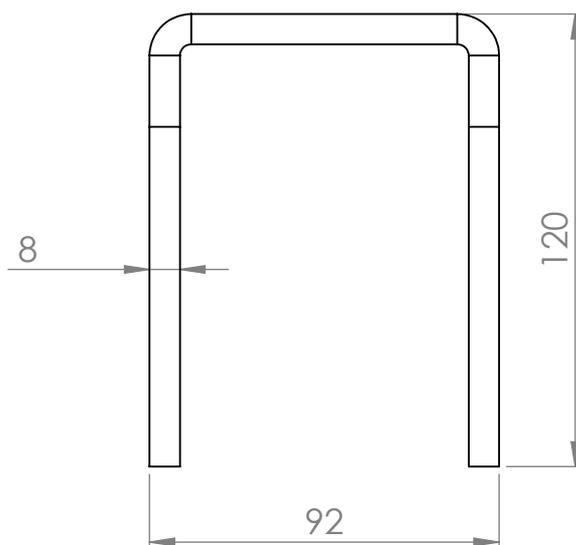
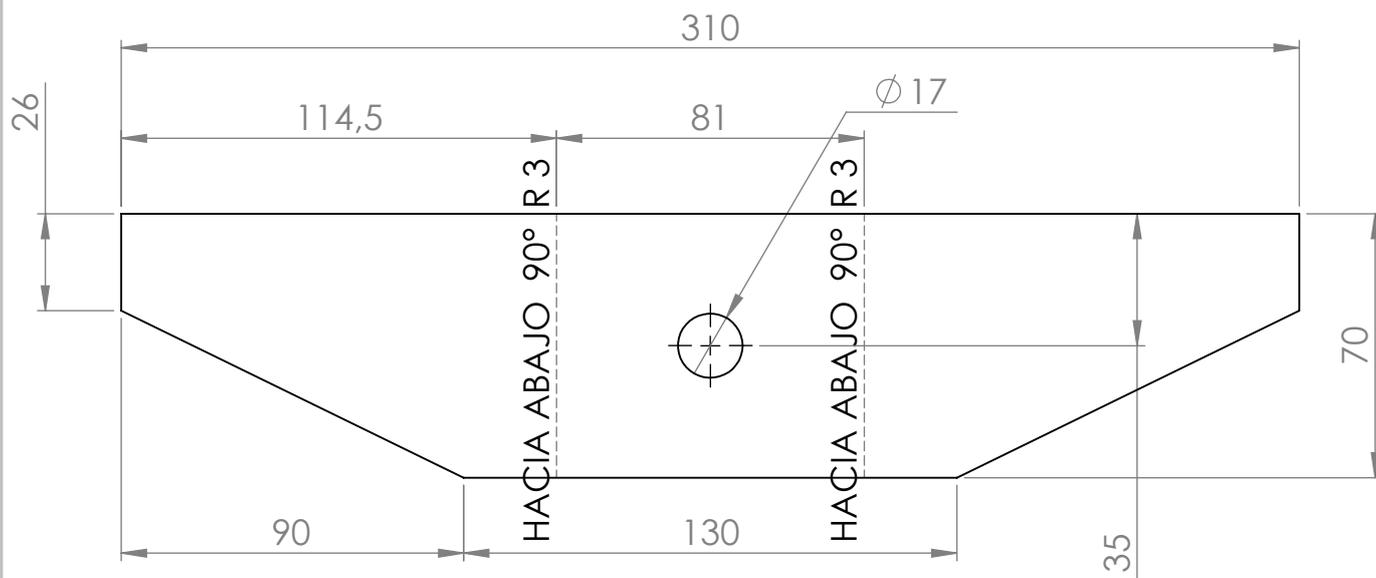


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Chapa semilla chasis	
APROB.					CÓDIGO: PB05-BA003	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: Chapa antideslizante SAE 1010 1/8"			ESCALA:1:50	HOJA 1 DE 1



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Soporte cil. hidr. vuelco	
APROB.					CÓDIGO: PB05-BA004	FORMATO: A4
NORMA:		MATERIAL: SAE 1010 1"		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1



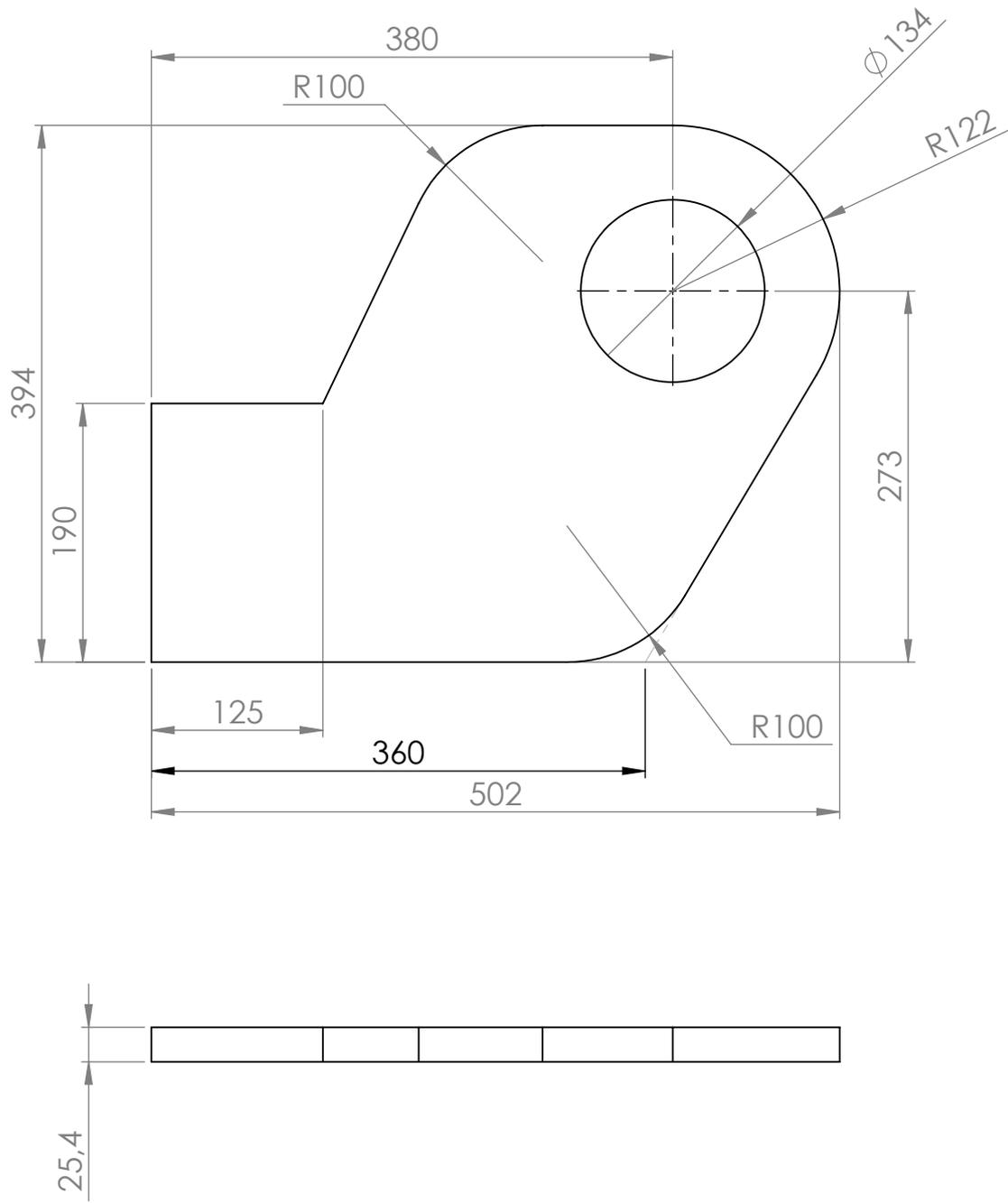


Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

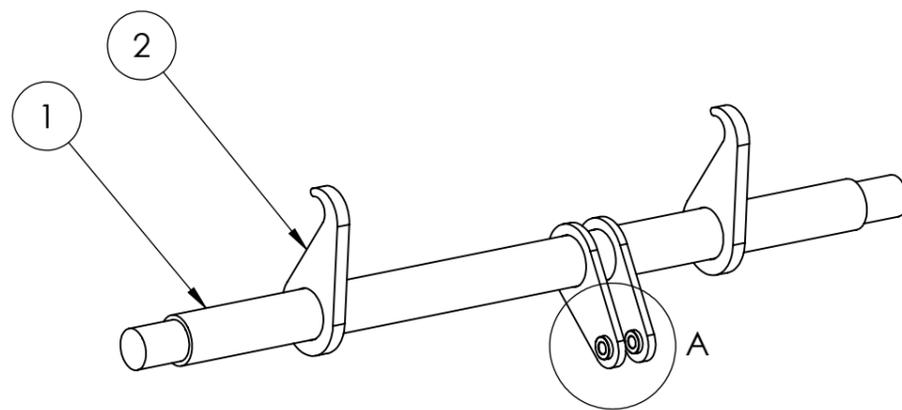
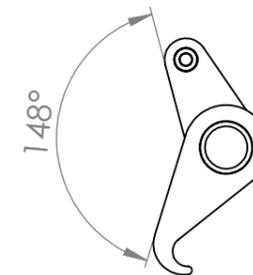
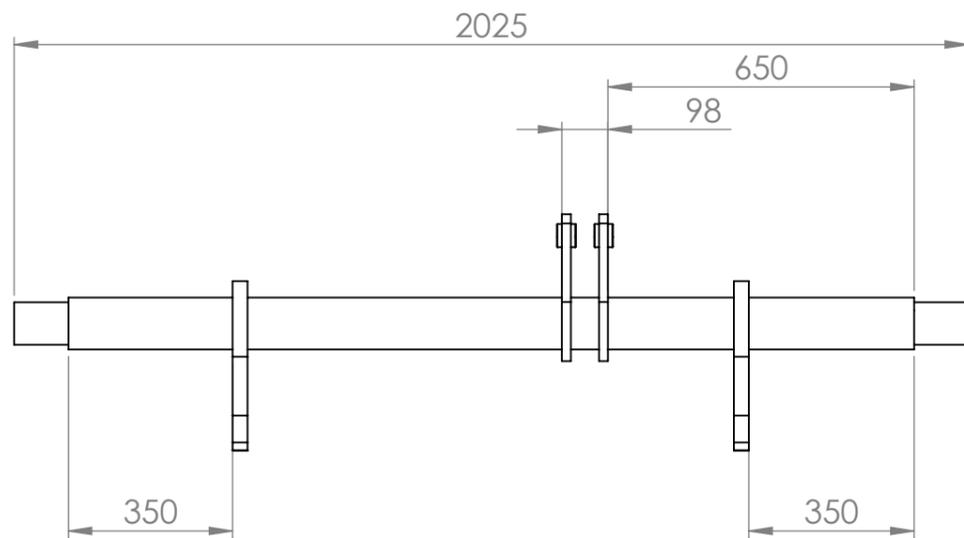
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Plegado sujeción chasis
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO				
APROB.					

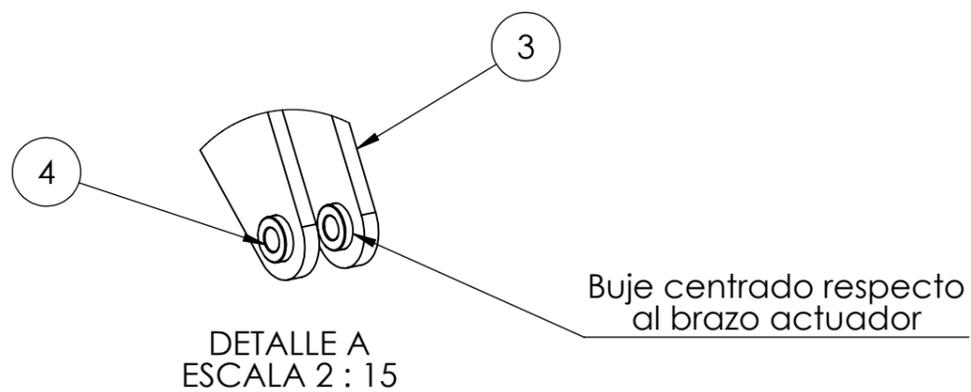
NORMA:	MATERIAL: MLC 700 8mm	CÓDIGO: PB05-BA005	FORMATO: A4
		ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO:	
APROB.	LÁSTRICO - OLOGNERO				Soporte eje de vuelco	
NORMA:	MATERIAL:	SAE 1010 1"		CÓDIGO:	PB05-BA006	FORMATO: A4
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



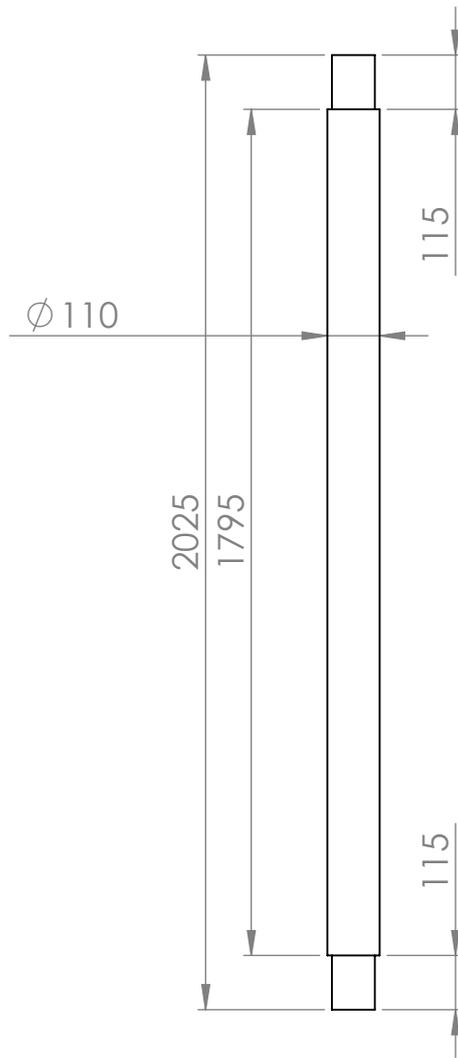
VISTA EN PERSPECTIVA



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PB05-BB001	Barra eje vuelco	1
2	PB05-BB002	Gancho sujeción volquete	2
3	PB05-BB003	Brazo actuador cilindro	2
4	PB05-BB004	Buje bulón cilindro	2

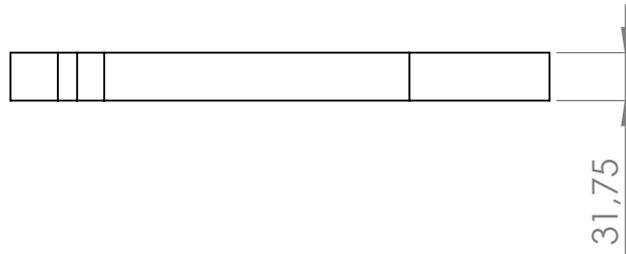
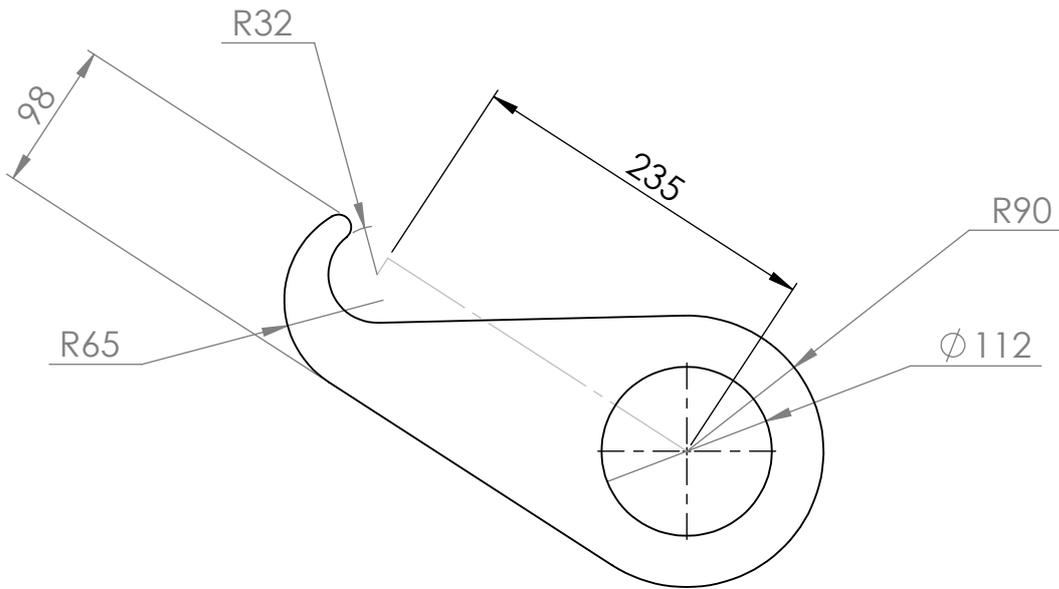
Medida nominal	0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000	
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Subconjunto eje de vuelco	
APROB.					CÓDIGO: PB05-BB000	FORMATO: A3
NORMA: 		MATERIAL:			ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

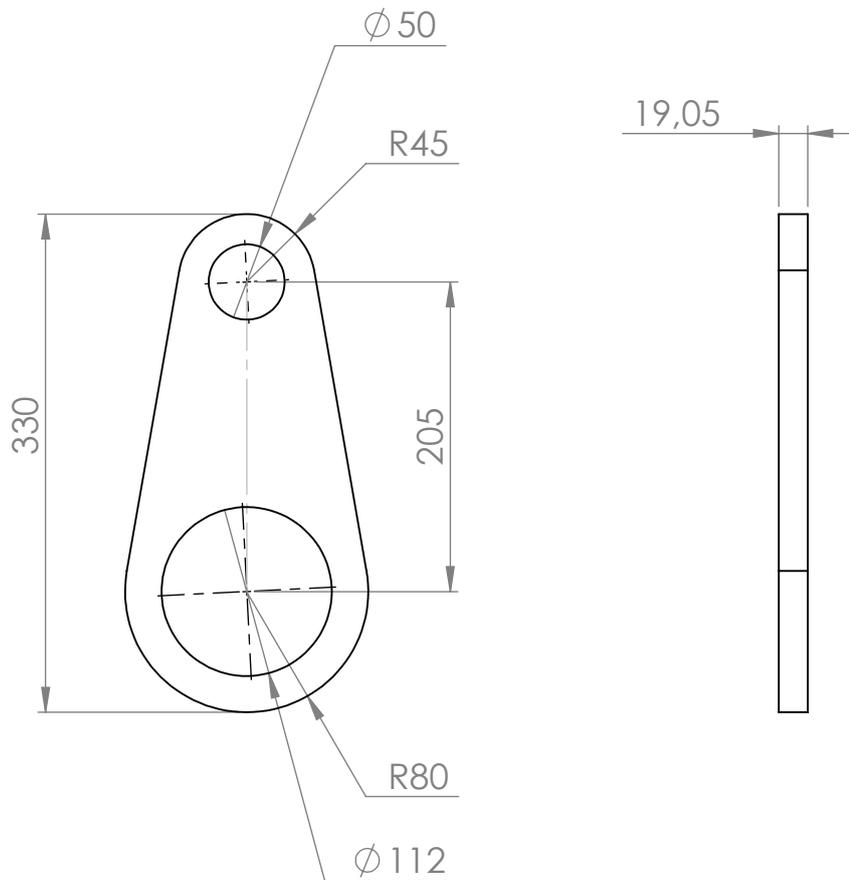


NOTA: La tolerancia indicada se aplica en ambos extremos de la barra

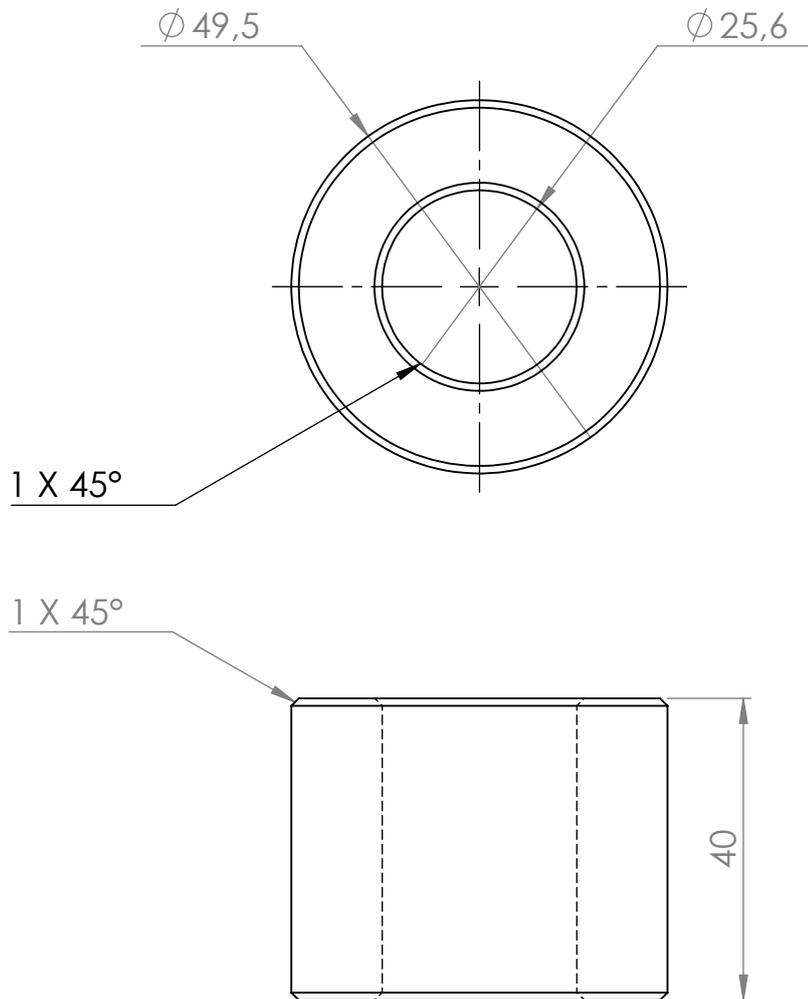
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Barra eje vuelco		
DIBUJ. LÁSTRICO - OLOGNERO						
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: Barra laminada SAE1045			CÓDIGO: PB05-BB001	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Gancho sujeción volquete	
NORMA:		MATERIAL: SAE1010 1-1/4"		CÓDIGO: PB05-BB002	FORMATO: A4	
				ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
DIBUJ.	NOMBRE LÁSTRICO - OLOGNERO	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Brazo actuador cilindro	
APROB.					CÓDIGO: PB05-BB003	FORMATO: A4
NORMA: 		MATERIAL: SAE 1010 3/4"		ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



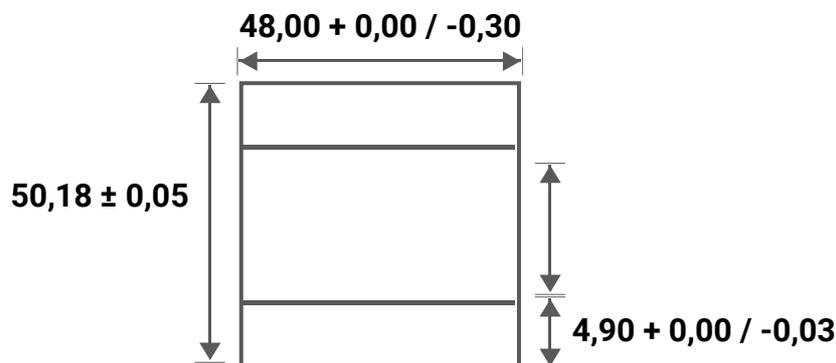
Medida nominal		0<M<20	20<M<100	100<M<500	500<M<1000	1000<M<6000
Tolerancias en mm ±	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2.5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2.5
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		CONJUNTO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	VERSIÓN 1.00
NOMBRE	FECHA	FIRMA	OBSERVACIONES:	TÍTULO: Buje bulón cilindro		
DIBUJ.	LÁSTRICO - OLOGNERO					
APROB.						
NORMA:	MATERIAL: SAE 1045	CÓDIGO: PB05-BB004		FORMATO: A4		
		ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1		

ANEXO 3:

Bujes de VESCONITE

DISEÑO-A-BEARING- CALCULADORA DE APLICACIÓN GENERAL - MÉTRICA

SU ENTRADA DE DATOS		TUS RESULTADOS	
Diámetro de la carcasa	50 mm	sobredosis	50,18 milímetros
Diámetro del eje	40 mm	IDENTIFICACIÓN	40,37 milímetros
Longitud del rodamiento	48 mm	espesor de pared	4,90 milímetros
¿Ajuste a presión?	sí	Cargando P	25,55 MPa
Temperatura máxima de funcionamiento	40 ° C	Aplicación de alta carga. Por favor contáctenos.	
Temperatura mínima de funcionamiento	-5 ° C	Velocidad de la superficie del eje V	0,25 m / min
Masa total soportada	5000 kilogramos	PV	6,42 MPa.m / min
Número de cojinetes que soportan la masa total	1	Se requiere lubricación inicial.	
Rotación	2 RPM	Brecha de expansión	0,00 mm
Oscilación	0 grados	Ajuste de interferencia	0,18 milímetros
	0 ciclos por minuto	Cierre de orificio	0,22 milímetros
Lineal	0 mm recorrido	Espacio adicional	0,00 mm
	0 ciclos por min	Liquidación ensamblada	0,15 milímetros
		Diámetro interior ajustado	40,15 milímetros
		Presione la fuerza de ajuste	0,20 toneladas
		OD después de enfriar con hielo seco	49,98 milímetros

SU DIAGRAMA DE RUMBO (no a escala)


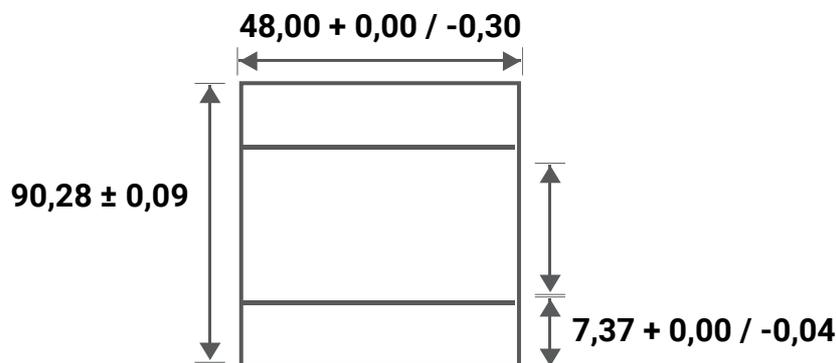
Ajuste de tamaño para varias temperaturas de mecanizado

Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared	Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared
5-10 ° C	50,12	4,90	20-30 ° C	50,18	4,90
10-15 ° C	50,13	4,90	30-35 ° C	50,20	4,91
15-20 ° C	50,15	4,90	35-40 ° C	50,22	4,91

NÓTESE BIEN. Al mecanizar, controle el grosor de la pared y el diámetro exterior

DISEÑO-A-BEARING- CALCULADORA DE APLICACIÓN GENERAL - MÉTRICA

SU ENTRADA DE DATOS		TUS RESULTADOS	
Diámetro de la carcasa	90 mm	sobredosis	90,28 milímetros
Diámetro del eje	75 mm	IDENTIFICACIÓN	75,53 milímetros
Longitud del rodamiento	48 mm	espesor de pared	7,37 milímetros
¿Ajuste a presión?	sí	Cargando P	95,38 MPa
Temperatura máxima de funcionamiento	40 ° C	Aplicación de alta carga. Por favor contáctenos.	
Temperatura mínima de funcionamiento	-5 ° C	Velocidad de la superficie del eje V	0,47 m / min
Masa total soportada	35000 kilogramos	PV	44,92 MPa.m / min
Número de cojinetes que soportan la masa total	1	Operación subacuática. Por favor contáctenos.	
Rotación	2 RPM	Brecha de expansión	0,00 mm
Oscilación	0 grados	Ajuste de interferencia	0,28 milímetros
	0 ciclos por minuto	Cierre de orificio	0,33 milímetros
Lineal	0 mm recorrido	Espacio adicional	0,00 mm
	0 ciclos por min	Liquidación ensamblada	0,20 mm
		Diámetro interior ajustado	75,20 milímetros
		Presione la fuerza de ajuste	0,30 toneladas
		OD después de enfriar con hielo seco	89,93 milímetros

SU DIAGRAMA DE RUMBO (no a escala)


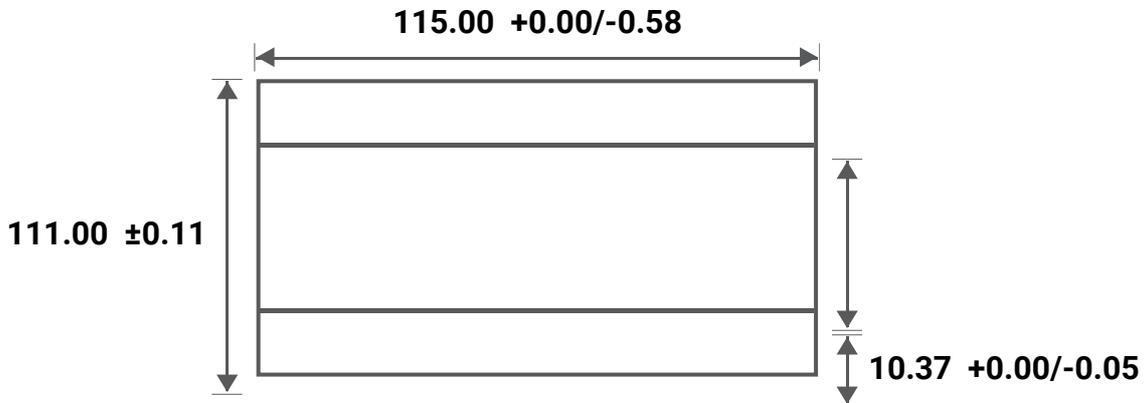
Ajuste de tamaño para varias temperaturas de mecanizado

Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared	Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared
5-10 ° C	90,17	7.36	20-30 ° C	90,28	7.37
10-15 ° C	90,20	7.37	30-35 ° C	90,33	7.38
15-20 ° C	90,23	7.37	35-40 ° C	90,35	7.38

NÓTESE BIEN. Al mecanizar, controle el grosor de la pared y el diámetro exterior

DISEÑO-A-BEARING- CALCULADORA DE APLICACIÓN GENERAL - MÉTRICA

SU ENTRADA DE DATOS		TUS RESULTADOS	
Diámetro de la carcasa	111 milímetros	DE	111,00 milímetros
Diámetro del eje	90 mm	IDENTIFICACIÓN	90,26 milímetros
Longitud del rodamiento	115 mm	espesor de pared	10,37 milímetros
¿Ajuste a presión?	No	Cargando P	9,00 MPa
Temperatura máxima de funcionamiento	40 °C	Velocidad de la superficie del eje V	0,00 m / min
Temperatura mínima de funcionamiento	-5 °C	PV	0,00 MPa.m / min
Masa total soportada	9500 kilogramos	No se requiere lubricación, pero la lubricación inicial aumentará la vida útil del rodamiento.	
Número de cojinetes que soportan la masa total	1	Brecha de expansión	0,00 mm
Rotación	0 RPM	Ajuste de interferencia	0,00 mm
Oscilación	0 grados	Cierre de orificio	0,00 mm
	0 ciclos por minuto	Espacio adicional	0,00 mm
Lineal	0 mm recorrido	Liquidación ensamblada	0,26 milímetros
	0 ciclos por min	Diámetro interior ajustado	90,26 milímetros
		Presione la fuerza de ajuste	0,00 toneladas
		OD después de enfriar con hielo seco	110,57 milímetros

SU DIAGRAMA DE RUMBO (no a escala)

Ajuste de tamaño para varias temperaturas de mecanizado

Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared	Temperatura del cojinete	OD mm	espesor de pared
5-10 °C	110.87	10.36	20-30 °C	111.00	10.37
10-15 °C	110.91	10.36	30-35 °C	111.06	10.38
15-20 °C	110.94	10.36	35-40 °C	111.09	10.38

NÓTESE BIEN. Al mecanizar, controle el grosor de la pared y el diámetro exterior