

TRABAJO FIN DE GRADO

INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE SOPORTE PARA
RESOLVER DESALINEADO DE
GRÚAS RTG KONECRANE**

AUTOR:

JORGE GALÁN REDONDO

TUTOR:

CARLOS MIGUEL RUBIÓ SANVALERO

ÍNDICE

1. **Memoria**

- 1.1. Introducción de la empresa
- 1.2. Misión y Visión
 - 1.2.1. Visión Actual
 - 1.2.2. Propuesta de Nueva Visión
 - 1.2.3. Misión Actual
 - 1.2.4. Propuesta de Nueva Misión
- 1.3. Historia de la empresa
- 1.4. La compañía del presente
- 1.5. Agradecimientos
- 1.6. Objetivo del proyecto
- 1.7. Estudio de necesidades, factores a considerar: limitaciones y condicionantes
- 1.8. Planteamiento de soluciones alternativas y descripción detallada de la solución adoptada
- 1.9. Descripción y justificación detallada de la solución adoptada
 - 1.9.1. Pieza conjunta Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.1)
 - 1.9.2. Pieza del anclaje del Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.2)
 - 1.9.3. Pieza de la base del soporte de los ejes (haciendo referencia al plano 2.3)
 - 1.9.4. Pieza de ejes excéntricos (haciendo referencia al plano 2.4)
 - 1.9.5. Pieza de la tapa de la base de los ejes (haciendo referencia al plano 2.5)
 - 1.9.6. Pieza de las cartelas laterales (haciendo referencia al plano 2.6)
 - 1.9.7. Pieza de placa base del soporte (haciendo referencia al plano 2.7)
 - 1.9.8. Pieza de base del soporte (haciendo referencia al plano 2.8)
 - 1.9.9. Pieza de la cartela del soporte (haciendo referencia al plano 2.9)
 - 1.9.10. Pieza de la cartela salva-pies (sistema anti-atrapamiento) (haciendo referencia al plano 2.10)
 - 1.9.11. Pieza de la tapeta de los ejes (haciendo referencia al plano 2.11)

1. Memoria

1.1. Introducción de la empresa

Mediterranean Shipping Company S.A. (en adelante MSC) es en la actualidad la segunda empresa naviera del mundo en términos de capacidad de carga de los buques portacontenedores. La compañía opera 459 buques y tiene una capacidad de transporte de 2.308.000 Twenty-foot Equivalent Unit (en adelante TEU). La compañía italiana tiene su sede en Ginebra, Suiza y es dirigida por su presidente y fundador el Capitán Gianluigi Aponte.

El objetivo principal de MSC es ofrecer la máxima eficiencia en el transporte marítimo, así como potenciar la industria siempre desde la innovación.

Busca promover una cooperación competitiva y promocional en los elementos no comerciales del negocio, fomentar la creatividad y en última instancia la reducción de costes. Por otra parte, surge la necesidad de construir un ambiente ético, donde la cooperación pueda ser abierta y transparente, así como recompensar el trabajo en equipo y el liderazgo.

1.2. Misión y Visión

1.2.1. Visión Actual

Liderar un cambio positivo, ético y ambiental para asegurar un transporte marítimo sostenible.

1.2.2. Propuesta de Nueva Visión

Ser la empresa naviera con mayor confiabilidad, responsabilidad y prestigio Internacional, asegurando la satisfacción de sus clientes, colaboradores y accionistas fomentando el trabajo en equipo y mediante un liderazgo ético.

1.2.3. Misión Actual

Contribuir a crear una industrial más sostenible, desarrollando continuamente la responsabilidad social y empresarial global. La estructura integra seis áreas:

- Salud y seguridad personal
- Medio ambiente y clima
- Comunidad y trabajo
- Investigación, sostenibilidad y desarrollo
- Ética

1.2.4. Propuesta de Nueva Misión

Promover un servicio de agencia naviero fiable y de alta calidad, incluyendo la seguridad del personal y del medio ambiente, siendo fundamental un grupo de colaboradores altamente cualificado y motivado, así como el equipo de flota más actualizada, con el fin de superar las exigencias del cliente.

1.3. Historia

MSC fue fundada en 1970 como una compañía privada por Gianluigi Aponte cuando compró su primer buque, *Patricia*, seguido por *Rafaella*, con los que Aponte empezó una línea mercante operativa entre el Mediterráneo y Somalia. La compañía se expandió mediante la adquisición de buques de carga de segunda mano. Por 1977, ya operaba en el norte de Europa, África y el Océano Índico. La expansión empresarial prosiguió durante los años ochenta; al final de la década, MSC contaba con líneas marítimas a Norte América y Australia.

En 1989, adquirió el operador de cruceros Lauro Lines, que fue renombrado como Mediterranean Shipping Cruises (MSC Cruises) en 1995, y posteriormente aumentó el negocio a servicio de cruceros.

En 1994, la línea marítima ordenó la adquisición de sus primeros buques nuevos, que fueron entregados a partir de 1996 con el *MSC Alexa*. Fueron construidos por el astillero italiano Fincantieri.

La empresa ha logrado crecer en la industria de exportación naviera consiguiendo ofrecer servicios mensuales desde el Mediterráneo occidental al este y sur de África, el mar rojo y Europa.

1.4. La compañía del presente

En la actualidad MSC sirve a 335 puertos en los seis continentes, cuenta con 480 oficinas locales en 163 países, que emplean a más de 37.000 personas, proporcionan una red de agencias de representación. Se emplean buques de hasta una capacidad de 13.800 TEU, incluidos algunos de los mayores portacontenedores, como el *MSC Emanuela* y el barco gemelo *MSC Beatrice*. Hasta hoy la compañía sigue dirigida por Aponte y su familia.

En junio del 2005, MSC inauguró en Amberes (Bélgica) el principal "hub" europeo y posteriormente, en 2007, la línea marítima fue nombrada mejor empresa naviera del año por sexta vez consecutiva en once años por la Lloyds Loading List, algo que no ha sido alcanzado por ninguna otra empresa naviera.

A partir de ahora se prevé la adquisición de once nuevos buques que transportarán hasta 15.000 TEUs cada uno, lo que los situaría entre los mayores portacontenedores del mundo.

Otro pilar importante de MSC son los servicios de las tecnologías de la información (TI), los cuales les son proporcionados por la compañía Interlink Transport Technologies Inc., cuya base se encuentra en Warren, Nueva Jersey.

El 15 de febrero de 2011 sobrepasó a A.P. Møller-Mærsk Line como la primera compañía en TEU.

MSC Terminal Valencia está ubicada en Transversal Muelle de Costa, s/n – Ampliación Sur Puerto de Valencia – (46024 Valencia).

El muelle consta de un total de 770 metros de longitud y un calado de 16 metros. La Terminal está equipada por:

- 8 grúas pórtico para contenedores de 65 toneladas de fuerza
- 26 transtainers de 50 toneladas de potencia
- 57 terminal tractors
- 7 Reachstackers
- 4 empty container handlers
- 9 puertas (5 de entrada + 4 de salida)
- 544 puntos de conexión para contenedores frigoríficos
- Capacidad de la Terminal: 1.600.000 TEU/año (en función de promedio días de estancia/container).
- Capacidad stockage containers: 28.500 TEU a 4 + 5 de altura (llenos + vacíos)
- No hay conexión ferroviaria directa

Tiene una superficie total de 337.000 m², que incluye el área de depósito, edificios de administración y un taller.

Durante 5 meses, estuve realizando prácticas extracurriculares en MSC Teminal Valencia, en el puerto de Valencia. Durante este periodo pude coger grandes conocimientos acerca del funcionamiento de una terminal portuaria, así como realizar proyectos de mantenimiento realmente útiles para la empresa.

Tras varios logros conseguidos en mi día a día, se me dio la oportunidad de desarrollar este soporte que tuve la suerte de llevar a cabo de forma íntegra, conociendo así todos los pasos que se llevaron a cabo hasta su fabricación en formato real, y permitiéndome además diferenciar este proyecto de uno exclusivamente académico.

1.5. Agradecimientos

A mi tutor, Carlos Rubió Sanvalero, por guiarme y aportarme las herramientas necesarias para plasmar mi proyecto.

A todo el equipo de MSCTV; especial mención para mi supervisor dentro de la compañía, Javier Campos Millán, por su confianza y cooperación, por brindarme de oportunidades laborales y personales.

1.6. Objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto es resolver el problema de desalineado en la estructura de las Rubber Tired Gantry (RTG), proponiéndose una serie de alternativas que eviten el desgaste de los raíles y ruedas del carro.

1.7. Estudio de necesidades, factores a considerar: limitaciones y condicionantes

Antes de empezar con el proyecto, se realizaron estudio de necesidades y factores a tener en cuenta a la hora de resolver dicho problema.

- Un punto a tener en cuenta la hora del montaje de los rodillos con el eje es la separación de 2,5mm entre el rodillo guía y el raíl para evitar el contacto de este con el raíl y así mantener una pequeña holgura. Esta holgura viene marcada en el procedimiento de la empresa Fantuzzi Noell Iberia y en la que, según sus cálculos, permite un menor desgaste de rodillos sin perder su funcionalidad. Este ajuste se consigue con la excéntrica del eje.
- Otro punto de interés es el sistema anti atrapamiento. Al haber un sistema de seguridad anti atrapamiento en el soporte original, debemos añadir este elemento al nuevo soporte a diseñar. Al nuevo soporte, se le soldará al lado derecho del carro.

1.8. Planteamiento de soluciones alternativas y descripción detallada de la solución adoptada

Se plantearon una serie de soluciones alternativas las cuales pudieran evitar el desalineo.

La primera alternativa fue la lubricación de los bulones de los tirantes. En el procedimiento de mantenimiento de Konecrane existe un apartado el cual señala la necesidad de lubricar todos los bulones de los tirantes cada 3 meses o 450 horas de uso. Se pensó que este era el problema puesto que, al no estar lubricación, creaba una estructura menos flexible, así como tensiones que la estructura no podía soportar. Se llegó a la conclusión de que esto no era el centro del problema ya que no en todas las grúas este problema surgía en el mismo intervalo del tiempo.

Por otra parte, se pensaron dos soluciones que se enfocaban directamente en el problema. La primera de ellas era el mecanizar los perfiles de las ruedas del carro para formar una pequeña conicidad y así conseguir alinearse con el simple movimiento de la grúa; la otra alternativa era la de incluir un sistema de guiado sobre el raíl.

Llevar a cabo un mecanizado en las ruedas del carro suponía una gran inversión para la empresa además de que modificaba los componentes principales de la grúa. El objetivo era el de no modificar la grúa para en caso de fallo, retirar la actualización e instalar el antiguo soporte.

Comparando las RTG de Konecrane con las RTG de Fantuzzi, se pensó en implementar un sistema de rodillo guía igual al utilizado por las Fantuzzi en las que, variando la geometría y material, pudieran resolver dicho problema.

Se realizaron medidas precisas sobre la grúa en cuestión para determinar las cotas exactas a modificar del soporte en las RTG Fantuzzi.

Llegado este punto, nos surgió un problema, y era el de cómo evitar la rampa de final de carrera si añadíamos un bloque macizo el cual impactaría directamente con la rampa final. El cajón es un bloque macizo con dos orificios de diámetro 90mm en el cual se colocan los ejes de los rodillos.

Se pensaron en una serie de alternativas para eliminar dicha interferencia entre el cajón y la rampa de final de carrera.

- Eliminar la rampa de final de carrera.
 - Debido a la eliminación de esta rampa, habría que colocarle un refuerzo al tope ya existente. A este, se le deberá añadir un bloque macizo de al menos 50mm de espesor además de añadir una cartela por detrás del tope para soportar un mayor esfuerzo puntual en el hipotético caso de llegar a impactar.
 - Otra opción es eliminar el tope ya existente y añadir un tope de 80 o 90 mm de espesor además de una cartela en la parte posterior del soporte.

- Realizar un rebaje gradual en la inclinación de la rampa.
 - Se rebaja la inclinación de la rampa para que el cajón del soporte de los rodillos guía no interfiera con dicha rampa antes de que la rueda empiece a subir. En este caso, no sería necesario el añadirle un soporte de mayor espesor ni cartelas al tope de final de carrera.

- Ejes de mayor longitud en parte central.
 - Estos ejes nos permitirían colocar el cajón más arriba en el soporte y así eliminar la interferencia con la rampa.

- Otra alternativa que se ha planteado para no tener que modificar la grúa y solo tener que cambiar el soporte y realizar las pruebas es el de realizar un pequeño escote en el cajón el cual permitirá evitar la interferencia entre el cajón y la rampa. Este escote podría realizarse tanto en recto (dejando un tramo de 100x65 mm en recto), o realizar un escote en rampa, con el mismo ángulo que la rampa de final de carrera. En el caso de realizar el escote con rampa, hay que tener en cuenta el posible desgaste tanto del raíl como de las ruedas, por lo que tendrá que tener un grado de inclinación con cierto margen. Pensamos que sería mejor opción el realizar escote en recto, facilitando así el mecanizado y reduciendo el sobre coste.

Como posible solución, se ha pensado en incluir una combinación de dos de las alternativas. La primera, añadir un eje de 20mm más de longitud y así elevar el cajón 20mm. Se ha optado por añadirle 20mm al eje en la zona central ya que es la zona con mayor diámetro.

Además, se ha optado por añadir un escote recto y no un escote en rampa al tener una mayor complejidad tanto en el diseño como en el mecanizado, cosa que incrementaría el precio de dicha pieza.

1.9. Descripción y justificación detallada de la solución adoptada

Una vez barajadas todas las alternativas al problema y habiendo pensado cual de todas las alternativas modifica menos la disposición y estructura de la grúa, se llegó a la conclusión de copiar el sistema de aplicación de las RTG Fantuzzi modificando el diseño tanto del soporte como del cajón, así como mantener el sistema anti atrapamiento. Por ello, se ha optado por la colocación de un sistema de guiado por rodillos grúa con una mínima separación entre el rodillo y el raíl capaz de dirigir el carro y así evitar la interferencia entre el perfil de la rueda y el raíl.

Como consecuencia de la disposición de la grúa y la alternativa que hemos optado como válida, se ha decidido realizar un escote de 100mm de anchura en el centro del cajón con una altura de 65mm, para en el caso de emergencia y solo en caso de que el carro llegue a final de carrera y comience a subir la rampa de seguridad, esta no impacte con el cajón. Para no realizar un escote tan alto y con el fin de eliminar cuanto menos tocho posible ya que debilitaría la función de los rodillos, se han mecanizado dos ejes excéntricos con la parte central de 20mm más de longitud.

Intentando seguir el diseño de los RTG Fantuzzi, se le añade una cartela a la parte superior de la grúa, la cual se soldará al propio carro, centrada y alineada al punto más favorable para la grúa, y más tarde, se atornillará con el soporte. Dicha cartela tiene una longitud de 204,54mm, 95mm de altura y 10mm de espesor. Se utiliza un acero ST52. Estas cartelas vienen unidas por un soporte de 110mm de altura, 20mm de espesor y 330mm de anchura. Se diseña con estas medidas debido a la disposición del carro y además poder soportar los esfuerzos generados entre el rodillo y el raíl.

Para el sistema anti atrapamiento, basta con un espesor de 10mm ya que su única función es la de evitar que el pie pueda quedar atrapado entre la rueda y el raíl en el lado externo del carro (lado del pasillo). Dicha plaqueta de acero ST52 tendrá una altura de 8mm y longitud de 304,55m. Vendrá soldado al propio soporte, y se le añade un canto redondeado de radio 10mm para no ocasionar daño y reducir la posibilidad de que pudiera clavarse. Se diseña con dichas dimensiones para así reducir al máximo el espacio entre el soporte y las ruedas del carro.

El cuerpo del soporte, en el que quedarán instalados los ejes excéntricos, se diseña de un bloque macizo, de acero ST52 con 185mm de profundidad, 430mm de anchura y 100mm de altura. Al bloque macizo, se le realizarán 6 orificios de métrica 6 (M6) y otros dos orificios pasantes, teniendo en la parte superior un agujero de diámetro 130mm H9 de 41mm de altura, y otros 59mm (hasta que sea totalmente pasante) de diámetro 85mm H7. Estas dimensiones se adaptan a las dimensiones de los ejes.

En la parte superior del cuerpo del soporte y para evitar que los tornillos de apriete queden a la intemperie y puedan oxidarse u obstruirse de polvo o suciedad, se le añade una tapa, de espesor 5mm, longitud de 390mm y anchura de 160mm. Además, se le mecanizan los 6 orificios en la misma posición que se encuentran en el cuerpo de diámetro 6,5mm y los dos orificios por donde sale la cabeza del eje.

Los ejes, se diseñan con excéntrica para así poder ajustar el rodillo a la distancia de 2,5mm hasta el raíl. Los ejes son engrasables, por lo que llevan dos orificios, uno que atraviesa el eje desde la base superior del eje hasta un segundo orificio, el cual lleva conduce la grasa hasta el rodillo.

En la zona inferior del eje y soportando así el rodillo en su posición, se le añade una placa de acero de diámetro 92mm. Dicha placa tiene un orificio en el cual se atornilla al eje con tornillos de M12. La chapa tiene un espesor de 8mm para poder soportar el peso del rodillo.

A los laterales del soporte, se le añaden dos aletas, una a cada lado, las cuales tienen la función de soportar esfuerzos transversales. Dichas aletas se diseñan con una altura de 430mm, 10mm de espesor y un cambio de anchura desde los 170mm en el punto soldado al cuerpo del soporte hasta los 40mm de anchura en la parte superior del soporte. Se diseña con estas dimensiones porque dicho soporte deberá soportar unos esfuerzos transversales de 45 toneladas.

Por último, la placa base del soporte se diseña con esta forma en tipo de trapecio por las dimensiones de la grúa y la disposición del carro. En la parte superior del conjunto, viene con una anchura total de 360mm que sobresale 15mm a cada lado del carro. El trapecio, con un ángulo de inclinación de $5,34^\circ$, llega a una anchura total de 450mm en el que los últimos 114mm son rectos, sin ángulo de inclinación. Este soporte, con un espesor de 10mm y 595mm de altura lleva 7 orificios pasantes. Los tres superiores irán atornillados al soporte de las cartelas del carro, y los cuatro restantes de M20 son los que atornillan el soporte al carro. Los orificios se hacen en estas posiciones por la disposición de los orificios ya existentes en el carro. Estos orificios solo deberán de ser mecanizados a M20 ya que el soporte de fábrica de las RTG Konecrane viene atornillado con M16.

1.9.1. Pieza conjunta Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.1)

En dicho plano podemos observar la configuración final de todas las piezas de la unidad. En ella marcamos los puntos de soldadura para la unión de las diferentes piezas a un mismo conjunto.

Se trata de una soldadura semi-automática en taller, la cual mantiene unas prestaciones mecánicas muy altas y acabado superficial sin desperfectos ni poros.

En dicha configuración final se puede observar el sistema anti-atrapamiento además de las aletas laterales y la disposición del eje en el interior del cajón.

Hemos mantenido la forma trapezoidal del diseño ya existente en las RTG Fantuzzi Noell Iberia debido a las dimensiones del carro y para así mantener el estudio de esfuerzos realizado por la empresa Fantuzzi Noell Iberia.

Por otra parte, se pensó en realizar los orificios a presentación para facilitar la instalación de dicho soporte al carro debido a su elevado peso.

1.9.2. Pieza del anclaje del Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.2)

Además de las piezas que componen el cuerpo del soporte, tuvimos que añadir un anclaje al carro, el cuál es atornillado por la zona plana al soporte y soldado a la estructura del carro.

En dicho anclaje, podemos diferenciar dos piezas: las cartelas, las cuales soportarán parte de los esfuerzos transmitidos desde los tornillos hasta el carro; y la base recta, también soldada al carro y que usamos para unir las dos cartelas además de para unir el soporte a estas.

1.9.3. Pieza de la base del soporte de los ejes (haciendo referencia al plano 2.3)

El diseño de esta pieza fue uno de los más complejos al ser donde se ubican los ejes. Estos irán en los dos orificios pasantes del cuerpo. Deben de entrar sin holgura ya que una pequeña holgura incrementaría los esfuerzos puntuales y reduciría su utilidad.

El escote central de 100mm de anchura ya que el raíl es de 80mm de anchura, por lo cual, al haber una distancia de 2,5mm por lado entre el rodillo y el raíl, creamos el escote de 100mm para que no pudiera colisionar con el lateral del escote.

Decidimos hacer un cuerpo de 430mm de anchura porque en él, debíamos dejar la distancia entre ejes, además de los 100mm de escote y un trozo entre el borde externo del eje y el final del cuerpo/base para así soportar mayores esfuerzos tangenciales.

1.9.4. Pieza de ejes excéntricos (haciendo referencia al plano 2.4)

Para el eje excéntrico y con el fin de regular la separación entre el rodillo y el raíl, se ha utilizado un material de mayor dureza, el acero F-125, puesto que debe de soportar los esfuerzos que le transmiten los rodillos en contacto con el raíl.

El orificio pasante tanto horizontal como vertical son para la inyección y transporte de grasa hasta llegar a los rodillos, los cuales deberán de ser engrasados para no bloquearse o dañar su diseño.

La parte superior del eje sobresale del cuerpo y tapa para facilitar el mantenimiento de los ejes. En el mantenimiento de los ejes incluimos variar la distancia de la excéntrica y engrase de los rodillos a través de los ejes.

1.9.5. Pieza de la tapa de la base de los ejes (haciendo referencia al plano 2.5)

Esta pieza es la tapa de la base/cuerpo de los ejes. Se copian las dimensiones y distancias para poder atornillarla a la base. El agujero para el eje es del mismo diámetro que la parte superior del eje ya que, deberá de sobresalir para poder engrasar los ejes y rodillos sin necesidad de retirar la tapa.

La tapa tiene un espesor de 4mm ya que no tiene más función que la de evitar el que pueda entrar polvo o suciedad entre el cuerpo del bloque y el eje.

1.9.6. Pieza de las cartelas laterales (haciendo referencia al plano 2.6)

Las cartelas laterales de 430mm de altura y un cambio de 40mm en la parte superior a los 170mm de los últimos 100mm. Esta cartela lateral tiene la función de absorber esfuerzos transversales y repartir estos valores.

Se pensó en realizar un orificio de diámetro 60mm (ver plano 2.5) para el manejo, transporte y colocación del soporte en su lugar de trabajo. Este orificio es útil ya que, con ayuda de una eslinga, situará dicho soporte en su lugar y así facilitar la colocación debido a su elevado peso.

1.9.7. Pieza de placa base del soporte (haciendo referencia al plano 2.7)

Esta es la pieza central, la pieza a la que el resto de piezas van soldadas. Esta pieza es la que irá atornillada al carro, por lo que une todo el soporte al carro.

La pieza se sujeta al carro mediante tornillería, y que, una vez en su lugar idóneo y con ayuda de un taladro magnético, son realizados los orificios y roscados al carro.

Se realiza un total de siete orificios, tres de ellos a la parte superior que serán atornillados a la pieza del plano "2.2 Anclaje Guide Rollers". Los otros cuatro orificios, y según marcados en la estructura del carro, se pasan a la placa base y se realizan a presentación.

Las cotas se toman tras un largo estudio y toma de medidas debido a que es un soporte que está en movimiento y no debe de colisionar con ningún dispositivo o imán de final de carrera a su paso.

Se pidieron todos los bordes y cantos con radio de 20mm para no tener cantos vivos con los que poder realizar daño físico.

1.9.8. Pieza de base del soporte (haciendo referencia al plano 2.8)

Esta pieza es la base que se atornilla del plano "2.3 Anclaje Guide Rollers".

En ella se realizan tres orificios a presentación para atornillar dicha pieza a la parte superior de la base del soporte.

A presentación, realizar preparación de bordes inferiores para soldar dicha pieza a la parte superior del carro.

La anchura, de 330mm coincide con la anchura superior de la pieza "2.7 Placa base del soporte".

1.9.9. Pieza de la cartela del soporte (haciendo referencia al plano 2.9)

Esta pieza tiene una altura de 95mm ya que viene colocada en la parte más alta del carro, a la altura del carro hasta la altura del soporte. (Mantenemos 15mm libres arriba de esta cartela para así tener un pequeño margen de error en la altura del soporte).

Contamos con una longitud de 204,54mm para mantener cierta inclinación, la cual permitirá distribuir los ejes aparte de mantener una forma estética.

A presentación, realizar la preparación de bordes para soldadura de esta pieza con la parte superior del carro.

1.9.10. Pieza de la cartela salva-pies (sistema anti-atrapamiento) (haciendo referencia al plano 2.10)

Las cartelas salva-pies (sistema anti-atrapamiento) se ha copiado del soporte ya existente en las RTG Konecrane.

Se trata de una cartela de 10mm de espesor que cubre la mayoría el hueco que queda libre entre el soporte y la ruda del carro. Esto evitará que el pie pueda quedar atrapado.

La punta se ha redondeado con un radio de 10mm para eliminar los cantos vivos y así evitar el que pueda clavarse.

1.9.11. Pieza de la tapeta de los ejes (haciendo referencia al plano 2.11)

Esta pieza se pensó para fijar el rodillo al eje. Se trata de una pieza del mismo diámetro exterior al de la parte inferior del eje para así aguantar el peso del rodillo. Se pensaron varias opciones, pero esta es la forma más eficiente de soportar el rodillo en el sitio.

La tapeta lleva dos orificios, uno de diámetro 6mm para fijar la tapa al eje (unión hembra-macho) y situarlo en el punto exacto para, posteriormente, atornillarlo con el otro orificio de diámetro 12mm.

La tapeta tiene un espesor de 8mm ya que no es necesario más para no llegar a deformarse debido al peso que el rodillo ejerce directamente sobre la tapeta.

1.9.12. Pieza del soporte tope (haciendo referencia al plano 2.12)

Este es otro sistema de seguridad que se le añade al soporte en el diseño de las RTG Fantuzzi que no podemos eliminar de las RTG Konecrane.

Se crea de estas medidas ya que el bloque de goma, de 100mm de anchura irá enroscado al extremo exterior del soporte. El cuerpo donde van los ejes tiene 200mm de profundidad por lo que se quiere que sobresalga 70mm del bloque de goma.

Se soldará a presentación en el punto más favorable de la pieza "2.7 Placa base del soporte".