



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Diseño de un carro de pre-estirado y un cambiador de bobinas

Autor:
Marc Higeo Puig

Dirigido por:
Jaume Masià Vañó
Antonio Vicente Martínez Sanz

Convocatoria de defensa: Septiembre de 2018

Índice de documentos

Documento 1. Memoria

Documento 2. Anejos

Documento 3. Planos

Documento 4. Pliego de Condiciones

Resumen

El proyecto consiste en la evaluación del funcionamiento de un carro de pre-estirado de la empresa INNOVA MAQUINARÍA obteniendo las posibles mejoras de funcionamiento. Una vez definidos los aspectos a mejorar se diseñará un nuevo carro introduciendo estas mejoras y preparando el carro para un futuro cambiador de bobinas automático. Finalmente una vez comprobado el funcionamiento del nuevo carro se diseñará el cambiador.

Resúm

El projecte consisteix en l'avaluació del funcionament d'un carro de preestirament de l'empresa INNOVA MAQUINARIA INDUSTRIAL per extraure les possibles millores en el funcionament. Un cop definits aquests aspectes a millorar es dissenyarà un nou carro que incloga totes aquestes millores i deixant-lo llest per a adaptar-se al futur canviador automàtic de bobines. Finalment un cop corroborat el funcionament del nou carro es dissenyarà el canviador.

Abstract

The Project consists in evaluating the performance of a lift of pre-stretching of the company INNOVA MAUINARIA obtaining possible improvements of operation. Once defined the aspects to improve will design a new lift by introducing these improvements and preparing the lift for a future automatic changer of coils. Finally after cheking the operation of the new lift will be designed the charger.

DOCUMENTO 1: MEMÓRIA

CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.	4
CAPÍTULO 1: Introducción.....	5
1.1. Objeto del proyecto.....	5
1.2. Alcance.....	5
1.3. Carácter académico.....	6
CAPÍTULO 2: Antecedentes.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes carro.....	7
2.1.2. Antecedentes cambiador.....	7
2.2. Definiciones.....	7
2.2.1. Conceptos generales.....	8
2.2.2. Magnitudes físicas y unidades.....	8
CAPÍTULO 3: Normativa.....	9
3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	9
3.2. Programas de cálculo.....	9
3.3. Plan de gestión de calidad aplicado en el proyecto.....	9
3.4. Bibliografía.....	10
3.6. Otras referencias.....	10
CAPÍTULO 4: Requisitos de Diseño.....	11
4.1. Parámetros generales de diseño.....	11
4.2. Estudio de prestaciones.....	12
4.3. Función y tipo de la máquina y sus componentes.....	12
4.3.1. Componentes.....	12
4.3.1.1. Componentes de la envolvedora.....	12
4.3.1.2. Componentes del carro de pre-estiro.....	13
4.3.1.3. Componentes del cambiador.....	14
4.3.2. Maniobras.....	15
4.3.2.1. Maniobras de la envolvedora.....	15
4.3.2.2. Maniobras del carro de pre-estiro.....	16

4.3.2.3. Maniobras del cambiador.....	16
4.4. Funcionamiento actual de las partes a modificar.....	16
4.4.1. Eje porta-bobinas.....	16
4.4.2. Rodillos locos.....	18
4.4.3. Rodillos tractores.....	18
4.4.4. Sistema de formación del cordón.....	19
4.4.5. Sistemas electrónicos.....	20
10.2.6 Sistema de movimiento.....	20
4.4.7. Rodillo de tensión residual.....	21
CAPÍTULO 5: Análisis de Soluciones.....	23
5.1. Diseño en detalle del carro nuevo.....	23
5.1.1. Carro pre-estiro nuevo.....	23
5.1.2. Nuevos diseños de las partes a modificar.....	23
5.1.2.1 <i>Necking</i> o Estrangulamiento.....	23
5.1.2.2 Cambiar cara de contacto del film con el palé.....	26
5.1.2.3 Introducción de un sistema de pre-estirado variable.....	26
5.1.2.4 Mejora del sistema de la célula de carga para mantener la aplicación de film a una tensión constante.....	28
5.1.2.5 Obtener un sistema de obtención de cordón más compacto y económico.....	32
5.1.2.6. Diseño sistema cambio rápido.....	34
5.1.2.7. Diseño sistema retirada mandril vacío.....	35
5.1.2.8. Diseños generales.....	36
5.2. Diseño conceptual del cambiador.....	36
CAPÍTULO 6: Planificación y presupuesto.....	38
6.1. Planificación.....	38
6.2. Presupuesto.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Magnitudes físicas del proyecto.	8
Tabla 2: Superficie en contacto rodillo tractores-film del carro actual.	25
Tabla 3: Superficie en contacto rodillo tractores-film del nuevo carro.	25
Tabla 4: Presupuesto	38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Envolvedora de la empresa INNOVA MAQUINARIA	13
Ilustración 2: Imagen del carro actual.....	14
Ilustración 3: Sistema de freno mediante fricción.....	17
Ilustración 4: Sistema carga rápida.	18
Ilustración 5: Sistema actual de cordón.....	19
Ilustración 6: Conjunto superior carro.....	20
Ilustración 7: Correa dentada transmisión motor-primer rodillo tracción.	20
Ilustración 8: Sistema engranajes pre-estiro.	21
Ilustración 9: Montaje actual celula de carga.....	22
Ilustración 10: Recorrido film carro actual.	24
Ilustración 11: Posición rodillos nuevo carro para observar el recorrido del film	26
Ilustración 12: Sistema pre-estirado variable.....	27
Ilustración 13: Montaje célula carga actual.....	29
Ilustración 14: Montaje completo sistema célula carga auto centrada.	30
Ilustración 15: Montaje detalle célula carga auto centrada.....	30
Ilustración 16. Montaje detalle guiado célula carga auto centrada.	31
Ilustración 17: Nuevo sistema de la célula de carga.	31
Ilustración 18: Sistema actual de cordón con palanca.	32
Ilustración 19: Nuevo sistema de cordón.	33
Ilustración 20: Puerta.	34
Ilustración 21: Unión soporte rodamiento con el chasis de la puerta.	35
Ilustración 22: Sistema con las levas en posición superior.	35
Ilustración 23: Sistema con las levas en posición inferior.	36

CAPÍTULO 1: Introducción.

1.1. Objeto del proyecto.

El proyecto consiste en el diseño, fabricación y prueba de un cargador automatizado de bobinas de film para una envolvedora industrial, en adelante cambiador. Para ello se va a partir de una envolvedora y de un carro de pre-estiro, en adelante el carro, de la empresa INNOVA MAQUINARIA.

La necesidad de esta máquina se apoya en la demanda por parte del mercado de minimizar el tiempo de parada debido a cambio de bobina. Con el sistema actual los operarios deben de detener la máquina para realizar el cambio de bobina con seguridad. Con el nuevo sistema el operario realizará el cambio de bobina en un cargador auxiliar mientras la envolvedora está trabajando, cuando esta precise el cambio de bobina el cargador ya estará preparado y se realizara de manera automática el cambio de bobina. De esta manera se reduce el riesgo para el operario y el tiempo de parada.

Este proyecto también responde a la necesidad de mejorar el funcionamiento del carro actual. Con el funcionamiento de la envolvedora en las distintas plantas en que se ha instalado se ha obtenido mucha información del funcionamiento del carro, del comportamiento del plástico y del comportamiento de los diferentes tipos de cargas. Este proceso ha supuesto un aprendizaje que ha repercutido en una serie de pequeñas modificaciones del carro. A pesar de esta evolución no ha habido un proceso paralelo de documentación de toda esta información, por ello es necesario realizar este proyecto para dejar constancia de dicha información.

También resulta beneficioso evolucionar el carro debido a que todas las pequeñas mejoras que se han ido realizando han resultado en un carro compuesto por una serie de mejoras que derivan en un diseño ineficiente. Esto se debe a que las mejoras se tuvieron que hacer adaptándose a las características existentes, derivando en un carro final a base de añadidos para solucionar problemas altamente ineficiente. Por tanto se va a diseñar un carro completamente nuevo que recoja todas estas mejoras.

1.2. Alcance.

En primer lugar se va a modificar el carro actual realizando una serie de modificaciones necesarias para perfeccionar su funcionamiento y abaratar su fabricación. Después se va a adaptar a las nuevas exigencias de los clientes para actualizarlo a los nuevos procesos de fabricación y a los nuevos tipos de film. Finalmente se va a adecuar para hacer posible el cambio de bobina a través del cambiador.

En segundo lugar se va a diseñar un sistema de cambio de bobina. Para ello se va a elaborar un estudio de mercado de las maquinas semejantes y de sus

características. De este modo se pueden descubrir nuevas ideas, ver hacia dónde se dirige el mercado y estudiar la situación de patentes en caso de haberlas. Finalmente, teniendo en cuenta todos estos factores se va a decidir la forma de cambio de bobina y se va a diseñar en detalle el carro y conceptualmente el cambiador.

El siguiente paso va a ser diseñar en detalle el nuevo carro y su fabricación para comprobar su funcionamiento. Una vez fabricado y probado, se van a analizar los resultados y se van a detectar los errores en caso de haberlos para así resolverlos en la siguiente evolución. Este proceso se repetirá las veces que sea necesario hasta garantizar un carro con un funcionamiento satisfactorio.

En último lugar, y una vez comprobado que el funcionamiento del carro es satisfactorio, se procederá al diseño en detalle del cambiador. El cambiador no se va a diseñar en detalle desde el primer momento puesto que la evolución lógica del proyecto es diseñarlo una vez se ha obtenido un carro con un funcionamiento satisfactorio. De esta manera no se desperdician recursos en el diseño en detalle de un cambiador de bobinas para un carro del que no se sabe con seguridad que funcione correctamente.

La complejidad, tamaño y momento para la empresa (existen otros proyectos con mayor prioridad a los que se van a destinar la mayor parte de los recursos existentes) en que se realiza el proyecto, implica que no se establezca una fecha límite ni ningún tipo de plazos para finalizar ninguna de las partes que anteriormente se detallan.

1.3. Carácter académico.

En el ámbito académico es un trabajo muy completo debido a que implica un análisis del funcionamiento de una máquina real y la obtención de las conclusiones para mejorarla. También incluye un estudio de mercado y de patentes para la fabricación de una máquina nueva. Englobando una gran cantidad de procesos y conocimientos de la ingeniería mecánica:

- Desarrollo del pensamiento crítico tanto para evaluar sistemas actuales como para mejorarlos.
- Diseño conceptual y en detalle de maquinaria.
- Selección de materiales y procesos de fabricación.
- Neumática.
- Estimación de costes.
- Distribución y organización de recursos humanos, materiales y económicos.
- Desarrollo de un proyecto real.

Por todos estos motivos me parece un trabajo muy completo y adecuado para terminar el grado poniendo a prueba todos los conocimientos aprendidos.

CAPÍTULO 2: Antecedentes.

2.1. Antecedentes.

El proyecto se divide en dos máquinas diferentes, el carro y el cambiador. A continuación se exponen los conocimientos actuales sobre ambas:

2.1.1. Antecedentes carro.

El primer carro que se realizó constaba de un pre-estirado fijo, la tracción del motor a los rodillos tractores era mediante una cadena de 3/8 de pulgada y entre los rodillos también se transmitía la potencia con una cadena de las mismas características. El problema de este método es que a medida que evolucionaban los films y sus propiedades se aumentaba la capacidad de pre-estirado. De manera que llegó un momento en el que para poder transmitir esta relación de transmisión el piñón pequeño tenía en contacto con la cadena un número insuficiente de dientes para transmitir la potencia y rompía continuamente.

Para resolverlo se cambió por una transmisión de engranajes, estos aguantan sin problema sin romper pero entonces surgió la necesidad de realizar el pre-estirado variable. Se modificó el sistema para poder cambiar un engranaje entre medias de los dos de los ejes pero este sistema presenta algunos defectos. Resulta laborioso el cambio de engranajes y la distancia entre centros es variable, esto provoca que con los cambios continuos se produzcan holguras que acaban produciendo un mal contacto entre dientes y en última instancia su rotura final.

2.1.2. Antecedentes cambiador.

No existe ningún tipo de máquina en la empresa parecida sobre la que empezar a trabajar. Por ello se va a realizar un estudio de mercado para empezar a definir los rasgos principales y las características que se han de contemplar en el diseño pre-eliminar.

2.2. Definiciones.

Antes de empezar con el desarrollo del proyecto es necesario introducir una serie de conceptos previos que permitan entender y establecer unas bases sobre las que desarrollar el proyecto.

2.2.1. Conceptos generales.

En este apartado se definen y explican los conceptos generales necesarios para la correcta comprensión del proyecto:

- Carro pre-estiro: Carro que soporta la bobina y realiza todas las operaciones necesarias en el film para depositarlo en la carga según las especificaciones requeridas.
- Pre-estirado: Proceso mecánico mediante el cual se le aporta una tensión longitudinal al film aportándole una deformación plástica. Suele estar entre el 150y 300%.
- *Necking*: *Necking* o estrangulamiento, proceso mecánico mediante el cual al estirar longitudinalmente el film se reduce su ancho transversal además de su espesor.
- Tensión Residual: Tensión a la que se deposita el film en la carga y es la que aporta la estabilidad y sujeción.
- Célula de carga: Dispositivo electrónico que con un extremo empotrado, mide la tensión aplicada sobre el otro extremo libre.
- Carro actual: Carro de partida para realizar el estudio.
- Nuevo carro: Nuevo carro que se va a diseñar para resolver los problemas del carro actual.

Debido a la complejidad de algunos conceptos y procesos se ha creído conveniente separar el desarrollo de estos en anejos externos a la memoria. Por ello se recomienda leer los siguientes anejos antes de seguir avanzando con la memoria:

- ANEJO 1: PROPIEDADES PLÁSTICO STRETCH.
- ANEJO 2: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENFARDADO.

2.2.2. Magnitudes físicas y unidades.

A continuación se exponen las magnitudes físicas que aparecen el proyecto y las unidades en las que se va a trabajar en este:

Magnitud física	Unidad/es empleadas
Peso	Gramo (g); Kilogramo (Kg)
Longitud	Milímetros (mm)
Tiempo	Segundos (s)
Fuerza	Newton (N); Kilogramo (Kg)
Ángulos	Grados (°)

Tabla 1: Magnitudes físicas del proyecto.

CAPÍTULO 3: Normativa.

3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- **UNE-EN ISO 12100:2012:** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. Esta normativa se tendrá en cuenta a la hora de elaborar todas las medidas de seguridad en la etapa final del proyecto.
- **UNE-EN ISO 157001:2014:** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Toda la normativa referida a materiales se establece en el DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES.
- El objetivo final de toda la normativa aplicada es obtener el marcado CE.

3.2. Programas de cálculo.

Otro aspecto importante del proyecto es el software que se va a utilizar. Puesto que el proyecto se realiza en colaboración con una empresa privada solo se empleará el software del que se disponga licencia o software gratuito. El software empleado será:

- Diseño CAD 3D: *SolidWorks*.
- Diseño CAD 2D: *DraftSight*.
- Cálculos MEF: *SolidWorks Simulation* (Gómez González, 2010).

También es necesario definir la metodología de cálculo a emplear, los cálculos informáticos se van a realizar mediante el programa *SolidWorks Simulation* debido que es el software del cual se dispone licencia.

El resto de cálculos no informáticos que aparecen en CAPÍTULO 5: Análisis de Soluciones se van a realizar siguiendo diferentes metodologías según se considere más oportuno y que se detallan en los anejos:

- ANEJO 3: CÁLCULO ENGRANJES.

Para realizar estos anejos se han consultado diferentes referencias bibliográficas, (Lafont Morgado, 2009; Norton, 2013)

3.3. Plan de gestión de calidad aplicado en el proyecto.

Durante el proyecto se van a realizar diferentes controles para garantizar el cumplimiento de lo estipulado.

Un primer control se realizara durante la etapa de diseño, dónde se revisaran los posibles errores de diseño, errores en las especificaciones de las piezas y el cumplimiento de la normativa aplicable.

Una vez fabricado el material se realizará un segundo control en la etapa de recepción de este. En este control se revisará que todo el material recibido esté conforme a lo estipulado en plano.

Finalmente se realizará un control antes de la primera puesta en marcha para verificar el correcto montaje de los componentes y evitar colisiones o cualquier otro tipo de problema que pueda provocar desperfectos.

3.4. Bibliografía.

- Gómez González, S. (2010). *SolidWorks simulation*. Paracuellos del Jarama, Madrid: Paracuellos del Jarama, Madrid : Ra-ma, D.L. 2010.
- Lafont Morgado, P. (2009). *Diseño y cálculo de transmisiones por engranajes*. (J. Echávarri Otero & A. Díaz Lantada, Eds.). Madrid: Madrid : Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, D.L. 2009.
- Norton, R. L. (2013). *Diseño de maquinaria : síntesis y análisis de máquinas y mecanismos* (5ª ed.). México [etc.]: México etc.: McGraw-Hill/Interamericana, 2013.

3.6. Otras referencias.

Archivos y estudios de INNOVA MAQUINARÍA INDUSTRIAL.

Catálogos ANEJO 10: CATÁLOGOS COMERCIALES.

Catálogo PRACTICAL INFORMATION ON GEARS de la empresa KOHARA GEAR INDUSTRY CO. LTD.

CAPÍTULO 4: Requisitos de Diseño.

4.1. Parámetros generales de diseño.

Existen unas directrices básicas y generales que, independientemente de la máquina de la que se trate el diseño debe cumplirlas, estas se muestran a continuación:

- Simplicidad de montaje, funcionamiento y mantenimiento.
- Estandarización de componentes (materiales, rodamientos, acabados, motores, etc.).
- Modularidad para que el cliente pueda elegir que accesorio desea montar en su máquina.
- Reducción de desperdicios y mermas tanto en la fabricación de piezas como en el consumo de consumibles por parte de la máquina.
- Adecuación para cualquier ambiente de producción.
- Garantizar la seguridad en todo momento.

Para cumplir con estos parámetros se van a establecer unas directrices para realizar los diseños que van a ser prioritarias respecto a los otros parámetros del diseño.

- En primer lugar se va a garantizar el correcto funcionamiento de la máquina. Después se va a dividir la máquina en sub sistemas que permitan el montaje por partes y su ensamblado posterior con la intención de facilitar el montaje a los operarios. Y finalmente se van a realizar los accesos necesarios para el futuro mantenimiento.
- Para los materiales, procesos de fabricación, acabados y tolerancias se van a emplear los marcados por el diseño estandarizado de la empresa. Ver ANEJO 4: PAUTAS DE DISEÑO. Para componentes comerciales se van a utilizar los que ya se utilizan actualmente, de este modo se reduce el stock y el número de componentes de repuesto necesarios para el cliente¹.
- El mejor modo de reducir costes es eliminar todos aquellos componentes o sistemas que no son necesarios. Por ello se definirá los sistemas o componentes que no son imprescindibles para el funcionamiento. Estos se diseñarán para que formen un módulo que sea fácil de colocar y retirar de la máquina sin afectar al funcionamiento ni integridad de esta. De esta manera se personaliza la máquina según las necesidades de cada cliente reduciendo sobrecostes que no requieran de todos los sistemas.
- El diseño de las piezas se va a realizar pensando en su función y su resistencia. Pero también pensando en que su fabricación sea lo más eficiente posible, teniendo en cuenta la elección del material, los tiempos de fabricación y el aprovechamiento de material.

¹ **Reducción de stocks y recambios:** De esta manera se reduce el capital inmovilizado y el espacio no productivo aumentando la productividad de la planta.

También se diseñarán las máquinas y los sistemas para el máximo aprovechamiento de los consumibles y la reducción al máximo de las mermas.

- Las envolvedoras son máquinas muy polivalentes por ello se emplean en una gran variedad de industrias. Esto provoca que sea necesario la protección de sus sistemas ante agentes externos (polvo, humedad, etc.).
- La máquina necesita del soporte del personal para la carga de las bobinas y la retirada de los mandriles vacíos, por ello es necesario garantizar la seguridad de los operarios en todo momento.

4.2. Estudio de prestaciones.

Las prestaciones que ha de garantizar el proyecto se dividen en las diferentes máquinas que lo componen.

Las prestaciones del nuevo carro son la correcta envoltura de la carga según los aspectos expuestos.

Las principales prestaciones del cambiador son reducir el tiempo de parada, facilitar la carga de las bobinas al operario y que el tiempo de parada por cambio de bobina sea inferior a 30 segundos. Se entiende por tiempo de parada el tiempo desde que la máquina detecta que ha agotado la bobina hasta que vuelve a estar en funcionamiento.

Todos los procesos excepto el de carga de bobinas al cambiador ha de ser automático. La carga de bobinas se ha de poder realizar asegurando la seguridad del operario. Además ha de realizarse de la manera más ergonómica y cómoda para este.

4.3. Función y tipo de la máquina y sus componentes.

El proyecto trata de rediseñar un carro de pre-estiro y adaptarlo a un cambiador de bobinas. A pesar de ser un único proyecto, es mejor estudiar cada máquina y sus componentes por separado. Se explican a continuación:

4.3.1. Componentes.

En primer lugar se explican brevemente los componentes de las máquinas para introducirlos, posteriormente se estudiarán en profundidad para analizarlos y realizar las modificaciones y diseños pertinentes.

4.3.1.1. Componentes de la envolvedora.

La función de una envolvedora es envolver una carga mediante un film aportándole protección y estabilidad.

Una envolvedora consta de:

- Estructura principal: conjunto de pilares y travesaños que sustentan el resto de partes.
- Estructura anillo: conjunto de tubulares que soportan y permiten el giro al anillo que a su vez soporta al/los carro/s (máximo 2).
- Carro de pre-estiro: conjunto de sistemas que soportan la bobina y depositan el film sobre la carga.
- Sistema elevación: formado por un motor reductor, ejes y cadenas que elevan la estructura del anillo a la altura adecuada para envolver.
- Sistema de giro: formado por un motor reductor, una correa, unos railes y unas escobillas produce el giro del anillo y transmite la alimentación y comunicaciones de la estructura principal al carro.
- Tijeras: constan de unas pinzas que sujetan el film y de una cuchilla que corta el film.
- Complementos: se pueden añadir sistemas que proporcionan mayores capacidades a la máquina.



Ilustración 1: Envolvedora de la empresa INNOVA MAQUINARIA

4.3.1.2. Componentes del carro de pre-estiro.

Un carro de pre-estiro es conjunto de sistemas que soportan una bobina de film al que proporcionan una deformación plástica (pre-estiro). Después aplican el film pre-estirado sobre una carga a una tensión predeterminada.

Un carro consta de:

- Sistema pre-estiro: Conjunto formado por un motor, rodillos, engranajes y una correa que mueve y pre-estira el film.

- Rodillos locos: Conjunto de rodillos que guían y colocan el film de la manera deseada.
- Sistema eléctrico: Conjunto de componentes eléctricos que controlan el funcionamiento del carro y lo alimentan.
- Sistema tensión residual: Conjunto formado por un rodillo loco unido a una célula de carga que mide la tensión a la que se deposita el film sobre la carga.
- Sistema cordón (continuo o variable): Conjunto de motor y rodillos que contraen el film transversalmente para crear un cordón.
- Conjunto porta bobinas: Formado por un eje y un rodillo frenado por fricción que sujeta la bobina de film en su sitio.

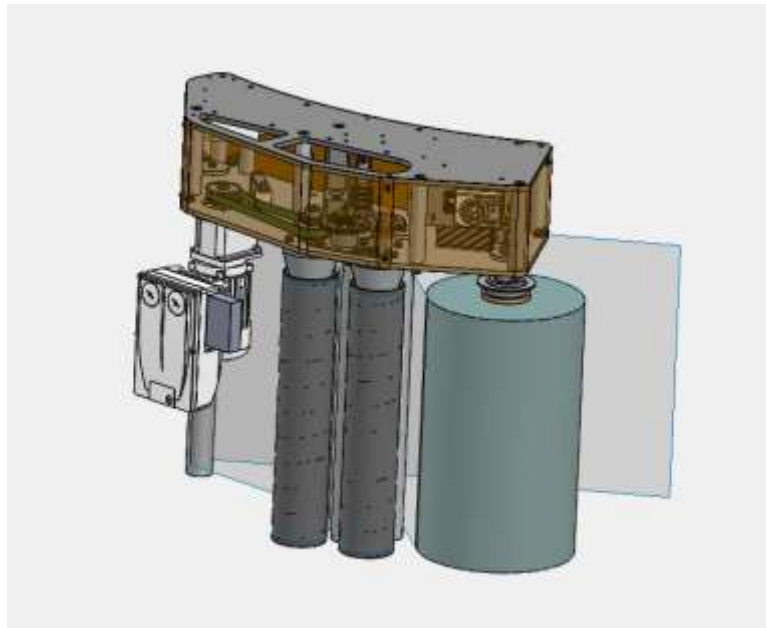


Ilustración 2: Imagen del carro actual.

4.3.1.3. Componentes del cambiador.

Para comprender este punto se recomienda ver ANEJO 5: ESTUDIO MERCADO CAMBIADOR.

El cambiador es el sistema de máquinas que guardan, transportan y colocan las bobinas vacías en el carro tras extraer el canuto vacío. Debe constar de:

- Sistema de retirada de los canutos vacíos: Conjunto que retira el canuto vacío del eje porta bobinas y lo deposita en un contenedor.
- Sistema transportador de bobinas: Este sistema estará formado por una bancada sobre la que se desplazarán las bobinas enteras para que el sistema de colocación las coja y las coloque en el carro.
- Sistema de colocación de la bobina: Este sistema cojera las bobinas del sistema de transporte y las colocará en el carro.

- Sistema de pasado de film: este sistema consistirá en una tijera que sujetará el extremo del film en la bobina y lo colocara al alcance de la tijera de corte de la envolvedora².
- Protecciones para colocación de bobinas: Es necesaria una zona de interacción entre el sistema transportador de las bobinas y el operario para cargar todas las bobinas³.

4.3.2. Maniobras.

A continuación se explican brevemente las maniobras que se han de realizar con las máquinas para entender su funcionamiento.

4.3.2.1. Maniobras de la envolvedora.

Un ciclo completo de la envolvedora consta de tres fases, espera en posición de reposo a que entre una carga, envoltura de la carga y transición y espera en posición de reposo de nuevo a la espera de otra carga.

La posición de reposo es con el anillo elevado para no que no haya interferencia entre la carga en movimiento y la máquina.

El ciclo de envoltura depende de varios factores ver ANEJO 2: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENFARDADO.

El ciclo empieza con la maquina en posición de reposo, una vez posicionada la carga, la estructura del anillo baja con el film pellizado en la tijera que se encuentra en posición vertical (posición en que sobresale por la parte inferior de la estructura del anillo). Entonces el anillo empieza a girar envolviendo la carga, una vez se han realizado varias vueltas en la parte superior y se ha asegurado que el film no se caiga, se libera la tijera y se posiciona en posición horizontal. En este momento se empieza a realizar la envoltura completa de la carga. Una vez realizada se vuelve a posicionar la tijera en posición vertical y tras realizar varias vueltas sobre esta se corta el film. La estructura del anillo sube y se posiciona la tijera en posición horizontal para que la carga realice su salida de la máquina sin interferencias.

² **Tijera de corte de la envolvedora:** Este sistema tiene la función de sujetar el extremo del film mientras la envolvedora no envuelva y así tenerlo siempre controlado. Una vez empieza a envolver se retira a la espera de que termine la envoltura, una vez se ha terminado tiene una cuchilla que corta el film mientras lo sujeta a la espera de empezar el ciclo de nuevo.

³ **Todas las bobinas:** El número de bobinas necesarias que debe de alujar el sistema de transporte no está definido. Dependerá de la producción de la línea de embalaje. Se colocarán las suficientes para que el operario cargue completamente el sistema del transportador al principio del turno y se dedique a otra tarea. Ver anejo X: cálculo bobinas necesarias sistema transportador.

4.3.2.2. Maniobras del carro de pre-estiro.

Las maniobras que se describen en este apartado no incluyen el cambio de bobina, solo muestran las maniobras que realiza el film en el carro.

El film empieza enrollado en la bobina, de ahí pasa a través de un rodillo loco a un rodillo tractor que gira a una velocidad determinada, de este pasa a otro rodillo tractor que gira a una velocidad superior a la del rodillo anterior. Entre medias hay un rodillo loco para maximizar la superficie de contacto entre los rodillos tractores, en esta fase se realiza el pre-estiro. Después el film pasa a un rodillo con la célula de carga que mide la tensión residual y finalmente a un rodillo loco que supone la última superficie de contacto entre el film y el carro. En esta última fase se realiza en caso de ser necesario el cordón.

Mientras se realiza todo este proceso se mide constantemente la tensión residual y se acelera o decelera el motor según se requiera.

4.3.2.3. Maniobras del cambiador.

El ciclo del cambiador constara de 5 fases, carga de la bobina nueva, espera en posición de reposo, retirada canuto vacío, colocación bobina y retirada a posición de espera mientras se reestablece el enfundado de nuevo para volver a empezar el ciclo.

La primera maniobra que deberá realizar el cambiador es la colocación del transportador en la posición que permita al cambiador recoger una bobina. Después se esperara a que acabe la bobina del carro. Una vez esta se ha terminado se produce la retirada del canuto vacío. A continuación se carga la bobina y una vez comprobado que esta fija se pasa el film a la tijera de la envolvente. Mientras tanto se deposita el canuto vacío en un contenedor para canutos. Finalmente se desplaza el transportador para la recogida de una nueva bobina y el cambiador, tras cogerla, se mantiene a la espera en posiciona de reposo.

4.4. Funcionamiento actual de las partes a modificar.

4.4.1. Eje porta-bobinas.

El carro actual tiene un eje porta-bobinas que lleva incorporado un sistema de freno mediante un muelle que ejerce resistencia al giro de la bobina mediante fricción.

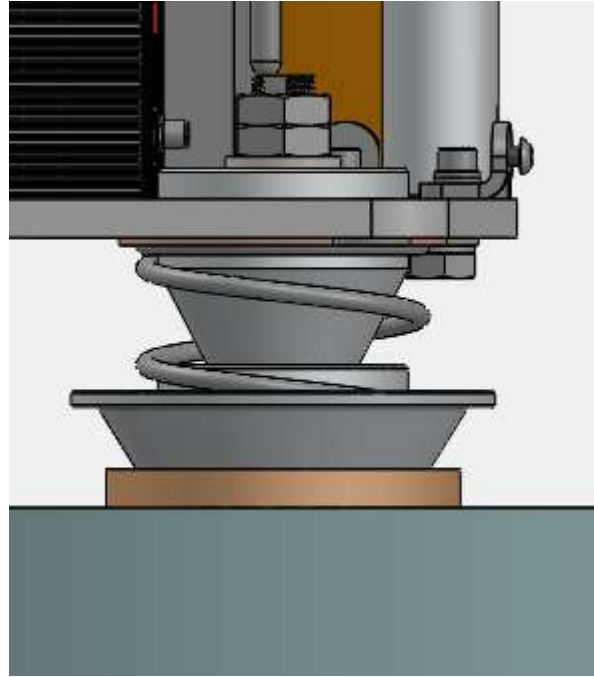


Ilustración 3: Sistema de freno mediante fricción.

Este freno es necesario debido al cambio brusco de velocidades en la alimentación del film. Estos cambios de velocidad se deben a que uno de los parámetros más importantes a la hora de adquirir una envolvente es la cadencia de cargas⁴ por ello es importante que la envolvente tenga la capacidad de acelerar y decelerar de forma rápida el carro. Cuando la envolvente funciona a su máxima velocidad la bobina se devana muy rápidamente. Si no hubiese freno sobre la bobina mientras la envolvente frena el film se devanaría debido a la inercia que seguiría actuando sobre la bobina.

Este sistema funciona bien y no es necesario modificarlo. Pero en caso de modificar alguna de las distancias de este sistema se procederá a desplazar todo el conjunto. Esto se debe a que si se modifican las distancias sería necesario modificar el muelle, esto podría provocar errores en el mantenimiento debido a que habría dos muelles muy similares en la misma posición.

El otro sistema importante que lleva el eje porta bobinas es el sistema de carga rápida. Este sistema permite al operario cargar la bobina y fijarla sin tener que soltar ninguna de las dos manos de la bobina. De esta manera se reduce el riesgo de accidente debido a la pérdida de equilibrio de la bobina al tener que sujetarla con un único brazo.

⁴ **Cadencia de cargas:** Número de cargas que puede envolver en un período de tiempo determinado

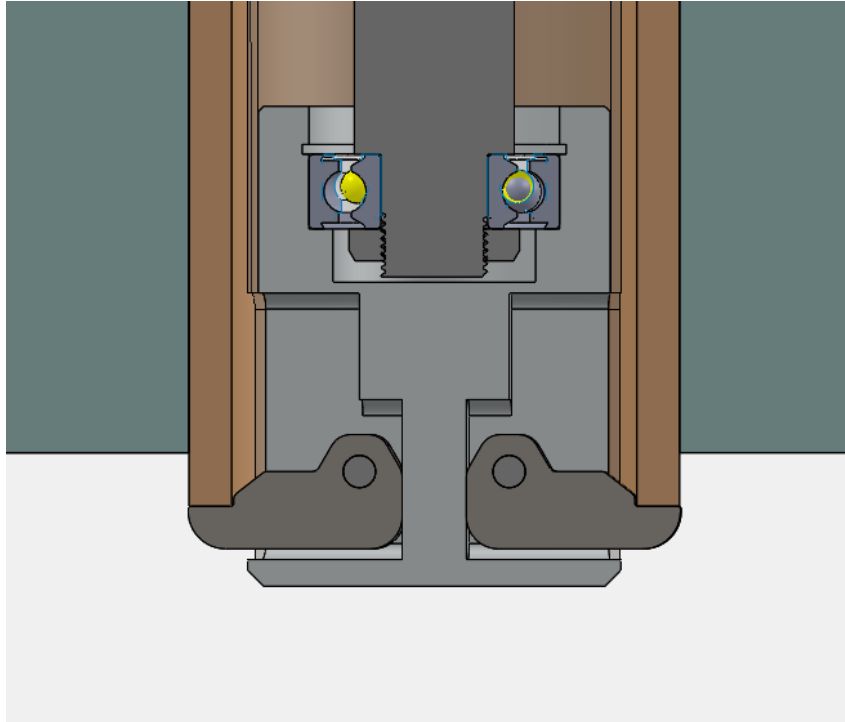


Ilustración 4: Sistema carga rápida.

El funcionamiento de este sistema es muy sencillo, consta de un tubo en la parte inferior que alberga unas piezas locas suspendidas por un eje. En el momento que se presiona con el mandril hacia arriba estas piezas se ocultan dentro del tubo, una vez el mandril ha superado las piezas locas estas caen por medio de la gravedad de manera que hacen de tope para retener la bobina en su posición de trabajo.

4.4.2. Rodillos locos.

Es importante mantener una tensión constante sobre el film a lo largo del carro y a su vez mantenerlo en todo momento guiado para que no se enrede y haya problemas. Los rodillos locos tienen únicamente la función de realizar este guiado. Constan de un eje de acero, rodamientos y un rodillo exterior de aluminio.

4.4.3. Rodillos tractores.

La función de los rodillos tractores es, mediante una relación de reducción, girar a diferentes velocidades para aplicar el pre-estiro al film. En su superficie llevan una cinta con un coeficiente de fricción con el film elevado que favorece la adhesión de este. Para realizar el pre-estirado es necesario aplicarle una fuerza de tracción elevada al film. Por ello es imprescindible que la superficie en contacto sea suficiente. Es muy importante que la adhesión sea correcta y la superficie en contacto suficiente para que el film no deslice, puesto que si desliza no se alcanza el pre-estiro adecuado y por tanto no se consigue una sujeción de la carga adecuada (ver ANEJO 2: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENFARDADO).

4.4.4. Sistema de formación del cordón.

La carga a veces necesita de una tensión mayor de la que puede aportar el film para su estabilidad. Para ello se realiza una tensión transversal al film y paralela a los rodillos que deforma el film comprimiéndolo en un cordón. Este cordón permite aumentar la tensión aplicable y permite realizar mayores tensados en las esquinas, parte crítica de la envoltura. El sistema actual no es el idóneo debido a que consta de una palanca para formar el cordón. Esto provoca que la fuerza se aplique a una distancia mucho mayor de la necesaria respecto del eje de giro del motor, derivando en un par innecesariamente alto y por tanto conduce a un sobredimensionado del motor. A demás tampoco permite realizar un cordón a media altura, altura ideal para la programación de la maquina puesto que no se ha de sumar o restar constantes en cada movimiento vertical del ciclo. Realizar el cordón a media altura también resultaría en u ahorro de tiempo por ciclo, ahorro de film y por tanto aumento de la productividad.

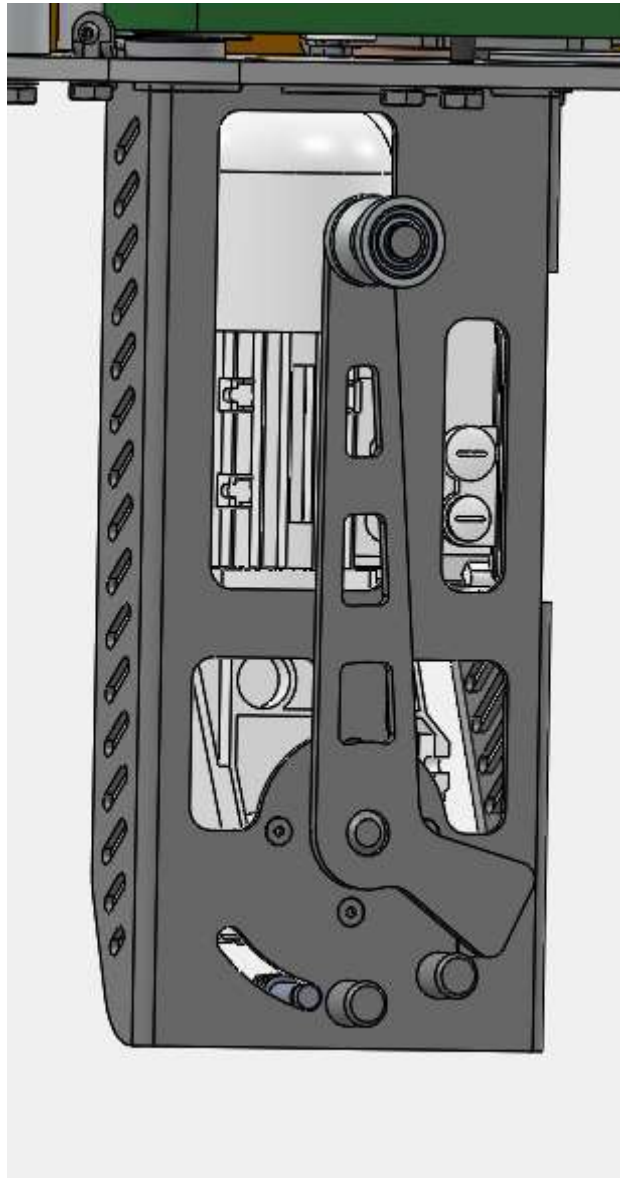


Ilustración 5: Sistema actual de cordón.

4.4.5. Sistemas electrónicos.

Los sistemas electrónicos y eléctricos permiten la alimentación del carro y el control de todos los componentes del carro.

La alimentación es un aspecto complicado, puesto que el carro no es estático y no se puede realizar una alimentación mediante conexión directa, esta se realiza mediante el contacto de unas escobillas con unos rieles en el anillo.

El sistema electrónico controla la célula de carga, el sistema de formación del cordón y el movimiento del carro. Actualmente resulta complicado acceder tanto en montaje como para reparaciones, por ello se va a redistribuir para facilitar el acceso. A continuación se observan todos los obstáculos que hay que sortear para tener acceso a los sistemas eléctricos.



Ilustración 6: Conjunto superior carro.

10.2.6 Sistema de movimiento.

El movimiento de los rodillos tractores viene dado por un motorreductor eléctrico y se transmite mediante correa síncrona y engranajes a los rodillos de tracción.

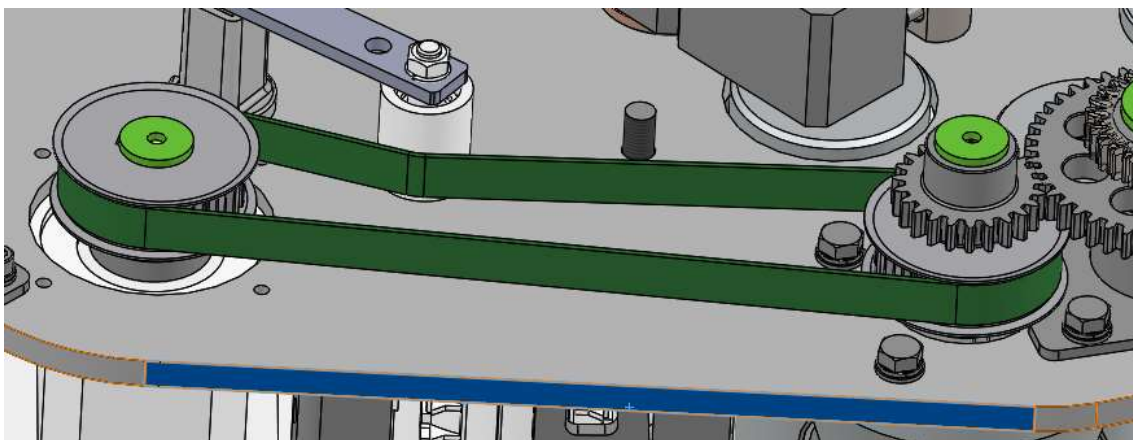


Ilustración 7: Correa dentada transmisión motor-primer rodillo tracción.

En esta imagen se observa la correa de distribución síncrona del Smart motor de tracción al primer rodillo de tracción.

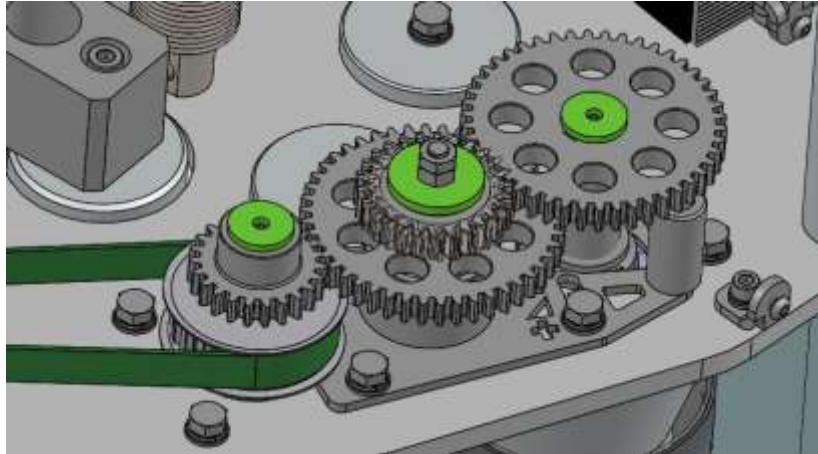


Ilustración 8: Sistema engranajes pre-estiro.

Estos engranajes permiten variar el pre-estiro pero de una manera muy rudimentaria, es necesario quitar los cárteres, aflojar los tornillos de la chapa que soporta el engranaje, cambiar el engranaje superior y modificar la distancia de centros mediante la ranura inferior. Esto provoca que la distancia entre centros no sea exacta, que a su vez provoca un mal contacto entre dientes y su posterior rotura.

4.4.7. Rodillo de tensión residual.

El rodillo de tensado es el penúltimo por el que pasa el film, la función de este rodillo es medir mediante una célula de carga la tensión residual a la que se aplica el film a la carga.

La célula de carga mide en todo momento la tensión a la que se dispensa el film y mediante un PID se reajusta la velocidad de giro del *smart motor*⁵ para que la tensión sea siempre constante.

A continuación se muestra el montaje actual:

⁵ **Smart motor:** Motorreductor con un variador incorporado que permite alimentarlo y realizar todo su control mediante un único cable. Especialmente indicado para montajes con dificultad para la disposición de cableado (como es este caso) o para la colocación de varios motores sin tener que llevar cables desde el control a todos ellos.

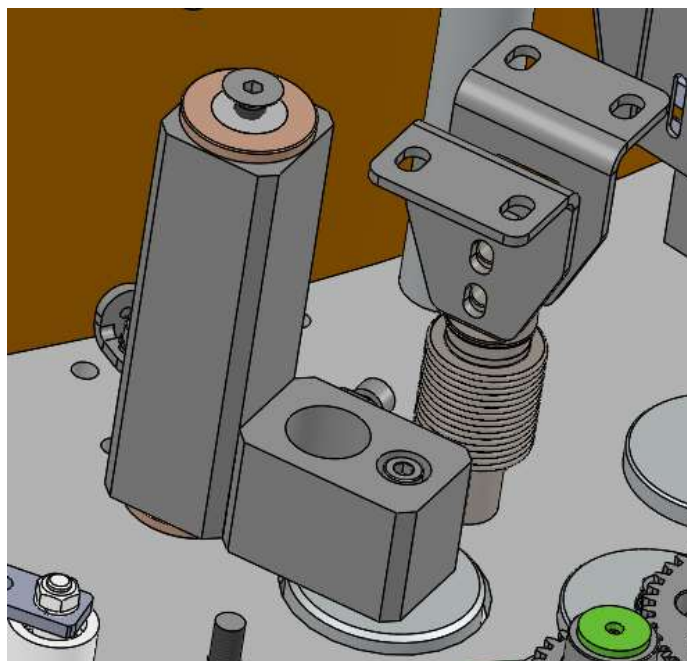


Ilustración 9: Montaje actual celula de carga.

CAPÍTULO 5: Análisis de Soluciones.

En este capítulo se comparan todas las posibles alternativas a los problemas expuestos y se detallan las soluciones adoptadas.

También se hace un estudio de comparación entre los cambiadores estudiados y se realiza el diseño preliminar del cambiador.

5.1. Diseño en detalle del carro nuevo.

En este capítulo se explica cómo se ha adaptado el carro al cambiador y como se han resuelto los problemas existentes en el carro antiguo. También se exponen los cálculos realizados en el proceso de diseño.

Existen algunos componentes que no se detallan o calculan, esto se debe a que se mantienen del carro antiguo y no varían, por ello no se explican por dos motivos:

- Están en funcionamiento y no presentan problemas, por ello no se han de modificar.
- A pesar de que se podría optimizar no se hace por mantener los máximos elementos comunes con el carro antiguo.

5.1.1. Carro pre-estiro nuevo.

Explicar toda la evolución necesaria para el cambiador.

El carro actual funciona de manera correcta pero mejorando una serie de problemas se conseguiría un funcionamiento más preciso. También se busca reducir el coste y facilitar la fabricación y montaje.

A continuación se muestran dichos aspectos a mejorar y se detalla la mejora realizada en el nuevo carro. Este carro se puede observar en el PLANO 1: CARRO DE PRE-ESTIRO.

5.1.2. Nuevos diseños de las partes a modificar.

5.1.2.1 *Necking* o Estrangulamiento.

El *necking* es el % en que se reduce el ancho del plástico durante la fase de pre-estiro. Este fenómeno es debido a que al deformarse longitudinalmente también se reduce transversalmente. Tras hacer mediciones empíricas (Ver ANEJO 6: CÁLCULO NECKING) se observa que la reducción es considerable, llegando a ser de casi el 10%.

Los problemas que derivan del *necking* es que es necesario realizar más vueltas (mayor cantidad de plástico) para envolver la misma superficie. Si se reduce o se elimina el *necking* se reducirá el número de vueltas necesarias para envolver una carga. Esto repercute en un ahorro de plástico y de tiempo y en un incremento de la productividad.

Las únicas variables que intervienen son: pre-estiro, propiedades del material y distancia de film entre rodillos. El material no siempre es el mismo y los clientes son quienes lo eligen, por tanto no podemos actuar sobre este. El pre-estiro proporciona la tensión residual o de envoltura necesaria para estabilizar la carga, por tanto tampoco se puede modificar. Así pues la única variable que se puede modificar es la distancia de film entre rodillos. En el nuevo diseño se va a reducir la distancia entre rodillos lo máximo posible. Para ello se va a reconfigurar la posición de los rodillos de tracción.

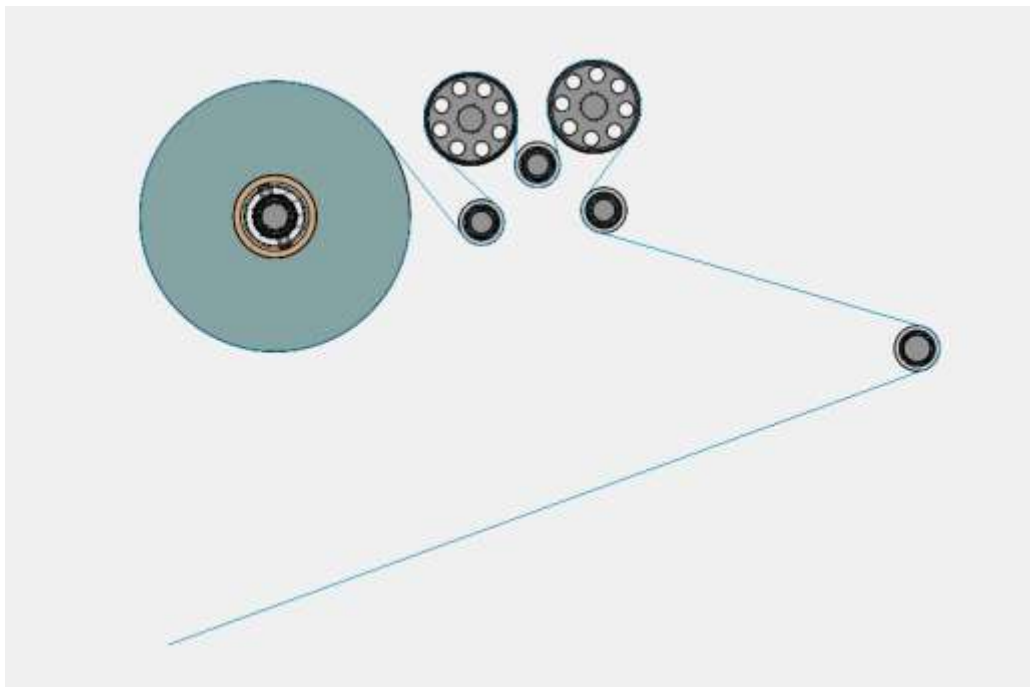


Ilustración 10: Recorrido film carro actual.

Tras realizar la medición se obtiene que la distancia de plástico entre rodillos tractores es de 232.54mm.

En el nuevo diseño se va a reducir al máximo, para ello es necesario repositionar los rodillos para que no sea necesario el rodillo loco intermedio. La finalidad de este rodillo es aumentar la superficie en contacto del film con los rodillos para que no deslice y el pre-estirado indicado sea real. Esta superficie es de:

Superficie en contacto actual			
	Diámetro ⁶ (mm)	Long. arco (mm)	Sup. Contacto (mm ²)
Rodillo 1	83	146,31	73155,48
Rodillo 2	83	149,93	74966,25

Tabla 2: Superficie en contacto rodillo tractores-film del carro actual.

Este carro no tiene problemas de deslizamiento del film con la superficie de los rodillos de tracción, por tanto se va a dar por válida cualquier superficie superior a la mínima actual, es decir a 73155.48mm².

El nuevo diseño reduce la distancia de plástico entre ejes de cilindros a 74.64mm, logrando una reducción del 67.9% del *necking*. Pero esta mejora ha sido posible eliminando el rodillo intermedio que proporcionaba la suficiente superficie de contacto entre el film y los rodillos.

Para mantener la suficiente superficie de contacto se aumenta el diámetro de rodillos y, puesto que se ha de modificar el diámetro se aprovecha para no aumentarlo igual en ambos rodillos. Esto ayuda a resolver un problema que se explica posteriormente que es que al ampliar el pre-estiro hasta los 450% hace falta una relación de transmisión muy elevada para los engranajes y el espacio disponible. Los diámetros y superficies en contacto finales quedan del siguiente modo:

Superficie en contacto carro nuevo			
	Diámetro (mm)	Long. arco (mm)	Sup. Contacto (mm ²)
Rodillo 1	83	147,76	73879,79
Rodillo 2	123	203,94	101970,86

Tabla 3: Superficie en contacto rodillo tractores-film del nuevo carro.

⁶ **Diámetro:** Los diámetros de las tablas son la suma del diámetro exterior del rodillo de aluminio más la cinta que proporciona la fricción necesaria con el film (espesor cinta = 1.5mm).

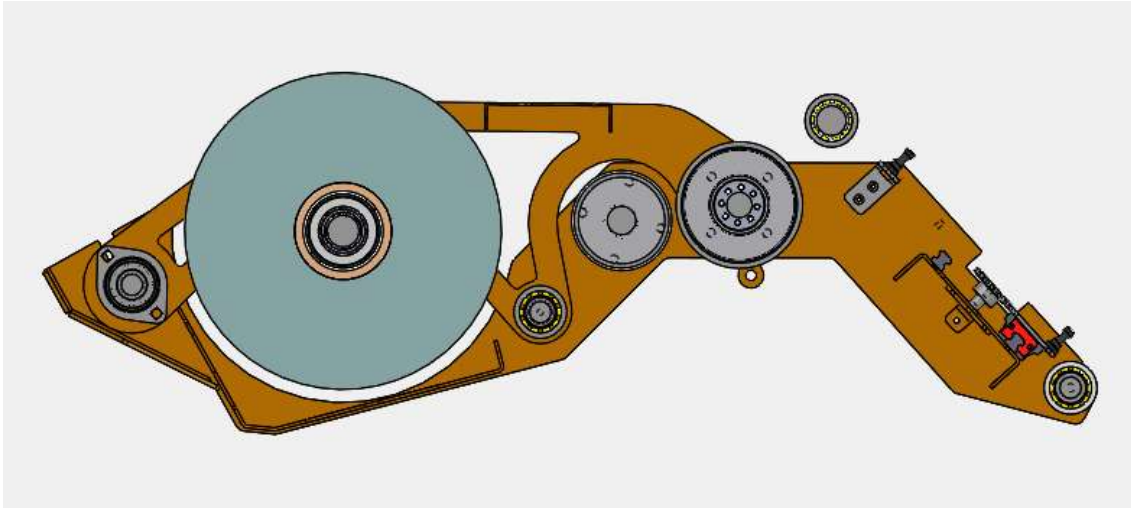


Ilustración 11: Posición rodillos nuevo carro para observar el recorrido del film

5.1.2.2 Cambiar cara de contacto del film con el palé.

El film no tiene las mismas propiedades en sus dos caras. La cara interior (según viene enrollada por el fabricante) está tratada con productos especiales para facilitar la adhesión a la carga y a otras vueltas anteriores de film.

En el carro actual la cara que entra en contacto con la carga es la exterior, esto provoca que el film no se adhiera a la carga y no quede todo lo fijo que debería. También presenta otro problema a la hora del transporte, cuando los palés van cargados dentro de los tráileres o contenedores tienen un movimiento relativo unos respecto a otros. Este contacto provoca que se queden adheridos entre ellos provocando problemas para la descarga y desperfectos en el embalaje afectando a la protección de la carga.

Como se puede ver en la Ilustración 10, en el nuevo carro se ha modificado el número y la posición de los rodillos para que la cara en contacto con la carga sea la interior de la bobina.

5.1.2.3 Introducción de un sistema de pre-estirado variable.

Uno de los principales problemas del carro actual es la nula adaptabilidad al cliente. Cada tipo de cliente utiliza un plástico distinto con unas propiedades distintas. Según la calidad del plástico se le puede aplicar un pre-estirado de 240 a 350%. Si el carro no puede adaptarse y tiene un pre-estirado constante para todos tipos de film de 280% significa que una parte de los clientes fuerzan su film llegando a provocar roturas y otra parte importante no aprovecha al 100% la capacidad de su film perdiendo dinero y dejando las cargas sin la estabilidad necesaria.

Esto también provoca graves problemas a la hora de poner a punto la envolvente ya que no permite variar el pre-estirado y hay que variar otras variables más complejas que no dependen del film.

En un primer momento se trató de incorporar el pre estirado variable mediante poleas vareadoras pero resulto demasiado costoso y voluminoso y se descartó.

Para resolver esto hasta ahora se ha de diseñar el sistema de pre-estirado de cada envolvente para cada cliente, aumentando el tiempo de fabricación y el coste de las maquinas. Esto resulta altamente ineficiente.

El nuevo diseño permite variar el pre-estirado de una forma sencilla y rápida, simplemente hay que girar dos tuercas para desplazar el piñón engrando y así cambiar la relación de reducción.

La correa, las poleas y los engranajes no se han modificado debido a que funcionan de manera correcta y no es necesario duplicar material de repuestos. De momento se ha diseñado con tuercas para observar el funcionamiento, en un futuro y una vez comprobado el funcionamiento se va a modificar para facilitar el cambio. A continuación se muestran imágenes del sistema:

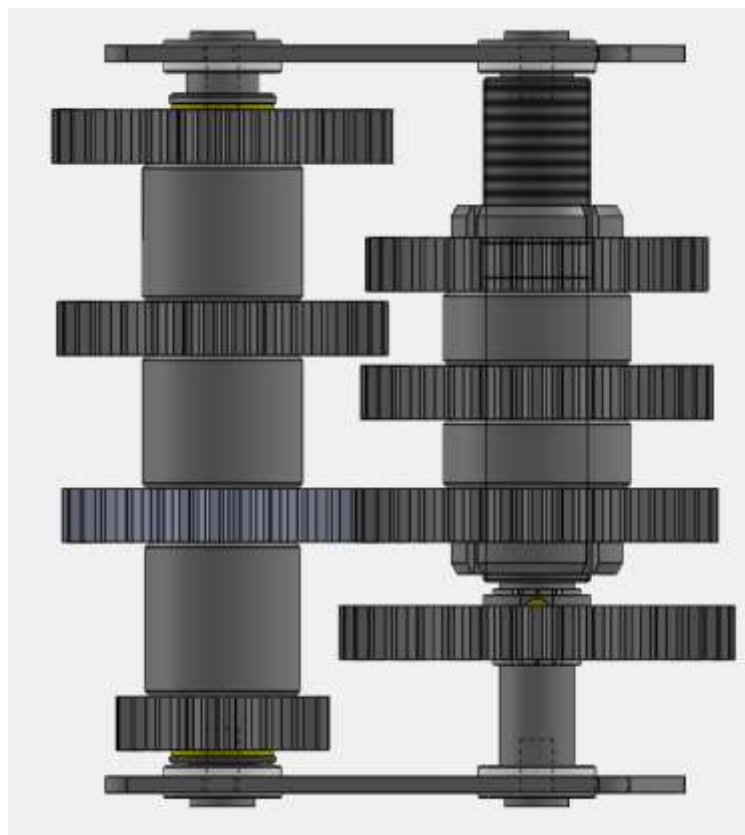


Ilustración 12: Sistema pre-estirado variable.

Los rodamientos y los engranajes son los que se utilizan en el carro actual, como este funciona correctamente no hay necesidad de modificarlos.

5.1.2.4 Mejora del sistema de la célula de carga para mantener la aplicación de film a una tensión constante.

La función de este sistema es medir en todo momento la tensión residual a la que se aplica el film a la carga mediante la célula de carga⁷. Consta de una célula de carga unida a un rodillo que mide la tensión, un PID que realiza el control y regula la velocidad del motor de alimentación, que mueve los rodillos de tracción. De este modo independientemente de la velocidad a la que gira el carro respecto de la carga la alimentación del plástico gira a la velocidad óptima para aplicar la tensión adecuada.

El sistema actual no funciona correctamente, esto se debe a que se producen picos de tensión en las esquinas del palé y el motor no reacciona adecuadamente debido a los errores de medición.

En este montaje existen varios problemas. El primero de ellos es que los soportes de la célula de carga no son suficientemente rígidos, por ello la medida se falsea a medida que aumenta la tensión residual.

El segundo es que mide la fuerza necesaria para crear un momento torsor sobre un eje en vez de realizar una lectura directa. Además el anclaje de la célula de carga no se mueve con este sistema, puesto que según se aplica la fuerza el ángulo entre la dirección de la fuerza y el plano de medida de la célula de carga varía.

Finalmente la complejidad del montaje provoca que haya demasiadas partes intervenidas en el sistema y que al acumular el error de cada una de ellas la medida varíe de la realizada.

Todos estos problemas sumados provocan que la medición de la tensión residual no se pueda definir numéricamente con precisión provocando que la tensión residual sea incontrolable. Esto no afecta a tensiones reducidas, pero a medida que se aumenta la tensión residual aumenta la probabilidad de tener problemas, romper el film, deformaciones en la carga, y otros problemas derivados de no controlar correctamente la tensión aplicada.

⁷ **Célula de carga:** La célula utilizada mide unidireccionalmente (diseñada para pesaje) con un rango de 0 a 25kg y una precisión de 10g pero por problemas de inestabilidad en la medida solamente se emplea una precisión de 100g.

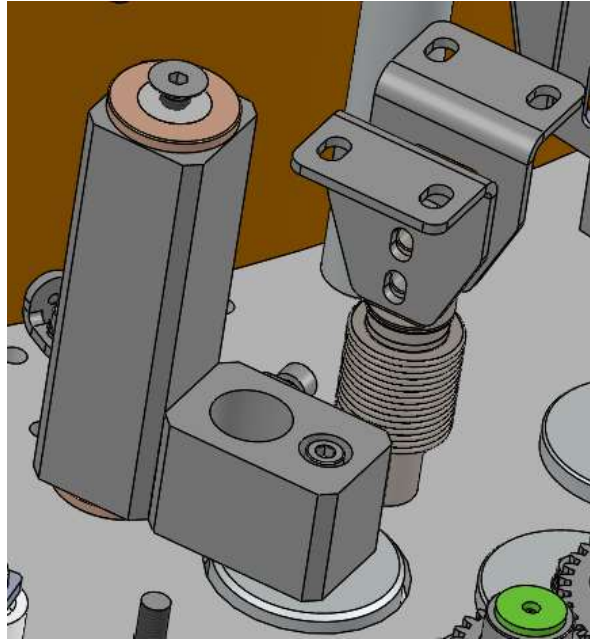


Ilustración 13: Montaje célula carga actual.

Para solventar estos problemas se va a rediseñar el sistema de anclaje de la célula de carga para que resulte más robusto y evitar deformaciones que afecten a la medición ver ANEJO 7: CÁLCULO RIGIDEZ CÉLULA DE CARGA.

En un primer momento se pensó en colocar la célula de carga en el último rodillo, esto eliminaba un rodillo loco y reducía peso, y costes.

Este montaje debía tener en cuenta que la célula de carga solo mide en una dirección y que esta variaba según la posición y tamaño del palé. Es decir, el palé está fijo en el centro de la envolvente y el carro gira siempre a la misma distancia respecto del eje vertical de este. El problema es que la planta de los palés no es redonda, sino cuadrada o rectangular, por ello la distancia de film entre la carga y el último rodillo es variable. En el centro de una cara del pale puede ser 800mm y en las aristas de este de 300mm.

Esta variación de distancias provoca que el ángulo entre el plano formado por el film entre los dos últimos rodillos del carro y el plano del film entre el último rodillo y la carga sea variable. Como la fuerza resultante siempre estará en el plano bisectriz del ángulo que forman estos dos planos y la célula de carga siempre mide en un plano, es necesario alinear el plano de medición de la célula de carga con el bisectriz. Para conseguir esto hay que montar la célula de carga sobre un montaje que permita su giro para que siempre se alineen los planos.

A continuación se muestra dicho montaje:

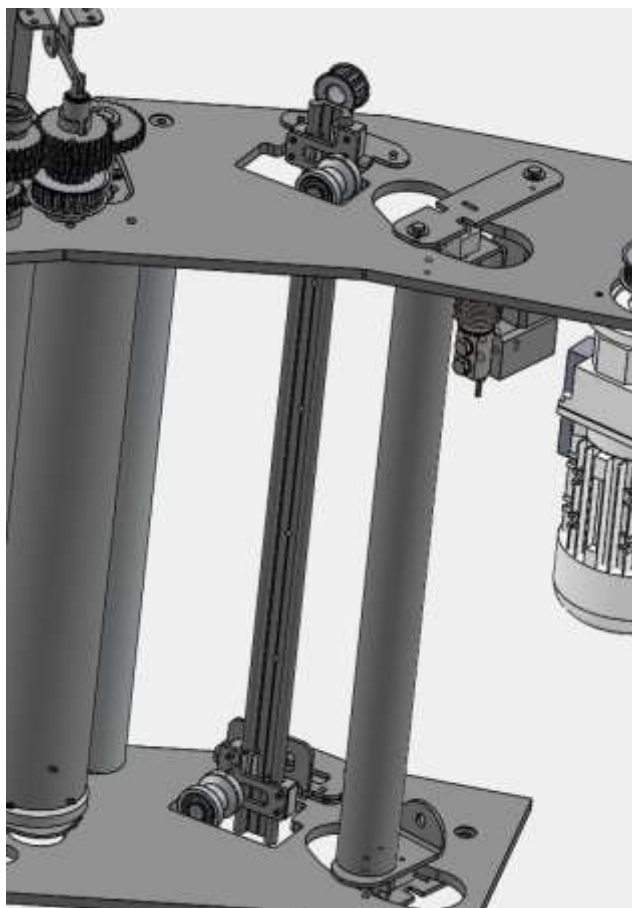


Ilustración 14: Montaje completo sistema célula carga auto centrada.

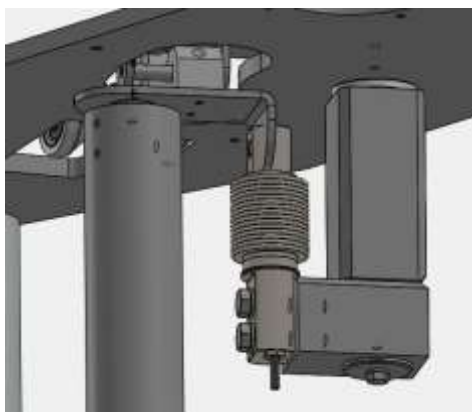


Ilustración 15: Montaje detalle célula carga auto centrada.

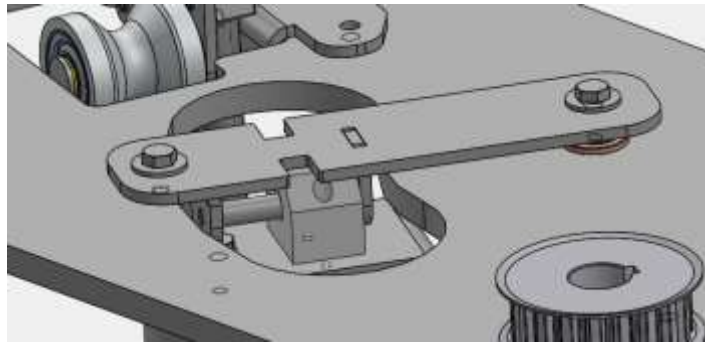


Ilustración 16. Montaje detalle guiado célula carga auto centrada.

Este montaje se descarta puesto que realizarlo resulta más costoso que el ahorro que pretendía obtener. También se elimina debido que una vez diseñado en CAD se ha observado que al alinear los planos sí se ha conseguido que la resultante esté en la bisectriz de las fuerzas, pero como el ángulo es variable y no se puede medir no se puede realizar la descomposición en tiempo real. Por ello se descarta este montaje y se diseña otro.

En el nuevo montaje se ha colocado la célula de carga orientada al plano bisectriz del ángulo que forma el film, de este modo simplemente con realizar un sencillo cálculo de descomposición de fuerzas se obtendrá la tensión residual en tiempo real. Esto simplifica el control y reduce el tiempo que tarda en responder el motor frente a una variación en la tensión residual. Además de no crear ni momentos ni fuerzas derivadas que afecten a la lectura real. Los rodamientos empleados son los 6005 y soportan la carga de manera holgada debido que su carga radial máxima es de 11.9Kn.

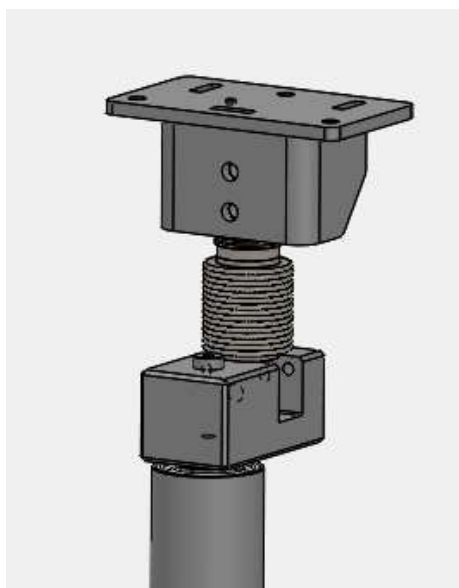


Ilustración 17: Nuevo sistema de la célula de carga.

El sistema completo puede verse en PLANO 1: MONTAJE CÉLULA DE CARGA.

5.1.2.5 Obtener un sistema de obtención de cordón más compacto y económico.

El mecanismo de formación de cordón actual es de palanca. Esto provoca que ocupe un espacio realmente grande dentro del volumen total del carro además de representar un porcentaje alto del peso total. Tampoco es muy eficiente puesto que al ser una palanca el motor necesita un par mayor debido a que aplica la fuerza a una distancia dada por el brazo de la palanca (Ver ANEJO 8: CÁLCULOS FUERZAS CORDÓN).

Además solo permite realizar el cordón en la parte inferior del carro. Esto provoca que la envolvente esté obligada a subir el carro por encima de la carga para realizar un cordón en la parte superior de la carga.

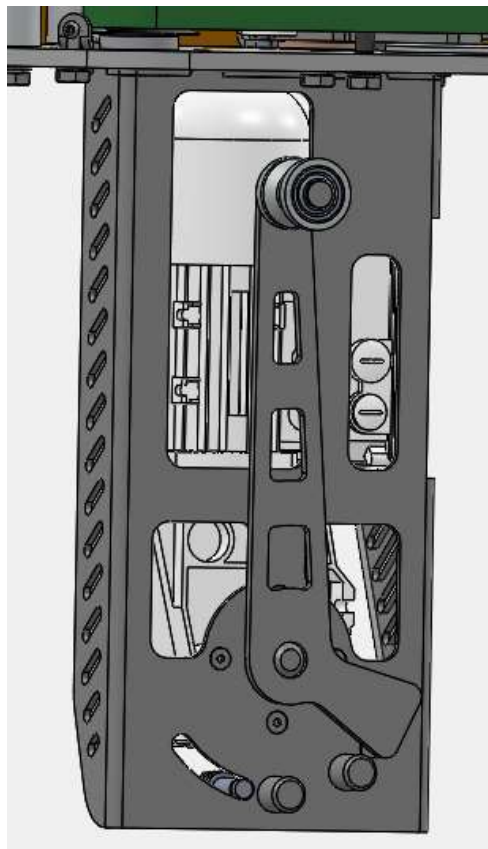


Ilustración 18: Sistema actual de cordón con palanca.

El nuevo sistema de cordón incorpora todas las mejoras anteriormente mencionadas, quedando de la siguiente manera:



Ilustración 19: Nuevo sistema de cordón.

Este sistema consta de dos rodillos que se mueven sobre unos patines en dirección vertical gracias a un motor y un mecanismo de piñones y cadenas que permite según el número de revoluciones del motor realizar u cordón en medio, o debajo. Arriba no se puede realizar el cordón debido a que serían necesarios dos motores y encarecería el carro más que aumentar los pilares de la envolvente para subir el carro lo suficiente para realizar el cordón arriba en la posición de rodillos de cordón en media altura.

Como se puede extraer del ANEJO 8: CÁLCULO FUERZAS CORDÓN, la fuerza necesaria es de 605.93N, Aprox. 606N.

Se calculan las tensiones del eje para ver si soporta las tensiones resultantes de esta fuerza, puesto que al no girar no es necesario el estudio a fatiga:

$$S_{eje} = \pi * 8^2 = 201.1 \text{ mm}^2$$

$$Tensiones_{eje} = \frac{F}{S} = \frac{606}{201.1} = 3 \text{ MPa}$$

Se puede afirmar que el eje aguanta las fuerzas.

A continuación realiza el mismo cálculo para el eje que está en contacto con el film de poliamida PA6:

$$S_{eje} = \pi * 10^2 = 314.16 \text{ mm}^2$$

$$Tensiones_{eje} = \frac{F}{S} = \frac{606}{314.16} = 1.92 \text{ MPa}$$

Se puede afirmar que soporta las fuerzas del cordón. Ver PLANO 7: SISTEMA CORDÓN.

El último componente por calcular es la cadena. La tensión de rotura de esta es de 1000Kp, que equivalen a 9800N, muy superior a les 606N a los que se va a someter.

5.1.2.6. Diseño sistema cambio rápido.

El principal problema para el cambiador automático consiste en pasar el film a través de los rodillos. Este proceso actualmente se realiza de manera manual, pero es altamente ineficiente por el tiempo de parada que requiere.

Para ello se ha decidido montar uno de los rodillos locos y uno de los rodillos tractores sobre una puerta que permita una apertura rápida. Después simplemente será necesario colocar el film sobre la tijera y en cerrar la puerta el film se queda colocado en la posición correcta. Este sistema reduce significativamente el tiempo de parada.

El cierre de la puerta en manual se realizara mediante unos pasadores mecánicos, en el sistema automático se realizará mediante un cilindro eléctrico (debido a que no existe la posibilidad de utilizar neumática).

Este sistema emplea dos soportes de rodamientos UCFL con una carga máxima a fatiga de 0.335kN que equivale a 34Kg. En el montaje hay dos soportes de rodamientos, uno arriba que tendrá la carga en la dirección de la puerta hacia el carro y el de abajo que tendrá la carga en la misma dirección pero sentido opuesto. Puesto que la puerta pesa 27Kg y este peso se distribuye entre los dos soportes se puede afirmar que soportan las cargas.

A continuación se muestran imágenes del sistema:

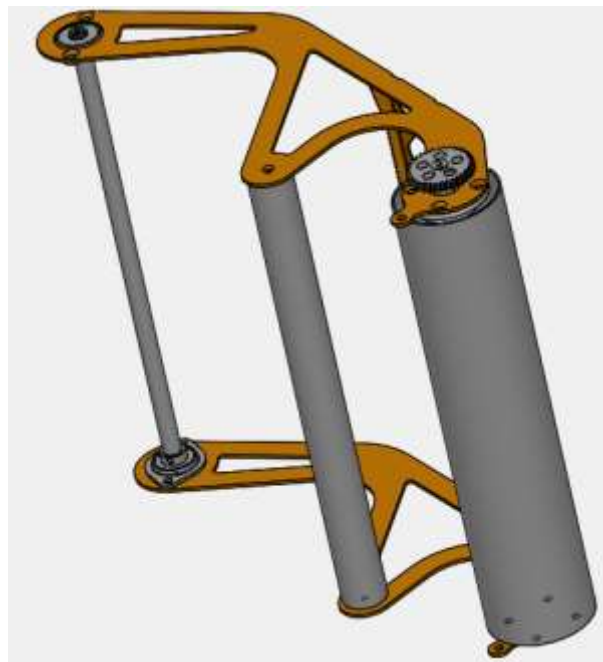


Ilustración 20: Puerta.

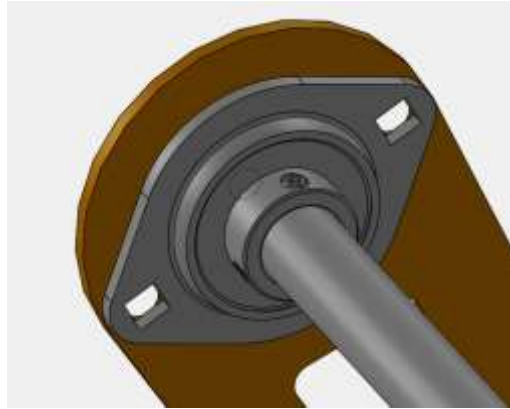


Ilustración 21: Unión soporte rodamiento con el chasis de la puerta.

Ver: PLANO 5: RODILLO TRACTOR FIJO; PLANO 5: RODILLO TRACTOR PUERTA

5.1.2.7. Diseño sistema retirada mandril vacío.

Otro de los problemas para realizar el cambio de bobina es la retirada del mandril vacío. Para ello se va a modificar el sistema actual reduciendo el diámetro para que se pueda introducir un tubo desde abajo y que el tubo recoja el mandril vacío. Para ello también es necesario variar los ángulos de las levas inferiores de posicionado. El nuevo sistema queda de la siguiente manera:

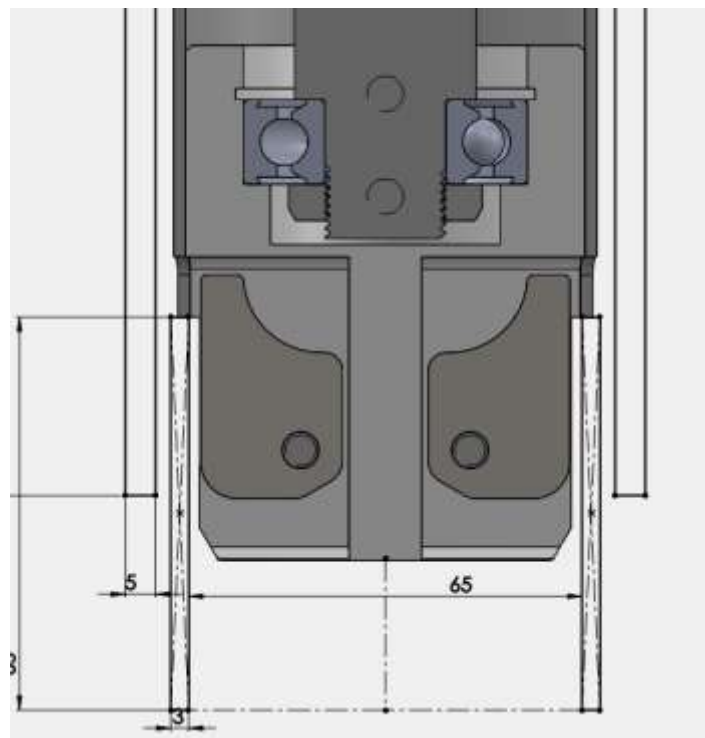


Ilustración 22: Sistema con las levas en posición superior.

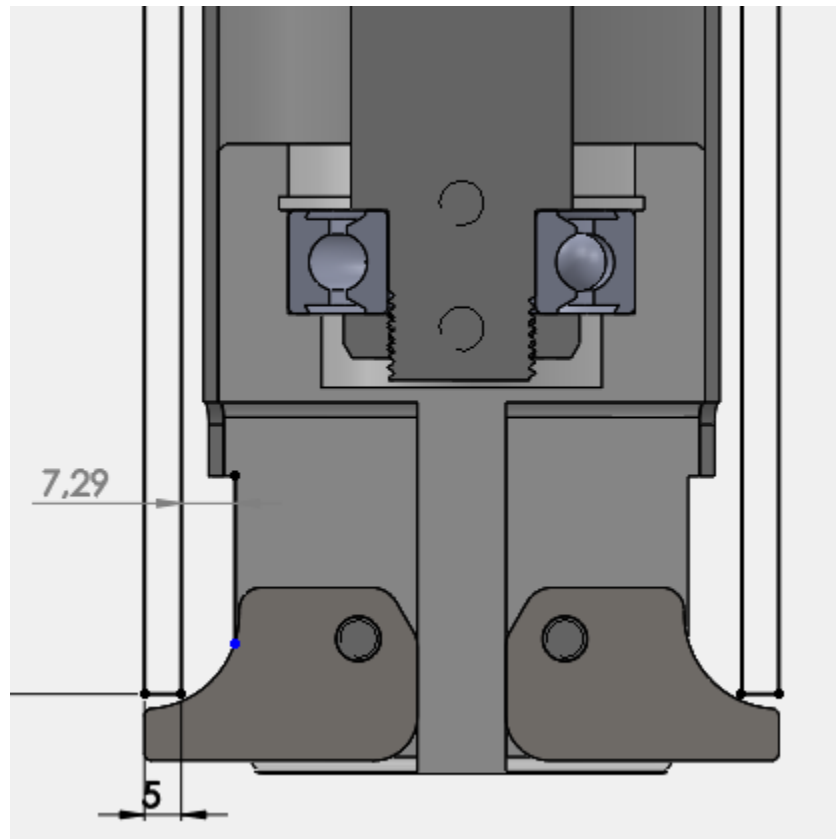


Ilustración 23: Sistema con las levas en posición inferior.

Ver PLANO 2: EJE PORTA BOBINAS.

5.1.2.8. Diseños generales.

Otro aspecto importante ha sido la optimización general de los rodillos, puesto que ahora no hay ninguno (a excepción del de la célula de carga) en voladizo se han podido optimizar reduciendo diámetros y pesos de los ejes. Ver PLANO 4: RODILLO LOCO.

5.2. Diseño conceptual del cambiador.

Como ya se ha expuesto en puntos anteriores el diseño en detalle del cambiador no pertenece a este proyecto. En este punto pues se va a desarrollar el cambiador de una manera conceptual y general de manera que se puedan obtener las nociones básicas para desarrollar el carro nuevo.

Para ello el primer paso es realizar un estudio de mercado para ver el estado del arte. Ver ANEJO 5: ESTUDIO MERCADO CAMBIADOR.

De este estudio se extraen varias ideas:

- No se puede realizar el enhebrado del film por debajo debido a patente.
- Es necesario el uso de un “pulmón⁸” de bobinas.
- El cambiador más rápido cambia la bobina y un soporte, de esta manera facilita el cambio y reduce tiempo.

A partir de todos estos factores se ha desarrollado la idea final.

El cambiador constara de una máquina principal y dos auxiliares. La máquina principal será una bancada fija con unas guías que permitan el movimiento longitudinal de una base. Sobre esta base se va a montar un poste giratorio que será el encargado de sujetar las bobinas. Es necesario el giro para cogerlas del transportador y girarlas para llevarlas al carro.

La primera máquina auxiliar será un perfil con dos cilindros neumáticos que retirarán el canuto vacío del carro y lo depositarán en el contenedor de canutos vacíos.

La segunda maquina auxiliar será un transportador que permita al cambiador acceder a un número determinado de bobinas para que el operario no tenga que estar pendiente del cambiador. Ver ANEJO 9: CÁLCULO BOBINAS NECESARIAS TRASPORTADOR.

⁸ **Pulmón:** Máquina auxiliar al cambiador que permita la colocación de un número determinado de bobinas que permitan al operario mayor libertad al no tener que estar pendiente de cargar el cambiador.

CAPÍTULO 6: Planificación y presupuesto.

En primer lugar se establece que el documento de mayor prioridad para la realización del proyecto es el documento 1, memoria.

6.1. Planificación.

A continuación se detallan los pasos a realizar para la correcta finalización del proyecto:

1. Elección de los motores y sistemas eléctricos y electrónicos por aparte del personal del departamento eléctrico y finalización del diseño CAD del carro.
2. Fabricación y montaje realizando mediciones de los procesos para establecer unos estándares de tiempos y poder cuantificar mejor los costes.
3. Evaluación del rendimiento del carro.
4. Diseño y fabricación del cambiador.

6.2. Presupuesto.

A continuación se muestran los precios aproximados de los componentes del carro:

Presupuesto:	
Piezas mecanizadas	400€
Piezas láser y plegados	300€
Componentes eléctricos	700€
Motores	1400€
Componentes comerciales mecánicos (rodamientos, guiados, piñones,...)	250€
Tornillería	80€

Tabla 4: Presupuesto

Cabe destacar que estos precios son aproximados por varios motivos:

- No se ha terminado de diseñar el carro ni se conocen todos los componentes que lo componen.
- Las piezas son nuevas y no solo se puede realizar una aproximación debido a la inexistencia de facturas.

DOCUMENTO 2: ANEJOS

CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
ANEJO 1: PROPIEDADES PLASTICO STRETCH.....	2
1.1. Pre-estirado.....	2
1.2. Tensión residual.....	2
1.3. Grafica tensión deformación.....	3
1.4. Fases del plástico.....	3
1.5. Ejemplo selección de film.....	3
ANEJO 2: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENFARDADO.....	5
2.1. Factores.....	5
2.1.1. Velocidad:.....	5
2.1.2. Espesor:.....	5
2.1.3. Propiedades del material:.....	5
2.1.4. Movimiento vertical del carro:.....	6
2.1.5. Cordón:.....	6
2.1.6. Carga:.....	7
2.1.7. Posición de la carga respecto del palé.....	7
ANEJO 3: CÁLCULO ENGRANAJES.....	8
ANEJO 4: PAUTAS DE DISEÑO.....	11
4.1. Materiales.....	11
4.1. Acabados.....	11
4.3. Procesos de fabricación.....	12
4.4. Tabla plegados.....	12
4.5. Tolerancias.....	13
ANEJO 5: ESTUDIO MERCADO CAMBIADOR.....	14
ANEJO 6: CÁLCULO NECKING.....	22
ANEJO 7: CÁLCULO RIGIDEZ MONTAJE CÉLULA DE CARGA.....	25
ANEJO 8: CÁLCULOS FUERZAS CORDÓN.....	32
ANEJO 9: CÁLCULO BOBINAS NECESARIA TRANSPORTADOR.....	36
ANEJO 10: CATÁLOGOS COMERCIALES.....	38

ANEJO 1: PROPIEDADES PLASTICO STRETCH.

En este anejo se van a analizar las características principales del film.

El film empleado en las envolvedoras de anillo es de polipropileno y presenta diferentes propiedades mecánicas en función de su fabricación, soplado o laminado.

El film fabricado mediante soplado presenta mejores propiedades mecánicas respecto al fabricado mediante laminado. Esto se debe a que mediante el soplado el film adquiere sus propiedades mecánicas tanto en dirección longitudinal como transversal, mientras que mediante laminado solo las presenta en sentido longitudinal.

Independientemente del proceso de fabricación el plástico se puede adquirir de dos modos, sin pre-estirar o pre-estirado.

1.1. Pre-estirado.

El pre-estirado es el proceso mediante el cual se estira el film longitudinalmente produciendo una deformación plástica. Se cuantifica en % y suele estar entre un 150% y un 350%.

La forma más común de comercializar el film es sin pre-estirar y depende del plástico y del fabricante, también se le puede aplicar propiedades personalizadas como protección UV.

A continuación se comparan ambos:

	Sin pre-estiro	Con pre-estiro
Uso más común.	Manual o máquinas semiautomáticas sin pre-estiro.	Máquinas semiautomáticas con pre-estiro o automáticas.
Espesor más común.	Entre 7-8 micras debido a que las velocidades son muy reducidas.	Entre 15- 35 micras antes del pre-estiro, según carga.

Tabla 1: Comparación film con y sin pre-estiro

1.2. Tensión residual.

La tensión residual o de envoltura es la tensión a la que se deposita el film sobre la carga para su estabilidad, el pre-estiro depende de esta y no está del pre-estiro como pueda parecer.

1.3. Gráfica tensión deformación.

A continuación se muestra una gráfica tensión deformación de un plástico comercial:

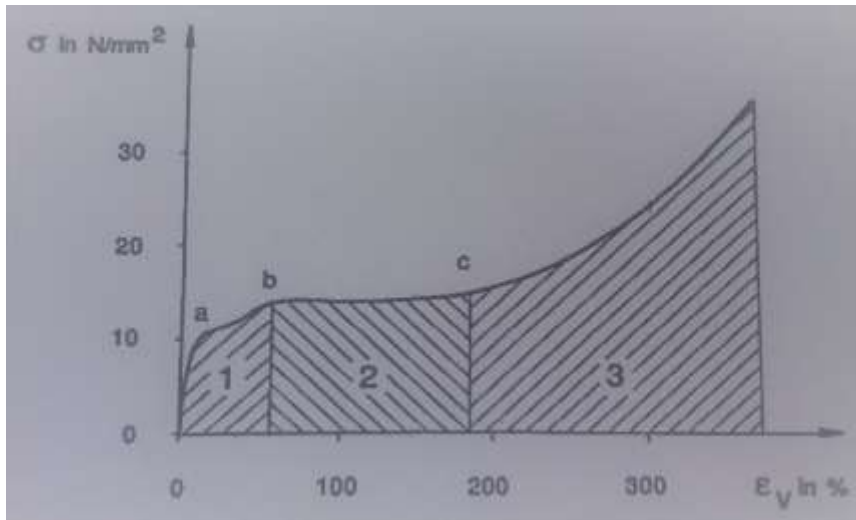


Ilustración 1: Gráfica tensión deformación de un plástico comercial.

Se puede observar que para obtener unos pre-estirados elevados se ha de llegar de manera holgada a la zona plástica. A partir de la gráfica de cada plástico se puede realizar una aproximación del pre-estiro que se desea para envolver con la tensión deseada.

1.4. Fases del plástico.

Dentro del carro el film realiza un recorrido donde se va deformando y posicionando para envolver la carga. El film está enrollado sin pre-estiro en una bobina, de ahí pasa a los rodillos de tracción que giran a diferentes velocidades para realizar el pre-estiro entre ambos. Después pasa por un rodillo con una célula de carga que es la que mide la tensión en que se va a depositar el film sobre la carga y finalmente por un sistema que puede comprimirlo transversalmente para crear un cordón a diferentes alturas.

1.5. Ejemplo selección de film.

Una vez estudiados los factores que intervienen en la envoltura se va a analizar un ejemplo con dos bobinas diferentes de un mismo material comercial para ver cómo se elige el film y como se obtiene el pre-estiro a montar en el carro.

Datos para una carga ideal (pesada y sin aristas):

Bobina 1: espesor de 15 micras.

Bobina 2: espesor de 35 micras.

Tensión residual deseada es la mayor posible.

El primer paso es obtener el pre-estiro necesario para obtener el espesor deseado a partir de cada film, para ello se asume (según fabricante) que la relación de reducción de espesor con el pre-estiro es lineal:

$$pre - estiro = \frac{espesor\ inicial}{espesor\ final} * 100 (\%)$$

$$Film\ 1: pre - estiro = \frac{15}{10} * 100 = 150\%$$

$$Film\ 2: pre - estiro = \frac{35}{10} * 100 = 350\%$$

A continuación en la gráfica se obtiene la intersección entre el pre-estiro que necesitamos con cada film y la gráfica para obtener un espesor final de 10 micras.

Si se traslada este punto a la tensión, eje y de la gráfica, se obtiene la tensión que se puede aplicar en cada pre-estiro y con el mismo plástico.

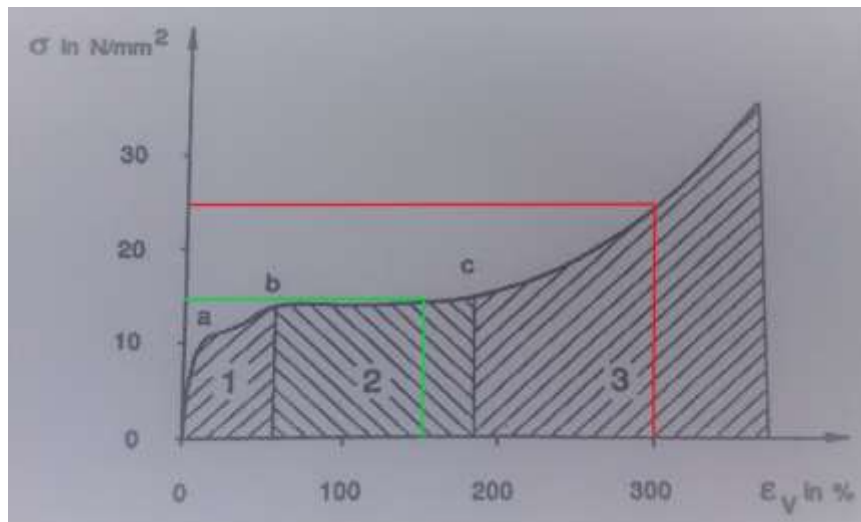


Ilustración 2: Diferencia tensiones según pre-estirados.

De esta manera se observa que la tensión aplicada con un mismo plástico per variando el pre-estiro es mucho mayor.

En resumen, según la opción de pre-estirado que se realice se puede depositar el espesor y la tensión residual adecuada para la carga.

ANEJO 2: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENFARDADO.

2.1. Factores.

Una correcta colocación del film es imprescindible para la adecuada estabilidad de la carga. Por ello es necesario analizar cada factor que interviene:

- Velocidad.
- Pre-estirado y espesor.
- Calidad del material.
- Movimiento vertical del carro.
- Cordón.
- Carga.
- Posición de la carga respecto del palé.

Todos estos factores son igual de importantes y solamente con la combinación adecuada de estos se consigue una sujeción uniforme y resistente al transporte. A continuación se explicara factor por factor su relevancia, y la forma de controlarlo.

2.1.1. Velocidad:

La velocidad depende a su vez de otros tres factores, la carga, el espesor y la calidad del plástico. Por lo tanto, la velocidad podrá ser mayor si la carga no tiene aristas vivas.

A mayor espesor de plástico mayor resistencia de este y por consiguiente más difícil de rasgar, también influye la calidad del plástico.

2.1.2. Espesor:

El espesor depende del pre-estirado que se le aplica al film dependerá de las necesidades del cliente. Si se desea estabilidad será necesario un mayor espesor, si por el contrario la carga es estable¹ y solo se necesita protección contra el agua o UV, el espesor se puede reducir al mínimo.

2.1.3. Propiedades del material:

A mayor calidad del plástico mayores velocidades, pre-estiramientos y mejor estabilidad. Para ver los factores que influyen en la calidad del plástico ver ANEJO 1: PROPIEDADES DEL PLÁSTICO STRETCH.

¹ Por ejemplo si la carga viene de un proceso anterior de flejado, es una caja, un *BIG-BAG*, etc.

2.1.4. Movimiento vertical del carro:

El movimiento vertical del carro es importante para la estabilidad y para la protección al agua.

Para dotar de impermeabilidad es necesario envolver de abajo hacia arriba, de modo que las capas superiores se solapen con las inferiores a modo de tejas. Una vez realizado este movimiento se coloca el *cover*² y se fija realizando varias vueltas.

Para asegurar la estabilidad es necesario aplicar un número mayor de capas en la parte inferior de la carga³ para fijar esta al palé y a una mayor tensión que las capas superiores. El resto de la carga se envuelve de abajo hacia arriba realizando una transición rápida, sin sobreponer en exceso las capas y reduciendo la tensión. Finalmente en la última capa, se realizan varias vueltas debido a que también favorece la estabilidad y por necesidad de soldadura.

La siguiente imagen muestra la evolución de la tensión⁴ a la que se aplica el film por capas:

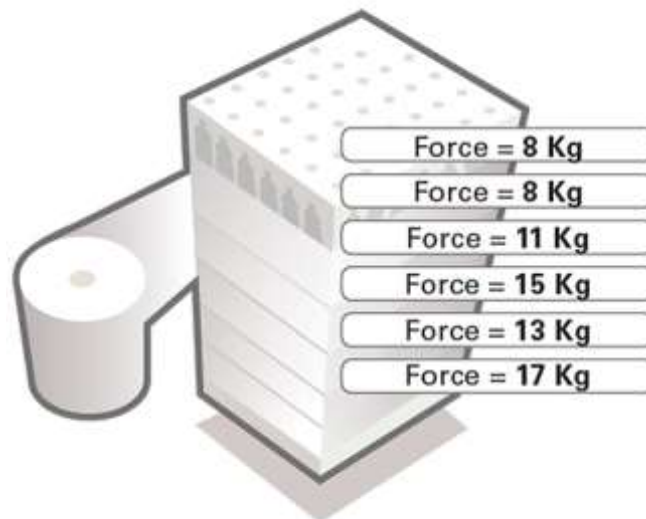


Ilustración 3: Evolución de las cargas según altura.

2.1.5. Cordón:

El cordón es el resultado de someter el film a fuerzas perpendiculares al sentido longitudinal de este. Mediante este proceso el film deja de ser una lámina para

² **Cover:** Lámina de plástico que se coloca en la parte superior del palé para proteger la 5ª cara de este.

³ **Fijación de la carga al palé:** Resulta imprescindible fijar la carga al palé para que esta no se mueva como un bloque sobre la superficie del palé.

⁴ **Tensión:** valor que mide la célula de carga a la salida del carro, es la fuerza a la que el carro deposita el film. Los valores de la imagen son representativos para ver la relación según capa, la tensión final dependerá de los factores antes explicados.

adoptar una forma parecida a una cuerda. Mediante esta deformación el plástico aumenta de manera considerable su tensión de rotura debido a que no es vulnerable a rasgaduras. La tensión límite para envolver con cordón la marca la carga, siendo aproximadamente de entre 20 – 25Kg.

La aplicación del cordón sustituye al flejado convencional puesto que tiene una gran ventaja respecto a este. El fleje es rígido en el momento del flejado, pero a partir de los 3 o 4 días posteriores al flejado este empieza a ceder a la tensión que está sometido produciendo una elongación que repercute en un descenso en la estabilidad de la carga. En cambio el film si se pre-estira adecuadamente mantiene una cierta elasticidad, esto provoca que mantenga la tensión residual más tiempo.

2.1.6. Carga:

La geometría de la carga es uno de los factores más condicionantes en el proceso de envoltura. Si la carga presenta una superficie lisa, sin aristas vivas y el peso de esta es suficiente para que la tensión a la que se aplica el film no la derribe, se puede aplicar el film a velocidades elevadas. Por ejemplo, la carga ideal sería un palé de barriles redondos llenos y una carga de elevada dificultad sería un palé alto de cajas de cartón vacías con aristas vivas.

2.1.7. Posición de la carga respecto del palé.

La posición de la carga respecto del palé tiene que ser la adecuada, esto significa que el palé debe sobresalir de la carga, puesto que entonces solo se fijaría la carga como un bloque pero deslizaría sobre el palé. Del mismo modo la carga no puede estar muy alejada de las caras laterales del palé debido a que el film de las capas inferiores se quedaría en las caras laterales del palé y no entraría en contacto con la carga. De la misma manera las capas que sujetarían la carga no estarían firmemente superpuestas con las inferiores y quedaría la carga envuelta sin fijar sobre un palé envuelto.

ANEJO 3: CÁLCULO ENGRANAJES.

En este anejo no se calcula si los engranajes son capaces de resistir las fuerzas necesarias para producir el pre-estirado. Esto se debe a que los engranajes no se modifican respecto del carro anterior. Simplemente se calcula el número de dientes, distancia entre centros y combinaciones.

Se han obtenido las siguientes combinaciones para que cambiando simplemente los engranajes de la primera etapa se modifiquen los pre-estirados pero no se modifiquen la distancia entre centros.

ETAPA 1 (de 1 a 2)				ETAPA 2 (de 2 a 3)				ETAPA 3 (de 3 a 4)				ETAPA 4 (entre rodillos)				i Final	Pre-estiro
Z1	Z2	i1	Dist. Cent.	Z3	Z4	i2	Dist. Cent.	Z5	Z6	i3	Dist. Cent.	D1	D2	i4	Dist. Cent.		
22	31	1,409	53,0	32	28	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,05	205%
22	31	1,409	53,0	31	29	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,26	226%
22	31	1,409	53,0	30	30	1,0	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,49	249%

ETAPA 1 (de 1 a 2)				ETAPA 2 (de 2 a 3)				ETAPA 3 (de 3 a 4)				ETAPA 4 (entre rodillos)				i Final	Pre-estiro
Z1	Z2	i1	Dist. Cent.	Z3	Z4	i2	Dist. Cent.	Z5	Z6	i3	Dist. Cent.	D1	D2	i4	Dist. Cent.		
21	32	1,524	53,0	32	28	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,30	230%
21	32	1,524	53,0	31	29	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,53	253%
21	32	1,524	53,0	30	30	1,0	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,77	277%

ETAPA 1 (de 1 a 2)				ETAPA 2 (de 2 a 3)				ETAPA 3 (de 3 a 4)				ETAPA 4 (entre rodillos)				i Final	Pre-estiro
Z1	Z2	i1	Dist. Cent.	Z3	Z4	i2	Dist. Cent.	Z5	Z6	i3	Dist. Cent.	D1	D2	i4	Dist. Cent.		
20	33	1,650	53,0	32	28	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,57	257%
20	33	1,650	53,0	31	29	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,82	282%
20	33	1,650	53,0	30	30	1,0	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,08	308%

ETAPA 1 (de 1 a 2)				ETAPA 2 (de 2 a 3)				ETAPA 3 (de 3 a 4)				ETAPA 4 (entre rodillos)				i Final	Pre-estiro
Z1	Z2	i1	Dist. Cent.	Z3	Z4	i2	Dist. Cent.	Z5	Z6	i3	Dist. Cent.	D1	D2	i4	Dist. Cent.		
19	34	1,789	53,0	32	28	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	3,88	288%
19	34	1,789	53,0	31	29	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,14	314%
19	34	1,789	53,0	30	30	1,0	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,43	343%

ETAPA 1 (de 1 a 2)				ETAPA 2 (de 2 a 3)				ETAPA 3 (de 3 a 4)				ETAPA 4 (entre rodillos)				i Final	Pre-estiro
Z1	Z2	i1	Dist. Cent.	Z3	Z4	i2	Dist. Cent.	Z5	Z6	i3	Dist. Cent.	D1	D2	i4	Dist. Cent.		
18	35	1,944	53,0	32	28	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,21	321%
18	35	1,944	53,0	31	29	0,9	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,50	350%
18	35	1,944	53,0	30	30	1,0	60,0	20	33	1,7	53,0	80	120	1,5	100,3	4,81	381%

Tabla 2: Posibles combinaciones de pre-estirados.

ANEJO 4: PAUTAS DE DISEÑO.

En este anejo se van a describir las pautas de diseño que se van a seguir para unificar tanto materiales, procesos de fabricación y acabados para reducir el número de proveedores.

4.1. Materiales.

Los materiales que se van a utilizar en el proyecto son:

F1110: Piezas de acero en general. En adelante F111⁵.

F1140: Ejes de acero. En adelante F114.

Poliamida (PA6): Para piezas poliméricas.

Aluminio 6063: Piezas y chapas de aluminio.

Aluminio 2030: Piezas y chapas de aluminio.

Bronce: Piezas mecanizadas que van a sufrir fricción

Barra cromada F115: para guiados.

Acero Inoxidable AISI 304: Chapas de acero inoxidable.

Acero S235J (mínimo): Para tubulares.

4.1. Acabados.

Los acabados que se van a emplear en el proyecto son los siguientes:

Galvanizado: Para piezas o conjuntos de unión.

Pavonado: Ejes o acoplamientos con rodamientos.

Nitrurado: Piezas que requieren dureza más elevada.

Templado: Piezas que van a sufrir desgaste o piñones y engranajes.

Granallado: Piezas que precisan agarre.

RAL 7024 GRIS GOFRADO: Piezas o conjuntos de posición fijas.

RAL 7032 AMARILLO LISO: Piezas o conjuntos móviles.

⁵ **F11X**: Se modifica la designación de los aceros para simplificar el proyecto y los planos a los operarios y torneros, a pesar de saber que esta designación está obsoleta.

4.3. Procesos de fabricación.

Procesos de fabricación mediante los que se van a realizar las piezas son los siguientes:

Laser: Piezas de chapa comunes.

Laser tubo: Tubos que requieran cortes no rectilíneos o en varias de sus caras.

Laser + Plegado: Piezas de chapa que requieran plegado. Al final del anejo se adjunta la tabla de plegados suministrada por el proveedor según sus matrices para realizar los pliegues.

Mecanizado: piezas de mecanizado en general. O piezas comerciales con posterior mecanizado (piñones).

Mecanizado polímero: Piezas poliméricas mecanizadas por CNC.

Corte: Para tubo con cortes simples.

Corte por agua: Para chapas de espesores superiores a 12mm.

Comercial: Componentes comerciales listos para montar o que precisan de un proceso posterior antes de su montaje.

Soldadura: método de unión de varias piezas.

Curvado: Principalmente para cárteres o protecciones.

4.4. Tabla plegados.

Esta tabla se basa en la información que han proporcionado los proveedores según sus matrices de doblado.

Espesor plancha (mm)	Radio mínimo (mm)	Distancia mínima interior (mm)
1.5	1.3	4
2	1.3	4.5
2.5	2	9
3	2.6	9.5
4	3.2	11
5-6	4.8	16.5
8-10	9.6	35

Tabla 3: Tabla plegados.

4.5. Tolerancias.

Las tolerancias no guardan correspondencia con la normativa, esto se debe a la calidad de los rodamientos y al tipo de montaje en taller. Por ello se ha elaborado una tabla empírica que unifica las tolerancias dentro de la empresa:

EJE								ALOJAMIENTOS					
Diametro (mm)		Sin tratar (J5/k5)		Pavonado (h6)		Galvanizado		Sin tratar (H8)		Galvanizado		Diametro (mm)	
De	Hasta	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	De	Hasta
3	6	0,001	-0,001	0	-0,008	-0,05	-0,08	0	0,033	0,05	0,08	3	6
6	10	0,004	-0,002	0	-0,009	-0,05	-0,08	0	0,039	0,05	0,08	6	10
10	18	0,005	-0,003	0	-0,011	-0,05	-0,08	0	0,046	0,05	0,08	10	18
18	30	0,011	0,002	0	-0,013	-0,05	-0,08	0	0,054	0,05	0,08	18	30
30	50	0,013	0,002	0	-0,016	-0,05	-0,08	0	0,063	0,05	0,08	30	50
50	80	0,015	0,002	0	-0,019	-0,05	-0,08	0	0,072	0,05	0,08	50	80
80	120	0,018	0,003	0	-0,022	-0,05	-0,08	0	0,081	0,05	0,08	80	120
120	180	0,021	0,003	0	-0,025	-0,05	-0,08	0	0,089	0,05	0,08	120	180

Tabla 4: Tabla tolerancias.

ANEJO 5: ESTUDIO MERCADO CAMBIADOR.

El primer estudio que se ha realizado es para averiguar que empresas hay que dispongan de envolvente. Una vez se conozcan estas empresas se investigará si estas disponen de cambiador.

Una vez se sabe que cambiadores hay en el mercado y el estado de las patentes se ha realizado una primera selección de las características interesantes para aplicar en diseño del cambiador. A continuación se muestran dichos estudios:

POTENCIALES EMPRESAS CON CAMBIADOR DE BOBINA				28/09/2017
EMPRESA	WEB	PAIS	ENV.	CAMBIADOR
Acmi	http://www.acmispa.it	Italia	VORTEX ROCKET ROTOFILM	SI
Ams Ferrari	http://www.amsferrari.it/	Italia	NO	NO
Apacks	http://www.apacks.com/	Estados Unidos	RTAC-SERIES	NO
Arpac	http://www.arpac.com/index.html	Estados Unidos	Electro-Wrap EWA-C Series	NO
Bag Line	http://www.bl-bagline.it/	Italia	W-TAB W-ARM	NO
Belca	http://www.belca.es/	España	BEX TRM-15	NO
Bema	http://www.bemaautomazioni.com/en/	Italia	SILKWORM TURBO	SI
Beumer Group	https://www.beumergroup.com/es/home	Alemania	NO	NO
GEBOCERMEX	http://www.gebocermex.com/	Francia	NO	NO

CHAPack				
Cleverttech	http://www.cleverttech.it/	Italia	Linea PF	NO
Coparm	http://coparm.it/	Italia	Horizontal	NO
Cyklop	https://www.cyklop.es/	Alemania	Gran variedad	NO
Dicoma Pack	http://dicomapack.com/	España	Envolvedora palets	NO
DNC Packaging	http://dncpackaging.com/es/	España	Serie SPIN	NO
Effe Packaging	http://www.ffeepackaging.it/	Italia	Serie SW	NO
Ekobal	http://www.ekobal.com/	Chequia	ROTOMATIC 1700 M2	NO
Elettric80	http://www.elettric80.com/it/	Italia	SilkwORM	SI
Emmegi	http://www.emmegi.com/es/home_emmegi/	Italia	ROTO	NO

Esila Makina	http://www.esilamakina.com/	Turquía	ESILA VT 2000	NO
Fer-plast	https://www.fer-plast.com/index.php/en/	Italia	MACCHINA AVVOLGITRICE FP 20/AR-TOP	NO
Fromm Packaging Systems	http://www.fromm-pack.com/home/	Suiza	FS550	NO
Goldpack	http://www.goldpack.si/	Eslovenia	AOP SIGMA FX	NO
Haloila	http://haloila.com/	Finlandia	OCTOPUS	SI
ICMI	http://www.icmi.it/it/	Italia	SPIN	NO
Italdibipack	http://www.italdibipack.com/index.php/es/	Italia	ECOSPIRLINE	NO
Lantech	https://www.lantech.com/	Holanda	RING STRADDLE	NO
Messersi Packaging	https://messersi.com/es/	Italia	SATURNO	SI
Möllers	http://www.moellers.com/en/home/	Alemania	WSA ROTARY ARM STRETCH WRAPPER	NO

Mosca	http://www.mosca.com/es-es/	Alemania	WRF	SI
Movitec-WS	http://www.movitec-ws.com/	España	LINEA SATURN	NO
Orion Packaging	http://www.orionpackaging.com/	Estados Unidos	ROTARY TOWER AUTOMATIC STRETCH WRAPPING SYSTEM MA-X	NO
PackTools 2.0	http://www.packtools20.com/	Holanda	MANUAL	NO
Paglierani	https://www.paglierani.com/es/	Italia	SERIE AV 600	NO
Penguin Engineers	http://www.penguin.in/	India	TIPO DISCO	NO
Phoenix	http://www.phoenixwrappers.com/	Canada	PRRA 4000	NO
Pieri	http://www.pieri.it/	Italia	Accesorio par atoda la gama	SI
Plasticband	https://www.plasticband.com/	España	ORBITALES	NO
Premier Tech Chronos	https://www.ptchronos.com/es-es/	Alemania	SERIE LW-300	NO

Productive systems	https://www.productivesystem.com/	Sud África	ENFARDADORA AUTOMÁTICA	NO
Project-ae	https://project-ae.com/es/	Alemania	PROWRAPP	NO
proSystem Packaging	http://www.prosystem-packaging.com/	Italia	ROTAFILM_PR1200	NO
Qimarox	http://www.qimarox.com/	Holanda	OEM	NO
Reisopack	http://reisopack.com/esp/home.html	España	AT 3111	NO
Sinolion	http://www.sinolion.es/	China	R1800FZ-PL	NO
Symach	http://www.symach.nl/es/	Holanda	ENVOLVEDORA	NO
TMI	http://www.tmipal.com/	España	ILERGIR	NO
Tosa Group	http://www.tosagroup.net/spagnolo/home.aspx	Italia	TOSA 801	SI
Verbruggen	https://www.verbruggen.nl/	Holanda	VAW	NO

STREMA Maschinenbau GmbH	http://www.strema.de/en/index.html	Alemania	A5000	SI
--------------------------	---	----------	-------	----

Tabla 5: Potenciales empresas con cambiador con envolvedoras.

COMPARACIÓN ENTRE MODELOS										
FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS COMPARADAS								
		Tiempo parada (s)	Variedad de bobina	Tamaño	Tipo de cambio operario	Tipo de cambio	Introducción film en tijeras	Facilidad para el operario	Coste	Otras particularidades
Aetna Group (Robopac)	Genesis	105	NO	Mediano	Dejar bobina y colocar extremo film en pinzas	Por debajo (carro abierto)	Sistema pinza-rail	Fácil	Medio	No admite bobinas de diferentes tamaños pero permite preparar 4 bobinas.
Bema	Silkworm Turbo	Desconocido	NO	Pequeño	Desconocido	Cambio carro pre-estiro completo	Operario	Media	Bajo	Brazo robótico que solo se mueve en el eje vertical y gira larodillera, sumar coster rodillera giratoria.
Elettric80	Silkworm	Desconocido	NO	Pequeño	Desconocido	Cambio carro pre-estiro completo	Operario	Media	Bajo	Brazo robótico que solo se mueve en el eje vertical y gira larodillera, sumar coster rodillera giratoria.

M. J. Maillis (Wulftech)	The Wave	25	SI	Grande	Tipo puerta y pinzas (no seguro)	Giro carro pre-estiro completo	Sistema pinzas	Alta y Peligrosa	Medio	Permite preparar 4 bobinas de diferentes tamaños
Mosca	WRF	65	NO	Pequeño	Colocar bobina y pasar film por seneña con forma de los rodillos	Por debajo (carro abierto)	Sistema pinzas	Fácil	Bajo	
Pieri	Automatrix (Accesorio)	77	NO	Grande	Pasar film por guías	Rodillo bobina abatible	Sistema pinza-rail	Media	Alto	Permite preparar 3 bobinas del mismo tamaño
Signode Group (Muller / Haloila)	Octopus	32	NO	Mediano	Pasar film por rodillos y enganchar para pinzas	Cambio carro pre-estiro completo	Desconocido	Media	Alto	
Strema Maschinenbaum	A5000	68	NO	Grande	Introducción bobina en soporte y colocar extremo del film	Movimiento combinado del carro y de una pinza en dos ejes	Mov. comb. de carro y pinza en dos ejes	Fácil	Alto	Ocupa mucho espacio
Tosa Group	Tosa 801	Desconocido	Desconocido	Pequeño	Colocar bobina y pasar film por resortes	Desconocido	Desconocido	Fácil	Bajo	Sistema patentado

Tabla 6: Comparación entre cambiadores.

ANEJO 6: CÁLCULO NECKING.

El *necking* es un problema grave puesto que afecta de manera negativa a la productividad en 3 aspectos:

- Aumento peso de film necesario.
- Aumento tiempo de envoltura necesaria.
- Aumento distancia entre extremo inferior del film y extremo inferior de rodillo.

Al reducirse el ancho del film es necesario reducir la distancia entre vueltas en el eje vertical de la carga lo que supone más pasadas para envolver toda la carga y por tanto más tiempo y más consumo de plástico.

Por otra parte es necesario envolver la parte superior del palé para dar estabilidad. Si el film reduce su ancho y por tanto se aleja de la parte inferior del carro puede que haya una interferencia entre el carro y la rodillera antes de que el film entre en contacto con el palé.

Para cuantificar este fenómeno se va a realizar un experimento en planta.

Se desea obtener los siguientes resultados:

- Observar el porcentaje de *necking* que se produce con un pre-estirado estándar de 260%.

Para ello se ha realizado un experimento en el que se ha envuelto sin pre-estiro. A continuación se adjuntan imágenes representativas del ensayo:



Ilustración 4: Ambos rodillos con un pre-estiro de 260%



Ilustración 5: Segundo rodillo con un pre-estirado de 260%.



Ilustración 6: Primer rodillo con un pre-estirado de 260%



Ilustración 7: Estrías producidas en el rodillo loco intermedio entre los dos rodillos de tracción.

Los resultados que se han obtenido son los siguientes:

- La reducción del ancho del film es de:

$$\begin{aligned} \text{necking (mm)} &= 37 - 11 = 26\text{mm} \\ \% \text{ necking} &= \frac{37 - 11}{500} * 100 = 5.2\% \end{aligned}$$

Una vez construido el nuevo carro se realizara el mismo ensayo de nuevo para cuantificar el % de *necking* que se ha reducido.

ANEJO 7: CÁLCULO RIGIDEZ MONTAJE CÉLULA DE CARGA.

El nuevo montaje de la célula de carga es el siguiente:

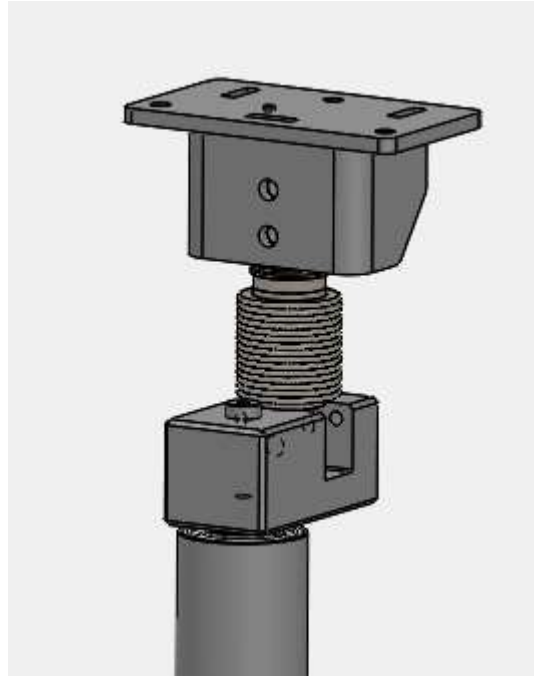


Ilustración 8: Nuevo montaje célula de carga.

Este conjunto ha sido diseñado para que cumpla diferentes objetivos. El primero y más importante es que sea suficientemente rígido para que no flecte y distorsione la medida de la tensión. Para ello se ha diseñado una chapa doblada que proporciona inercia en ambos sentidos. Además la chapa de unión al carro tiene una superficie lisa para obtener un contacto suficiente y uniforme con la placa superior del carro para que no flexione por la unión entre carro y conjunto soldado. Puesto que a mayor superficie de contacto mayor rigidez.

En segundo lugar se ha tenido en cuenta el factor económico, el coste de dos chapas cortadas a láser y posteriormente una de ellas doblada es muy inferior al de un macizo mecanizado.

En tercer lugar para asegurar el posicionamiento se han realizado unas ranuras y salientes.

El cálculo se va a realizar con los parámetros más desfavorables, aplicando cordón (máxima tensión que se va a aplicar) en el extremo inferior del rodillo (donde mayor momento provocará). Los valores referidos a este caso son:

Parámetro físico	Valor	Unidades
Longitud	500	Mm
Tensión	25	Kg

Tabla 7: Valores de partida para realizar el cálculo.

Primero es necesario descomponer las fuerzas que actúan sobre la célula de carga para obtener el valor de tensión real.

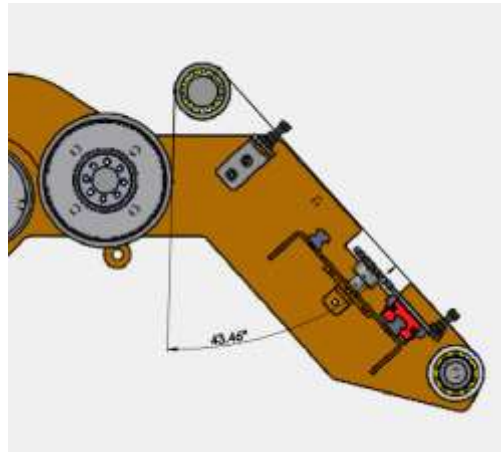


Ilustración 9: Ángulo del film.

En esta imagen se observa el ángulo que forma el film en la parte final de su recorrido. La célula de carga se colocara orientada en el plano bisectriz de este ángulo formado por el film.

Calculo tensión real célula de carga:

La tensión es de 25Kg en cada lado del rodillo que produce una tensión resultante en la dirección de la medición de la célula de carga, de manera que esta resulta:

$$\alpha = 43.46$$

$$\beta = \alpha/2 = 21.73$$

$$25Kg = 245N$$

$$T = 245 * \cos(21.73) = 227.59N$$

$$R = T * 2 = 455.18N = 46.45Kg$$

Este macizo une, por su parte inferior, mediante un empotramiento el eje del rodillo. Por s parte superior se une a la célula de carga.

Esta unión es la más crítica del sistema, puesto que el macizo es de unas dimensiones aparentemente suficientes pero debido al espacio que condiciona la geometría de este, la sección útil es reducida.

Para reforzar esta sección que sufre un momento flector de 122.5Nm se han añadido dos tornillos que trabajan a tracción y refuerzan la parte superior de la unión. Para compensar este momento necesitan realizar una fuerza de 61.25N. la tensión a la que son sometidos estos tornillos es de 2.16MPa, inferior a la tensión de rotura del acero del tornillo 210MPa.

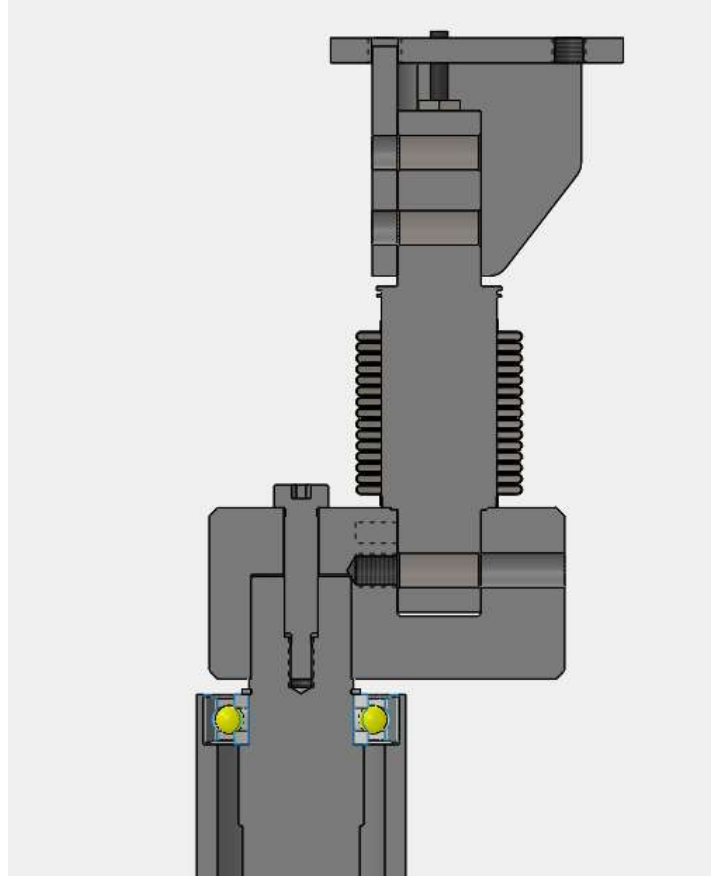


Ilustración 10: Sección montaje empotramientos célula de carga

El cálculo se va a realizar por el método de Análisis por Elementos Finitos mediante el programa *SolidWorks* con el módulo *Simulation*.

Resultados del análisis:

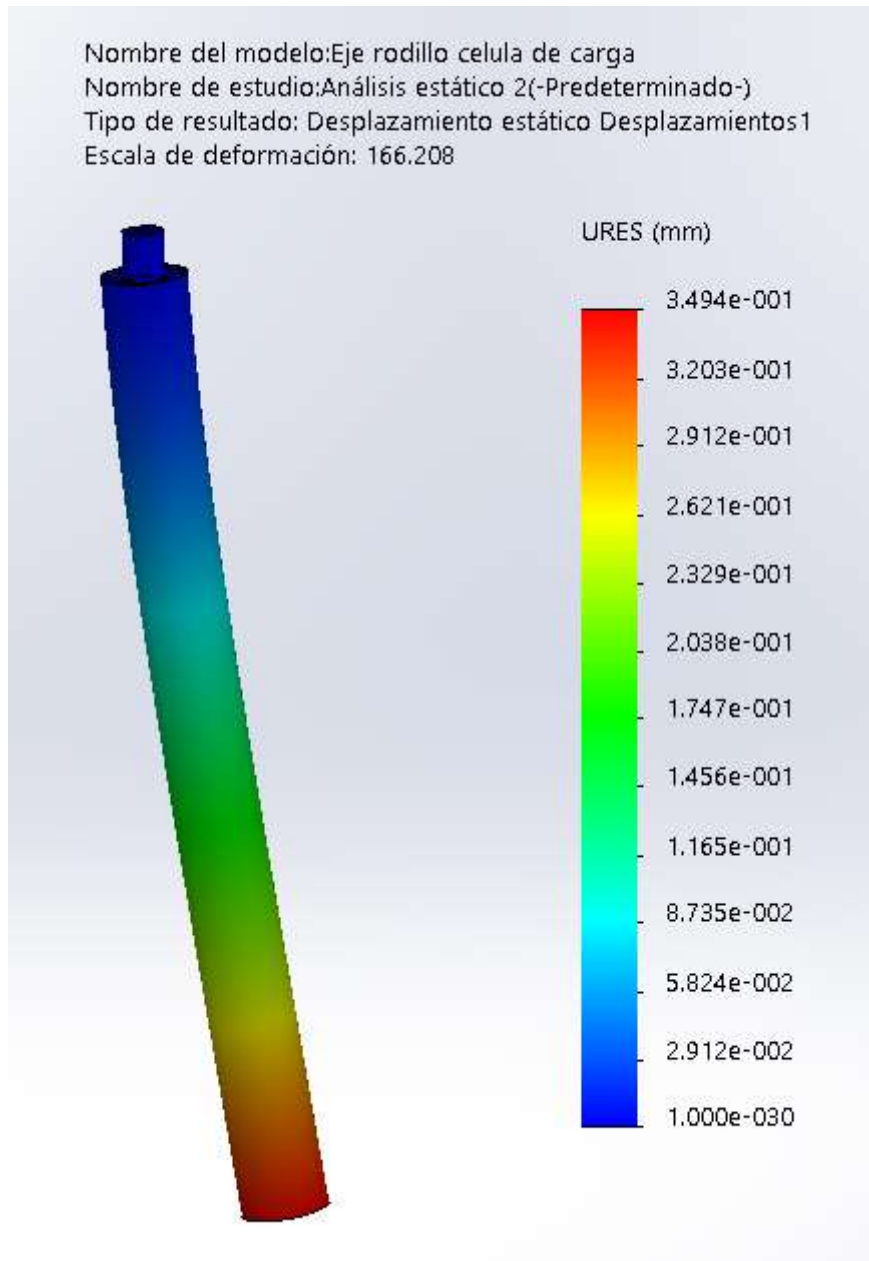


Ilustración 11: Desplazamientos montaje rodillo célula de carga.

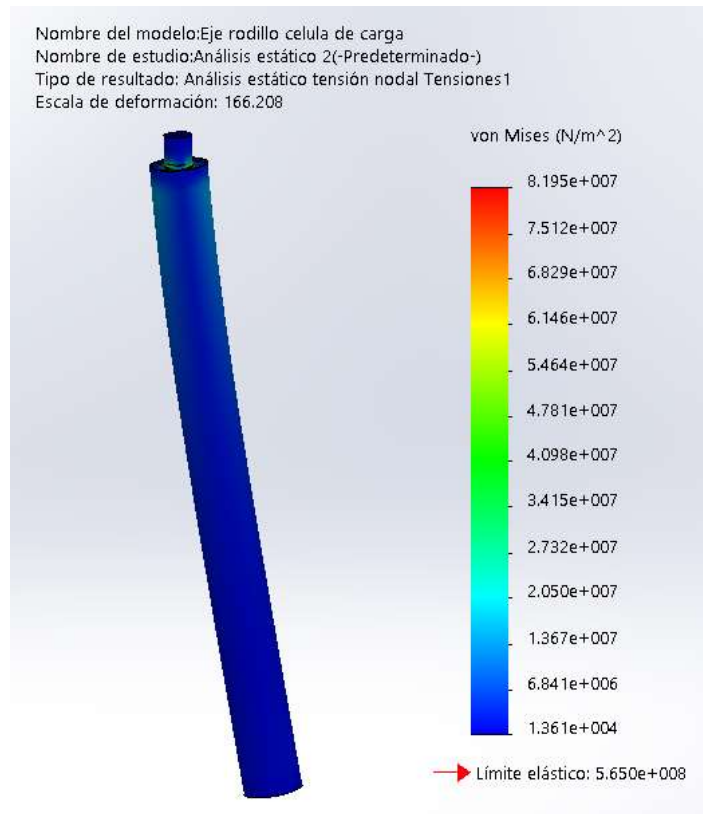


Ilustración 12: Tensiones montaje rodillo célula de carga.

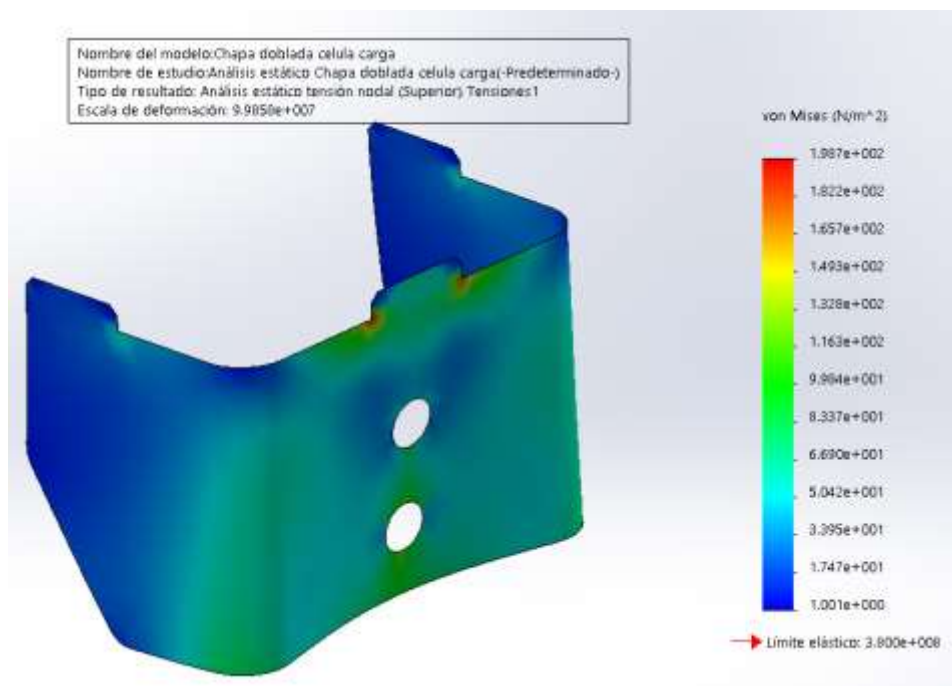


Ilustración 13: Tensiones chapa empotramiento sistema célula de carga.

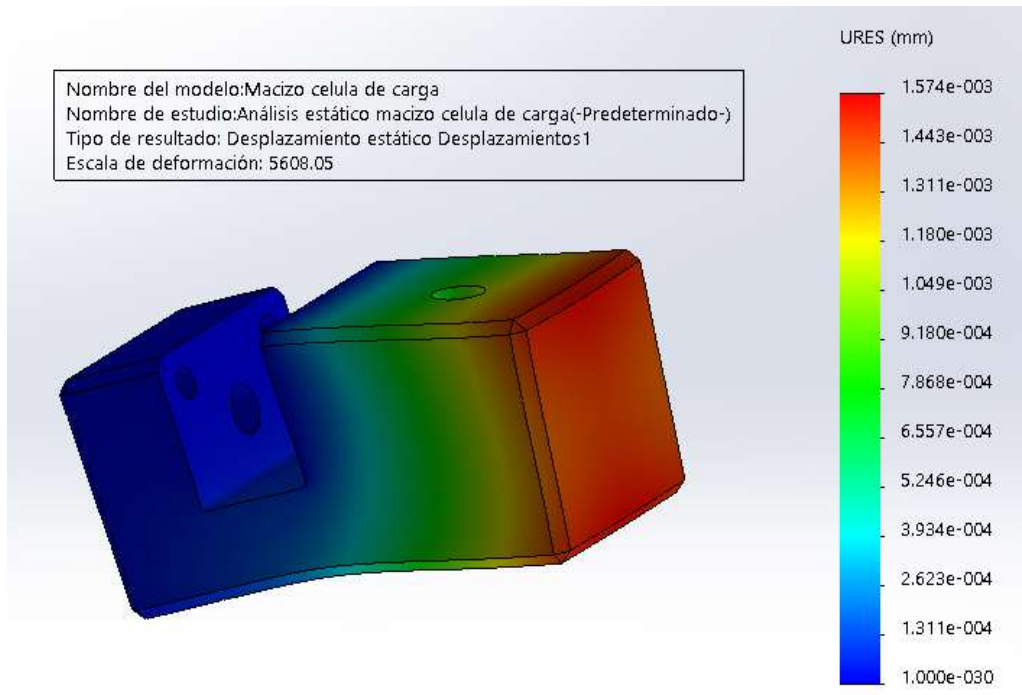


Ilustración 14: Tensiones macizo empotramiento sistema célula de carga.

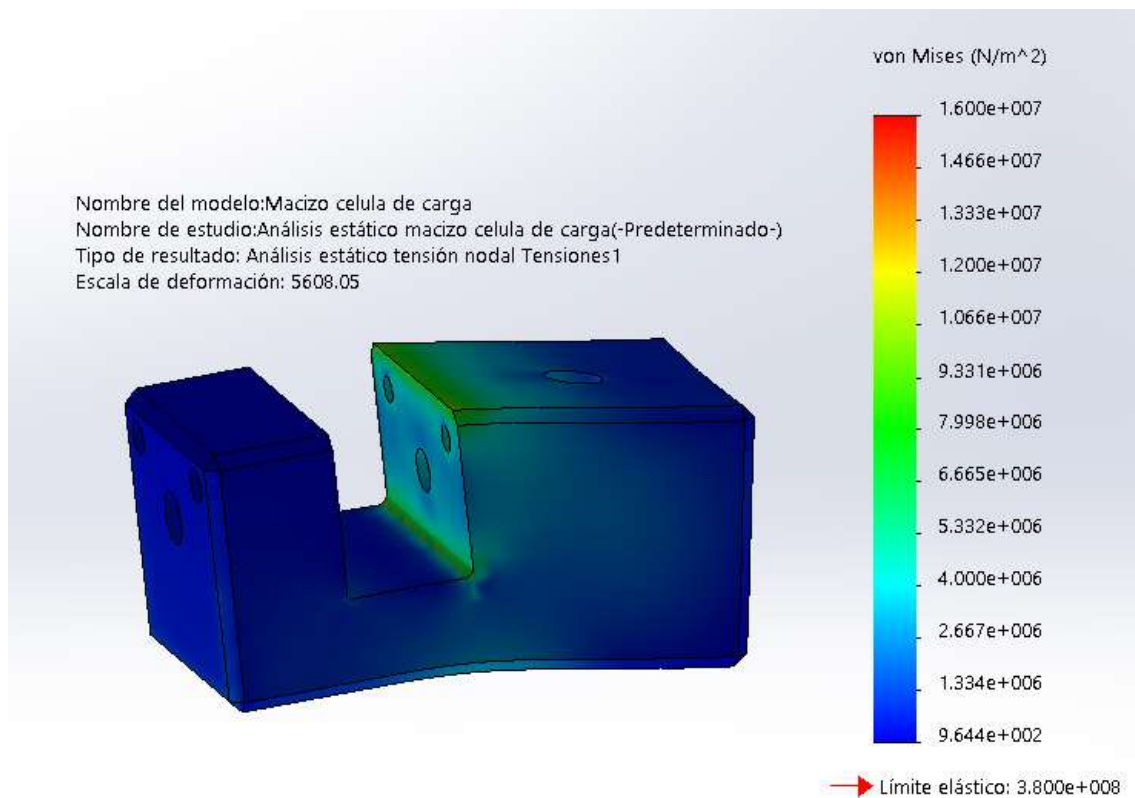


Ilustración 15: Tensiones chapa empotramiento sistema célula de carga.

Se puede observar que los desplazamientos y las tensiones son aceptables. Pero debido al estrés por fatiga se va a realizar un estudio de fatiga al eje debido al gran número de ciclos al que estará sometido. En el macizo no es necesario

puesto que al tener los tornillos no se producirán tracciones y compresiones en las zonas dónde se acumulan tensiones.

Los resultados del estudio de fatiga son los siguientes:

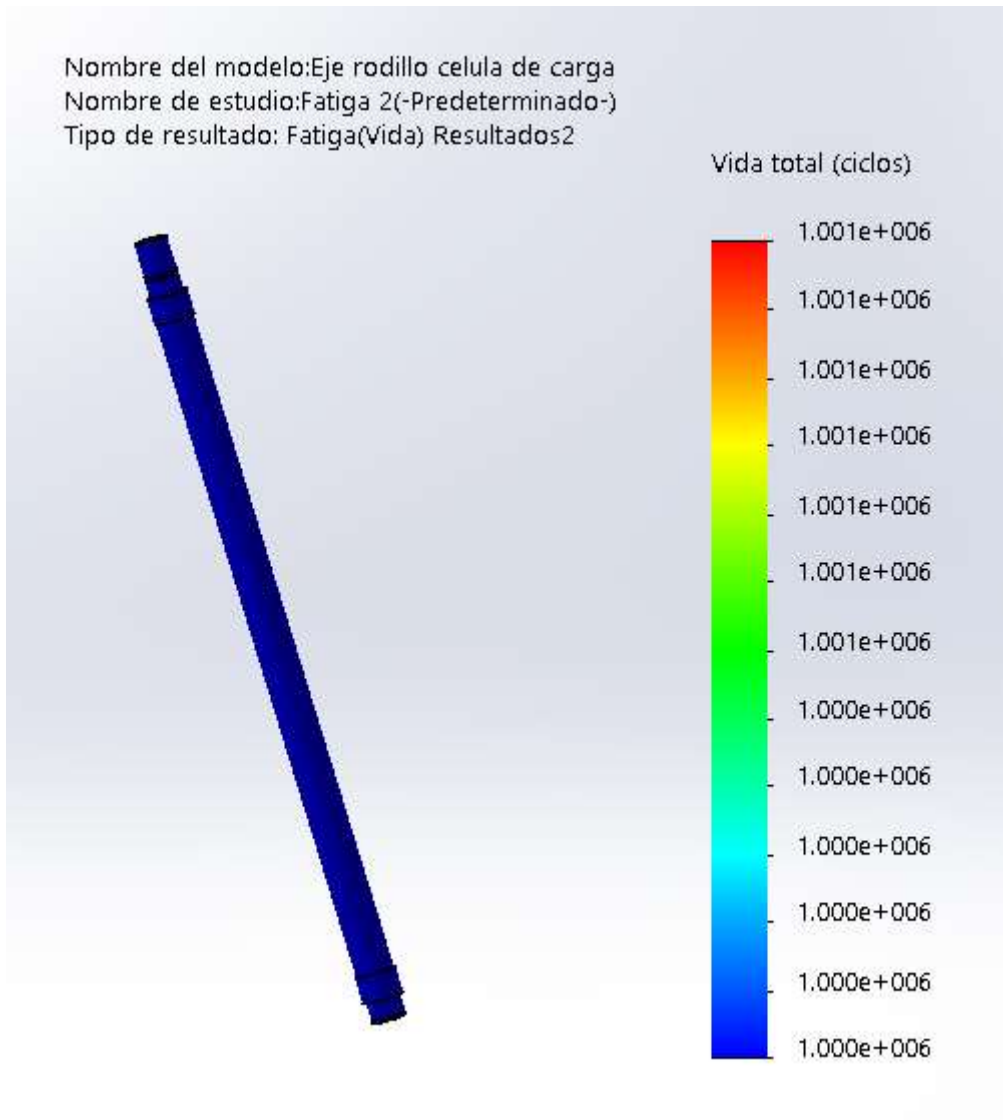


Ilustración 16: Ciclos de vida del eje a fatiga.

En este cálculo se puede observar que la vida del eje es suficiente. Por lo que se da por válido.

ANEJO 8: CÁLCULOS FUERZAS CORDÓN.

Para dimensionar el motor del sistema del cordón es necesario obtener la fuerza necesaria para contraer el film. Para ello se hizo un ensayo en el que se midió la fuerza vertical necesaria.

Este ensayo consistía en sujetar el film por el extremo y dejar la bobina loca en el otro, en medio se colgaron pesos hasta que se formase un cordón en el punto medio. El resultado de este ensayo fue que era necesario un peso de 25kg.

Este resultado no es fiable debido a que no se asemeja al funcionamiento real:

- Al colocar dejar la bobina loca no se tenía en cuenta la oposición que ejerce el motor para colocar en la carga una tensión final de 25 kg.
- Tampoco sirve el dato de 25kg debido a que la fuerza necesaria no sigue una relación lineal con el % del ancho que se ha reducido, es decir a mayor % de reducción de ancho mayor fuerza ha de hacerse⁶.

Por ello se descarta este resultado y se calcula la fuerza numéricamente para el caso más desfavorable, cordón en la zona inferior del rodillo. Debido a su sencillez el cálculo se puede realizar a mano sin la ayuda de ningún software.

El primer paso es la obtención de los datos:

- La tensión para el cálculo es la más desfavorable, máxima tensión a la que se puede envolver con cordón, 25kg.
- El siguiente dato es la geometría⁷, ancho film inicial (suponiendo una etapa de pre-estiro sin *necking*) 500mm. Distancia entre rodillos de cordón 120mm y entre el primer rodillo de pre-estiro y el de la célula de carga de 246mm.

Primer paso: obtención de la descomposición de fuerzas:

⁶ **Fuerza no lineal:** Por ejemplo, la fuerza necesaria para contraer los primeros 100mm del ancho total es de 2kg y la fuerza necesaria para contraer los últimos 100mm (de 400 a 500mm) es de 25kg.

⁷ **Geometría:** La geometría de los dibujos es aproximada, son dibujos a mano alzada.

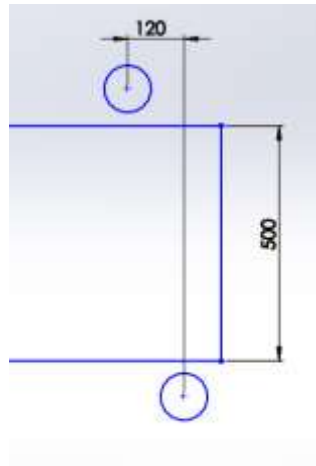


Ilustración 17: Acotación rodillos cordón y film trabajando sin cordón.

En la ilustración 1 se muestran los rodillos del cordón sin actuar, y el film en su ancho teórico, 500mm.

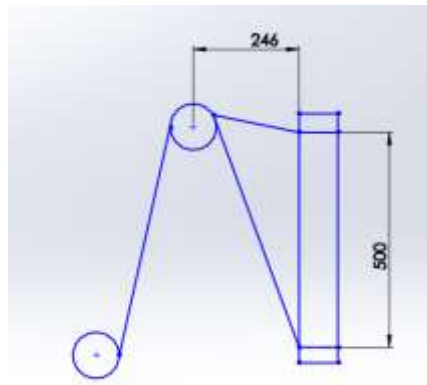


Ilustración 18: Acotación entre rodillo célula de carga y sistema cordón.

En la ilustración 2 se muestra el cordón ya formado en la parte inferior. Y la distancia entre el primer rodillo del cordón con el que le precede, el de la célula de carga.

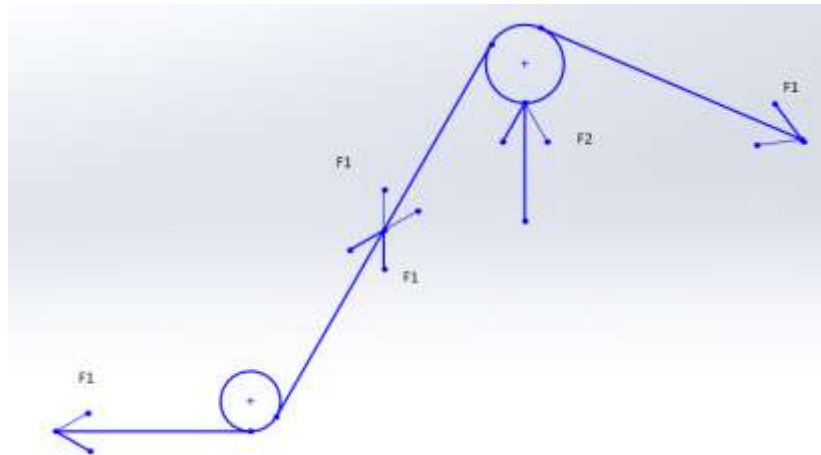


Ilustración 19: Descomposición fuerzas.

En la ilustración 3 se muestra la descomposición de las fuerzas, a continuación se explica a que equivale cada fuerza⁸.

Fuerza	Valor
F1	245N
F2	Incógnita a determinar.

La descomposición de ángulos queda de la siguiente forma:

Símbolo	Ángulo
α	Ángulo entre el plano horizontal y el cordón.
β	Ángulo del film mientras se forma el cordón
γ	$\beta/2 =$ dirección F1

Segundo paso: realizar cálculos.

El primer paso es calcular el ángulo que forman los dos rodillos del cordón. Para ello se calcula primero la hipotenusa del triángulo que forman:

⁸ **Fuerzas:** El módulo de los vectores no corresponde con su valor.

$$h = \sqrt{500^2 + 120^2} = 514.2mm$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{500}{514.2} = 0.97$$

$$\alpha = \text{arcsen}(0.97) = 76.5^\circ$$

En segundo lugar se calcula la fuerza en vertical (y) que ha de realizar el rodillo para realizar el cordón:

$$25Kg = 245N$$

$$F1y = 245 * \text{sen } 76.5 = 238.23N$$

Después se realiza el mismo tipo de cálculo para la descomposición del rodillo de la célula de carga al primer rodillo:

$$h = \sqrt{246^2 + 500^2} = 557mm$$

$$\text{sen } \beta = \frac{500}{557} = 0.9$$

$$\beta = \text{arcsen}(0.9) = 63.8^\circ$$

$$\gamma = \frac{\beta}{2} = 31.9^\circ$$

A continuación se calcula la fuerza necesaria para que el primer rodillo del sistema de cordón pueda comprimir el film.

$$25Kg = 245N$$

$$F2y = 245 * \text{sen } 31.9 = 129.47N$$

Finalmente se suman las componentes verticales. A pesar de que en el papel las dos fuerzas de módulo F1 sean de sentido contrario no se contrarrestan puesto que actúan ambas en la misma dirección de giro creando par las dos:

$$F \text{ vertical necesaria} = 238.23 * 2 + 129.47 = 605.93N$$

Una vez seleccionado el motor de pre-estirado se va a seleccionar el piñón de tracción y con esta fuerza se calculará el par del motor.

ANEJO 9: CÁLCULO BOBINAS NECESARIA TRANSPORTADOR.

El cambiador básico consta de un conjunto de colocación en el que se deposita la bobina mientras la envolvedora tiene film y está funcionando, de esta manera se deja listo para que cuando se termine el film el cambiador esté listo para cambiar la bobina. Esto supone un gran avance debido que no es necesario que haya un operario pendiente de la línea para cambiar estas bobinas cuando se terminan. El operario puede dejar la bobina en el cambiador y dedicarse a otras tareas permitiéndole cambiar la bobina con mayor flexibilidad y otorgándole mayor libertad para realizar otras tareas.

El conjunto transportador de bobinas es un extra opcional que permite al operario cargar todas las bobinas al iniciar el turno y dedicarse completamente a otras tareas. Para ello es necesario disponer de todas las bobinas que se pueden consumir en un turno.

Para ello se ha realizado un estudio de las líneas que mayor consumo de plástico tienen. Para ello se ha de estudiar la cadencia de producción y el plástico que se deposita por vuelta. Los datos son de líneas de producción reales en funcionamiento, para mantener la confidencialidad se muestran con nombre genéricos "línea X". Los resultados se muestran a continuación:

	nº vueltas	g/vuelta	g/palé	Palés/h	Kg/h	Bobinas/turno
Línea 1	23	17	391	45	17,595	8,7975
Línea 2	18	18	324	65	21,06	10,53
Línea 3	14	19	266	45	11,97	5,985
Línea 4	23	33	759	30	22,77	11,385
Línea 5	22	19	418	38	15,884	7,942
Línea 6	20	18	360	53	19,08	9,54
Línea 7	20	17	340	60	20,4	10,2
Línea 8	12	24	288	49	14,112	7,056

Para estos cálculos se ha utilizado una bobina estándar de 16Kg de film útil.

Debido a la dispersión de los resultados se opta por realizar el transportador modular en módulos de 3 bobinas, con esto se personaliza el diseño para cada

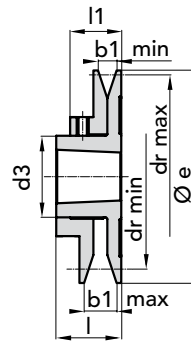
cliente de una manera sencilla optimizándolo. De manera que queda de la siguiente manera:

Línea	Bobinas necesarias	Módulos de 3 bobinas necesarios
Línea 1	9	3
Línea 2	11	4
Línea 3	6	2
Línea 4	12	4
Línea 5	8	3
Línea 6	10	4
Línea 7	11	4
Línea 8	8	3

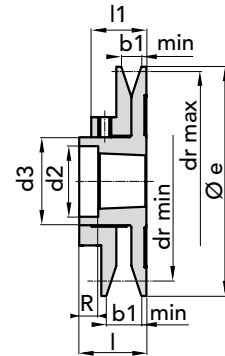
La siguiente evolución del transportador tendrá en cuenta la disposición de estos módulos, de manera que puedan distribuirse lineal o circularmente según el espacio disponible en la planta. En este primer prototipo se desecha esta opción y se prima conseguir un correcto funcionamiento.

En este primer prototipo se va a diseñar y fabricar con un módulo de 3 bobinas. La apertura de carga de bobinas se va a realizar en la posición la siguiente bobina que se va a cargar en el colocador. De esta manera se optimizan los movimientos del transportador.

ANEJO 10: CATÁLOGOS COMERCIALES.



EXECUTION 1



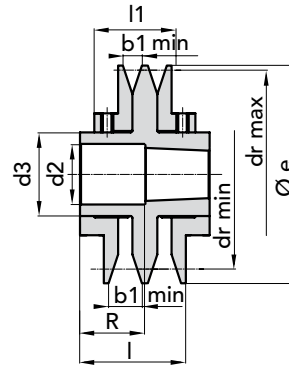
EXECUTION 2

PULLEY TYPE	P. NUMBER	EXEC.	N° GROOVES	BUSHE	Ø e	l	l1	b1		dr		d2	d3	R	GRUB DIN 916 UNI 5929	SECTION BELT	WEIGHT Kg.
								min	max	min	max						
PRB - 93	90000931	2	1	1108	93	36,5	29	13	20,5	57	78	39	50	13,5	No.4 M6x6	Z 10x6 A 13x8	0,86
PRB - 108	90001081	1	1	1215	108	38	30,5	13	20,5	68	92	-	60	-	No.4 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	1,18
PRB - 120	90001201	1	1	1215	120	38	30,5	13	20,5	80	104	-	60	-	No.4 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	1,46
PRB - 138	90001381	1	1	1615	138	38	30,5	13	20,5	98	122	-	74	-	No.4 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	2,00
PRB - 160	90001601	2	1	1615	160	45	35,5	17	26,5	108	138	58	74	6,5	No.4 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	3,04
PRB - 180	90001801	2	1	2012	180	45	35,5	17	26,5	128	158	71	90	12,5	No.4 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	3,80
PRB - 200	90002001	2	1	2012	200	45	35,5	17	26,5	149	177	71	90	12,5	No.4 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	4,75

MATERIAL **CAST-IRON G20**
UNI 5007

CAD drawings available on our site
www.chiaravalli.com

Quantity, availability and prices
on B2B Chiaravalli



EXECUTION 3

ADJUSTABLE V-BELTS PULLEY PRB TYPE

PULLEY TYPE	P. NUMBER	EXEC. N°	BUSHE GROOVES	Ø e	l	l1	b1		dr		d2	d3	R	GRUB DIN 916 UNI 5929	SECTION BELT	WEIGHT Kg.	
							min	max	min	max							
PRB2 - 108	90001082	3	2	1215	108	73	58	13	20,5	68	92	48,5	60	34,5	No. 8 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	2,40
										70	100						
										75	93						
										76	102						
PRB2 - 120	90001202	3	2	1215	120	73	58	13	20,5	80	104	48,5	60	34,5	No. 8 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	2,65
										82	112						
										87	105						
										88	114						
PRB2 - 138	90001382	3	2	1615	138	73	58	13	20,5	98	122	58,5	74	34,5	No. 8 M6x6	Z 10x6 A 13x8 SPZ SPA	3,60
										100	130						
										105	123						
										106	132						
PRB2 - 160	90001602	3	2	1615	160	87	68	17	26,5	108	138	58,5	74	48,5	No. 8 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	5,60
										112	150						
										114	140						
										117	153						
PRB2 - 180	90001802	3	2	2012	180	87	68	17	26,5	128	158	71	90	54	No. 8 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	7,15
										132	170						
										134	160						
										137	173						
PRB2 - 200	90002002	3	2	2012	200	87	68	17	26,5	149	177	71	90	54	No. 8 M8x8	A 13x8 B 17x11 SPA SPB	8,92
										152	190						
										155	179						
										159	193						

MATERIAL **CAST-IRON G20**
UNI 5007

CAD drawings available on our site
www.chiaravalli.com

Quantity, availability and prices
on B2B Chiaravalli

ADJUSTABLE MOTOR MOUNTING FOR ELECTRICAL MOTOR



ADJUSTABLE MOTOR MOUNTING FOR ELECTRICAL MOTOR

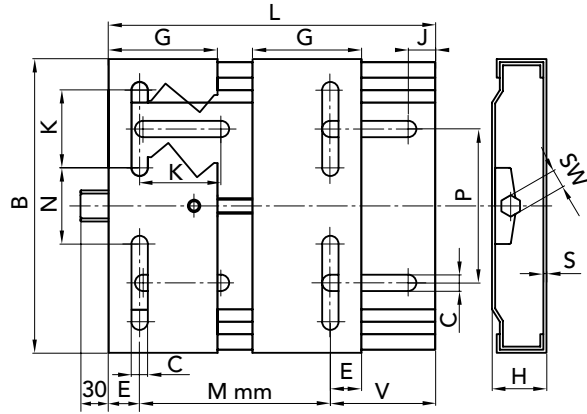




ADJUSTABLE MOTOR MOUNTING FOR ELECTRICAL MOTOR

MATERIAL

Zinc-coated sheet FE 430



DIMENSIONS

MOTOR SIZE	TYPE	PART NUMBER	L	B	H	Mmin	G	E	J	K	C	N	P	SW	S
63/80	210	90100210	210	195	33	100	70	20	25	50	10,5	43	98	19	3
63/112	270	90100270	270	195	33	100	70	20	25	50	10,5	43	98	19	3
90/132	340	90100340	340	290	40	135	95	27	29	62,5	12,5	90	165	22	4
100/160	430	90100430	460	290	40	140	95	27	29	62,5	12,5	90	165	22	4
160/180	490	90100490	490	410	40	254	95	40	30	60	15	193	142/284	22	4

WIDTH REGULATION

TYPE	63	71	80	90	100	112	132	160	180	WEIGHT kg
210	70	58	45							2,2
270	130	118	105	90	70	40				2,8
340				140	130	100	75			6,7
430					216	186	10	122		7,5
490								156	131	10,8



Quantity, availability and prices
on B2B Chiaravalli



IE 1

TYPE	POLES	POWER Kw	VOLTAGE V	CURRENT 400 V	TORQUE N/m	EFFICIENCY %	FACTOR COS. Ø	WEIGHT Kg.
CHT 56	B2	2	230/400	0.40	0.42	62.00	0.69	3.20
CHT56	B4	4	230/400	0.43	0.64	50.00	0.61	3.20
CHT63	A2	2	230/400	0.55	0.63	63.00	0.75	4.00
CHT63	B2	2	230/400	0.71	0.88	65.00	0.78	4.40
CHT63	C2	2	230/400	1.05	1.30	65.00	0.78	4.90
CHT63	A4	4	230/400	0.47	0.85	57.00	0.64	3.90
CHT63	B4	4	230/400	0.70	1.27	57.00	0.65	4.50
CHT63	C4	4	230/400	0.92	1.77	59.00	0.67	4.80
CHT63	B6	6	230/400	0.62	1.27	45.00	0.62	4.80
CHT71	A2	2	230/400	0.97	1.29	70.00	0.79	5.60
CHT71	B2	2	230/400	1.42	1.90	71.00	0.79	6.10
CHT71	A4	4	230/400	0.84	1.77	60.00	0.62	5.60
CHT71	B4	4	230/400	1.12	2.58	65.00	0.74	6.20
CHT71	C4	4	230/400	1.61	3.81	66.00	0.75	7.00
CHT71	A6	6	230/400	0.70	1.95	56.00	0.66	6.00
CHT71	B6	6	230/400	0.87	2.65	59.00	0.70	6.50
CHT71	C6	6	230/400	1.27	3.97	61.00	0.69	7.20
CHT80	A4	4	230/400	1.59	3.81	67.00	0.75	8.90
CHT80	A6	6	230/400	1.23	3.93	62.00	0.70	8.20
CHT80	B6	6	230/400	1.65	5.80	67.00	0.72	9.90

IE 2

IE 2 EFFICIENT MOTORS

From June 2011, motors with 2-4-6 poles with powers between 0,75 Kw and 375 Kw, commercialised in the European Union, will have to conform to the new EU MEPS (European Union Minimum Energy Performances Standard) regulation concerning the efficiency level in order to reduce consumes and CO2 emissions.

IE2 acronym on motor plates will show the belonging to this category.

TYPE	POLES	POWER Kw	VOLTAGE V	CURRENT 400 V	TORQUE N/m	EFFICIENCY %	FACTOR COS. Ø	WEIGHT Kg.
CHT80	A2	2	230/400	1.75	2.51	77.40	0.80	9.10
CHT80	B2	2	230/400	2.45	3.69	80.00	0.82	10.70
CHT80	C2	2	230/400	3.12	4.97	82.70	0.83	13.00
CHT80	B4	4	230/400	1.79	5.04	79.60	0.76	11.20
CHT80	C4	4	230/400	2.72	7.39	81.40	0.71	13.50
CHT90	S2	2	230/400	3.20	4.95	81.40	0.83	13.30
CHT90	L2	2	230/400	4.54	7.38	83.20	0.84	16.00
CHT90	S4	4	230/400	2.50	7.37	81.40	0.78	13.90
CHT90	L4	4	230/400	3.31	10.09	82.80	0.79	16.20
CHT90	M4	4	230/400	5.09	14.71	84.30	0.74	20.50
CHT90	S6	6	230/400	2.01	7.66	76.00	0.71	13.0
CHT90	L6	6	230/400	2.82	11.23	78.10	0.72	16.30
CHT100	LA2	2	230/400	5.88	10.05	84.60	0.87	23.00
CHT100	LA4	4	230/400	4.83	14.70	84.30	0.78	22.70
CHT100	LB4	4	230/400	6.33	20.00	85.50	0.80	26.50
CHT100	LA6	6	230/400	3.71	15.20	80.00	0.73	22.00
CHT 112	M2	2	230/400	7.56	13.13	86.00	0.89	27.00
CHT112	M4	4	230/400	8.23	26.60	86.60	0.81	32.50
CHT112	L4	4	230/400	11.25	36.57	87.90	0.80	39.00
CHT112	M6	6	230/400	5.17	22.30	81.80	0.75	29.50
CHT132	SA2	2	230/400	10.25	18.00	87.20	0.89	40.20
CHT132	SB2	2	230/400	13.80	24.47	88.10	0.89	45.00
CHT132	S4	4	230/400	11.00	36.22	87.90	0.83	44.00
CHT132	M4	4	230/400	14.50	50.00	88.70	0.84	53.50
CHT132	M6	6	230/400	8.86	40.42	84.60	0.77	45.00
CHT132	S6	6	230/400	6.84	30.48	83.30	0.76	36.10

* On request motors from 160 to 355 Kw

* Standard Volts 400/690

* ABB motors On request

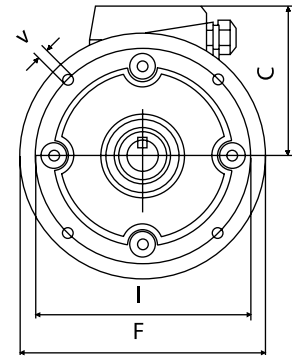
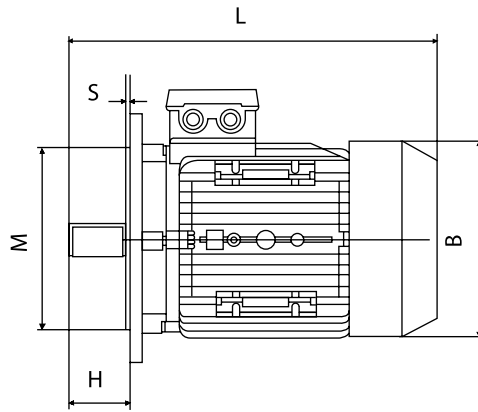
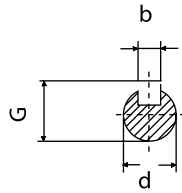
* MGM brake motors On request

CAD drawings available on our site
www.chiaravalli.com

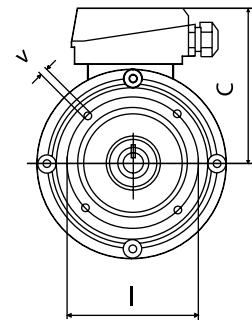
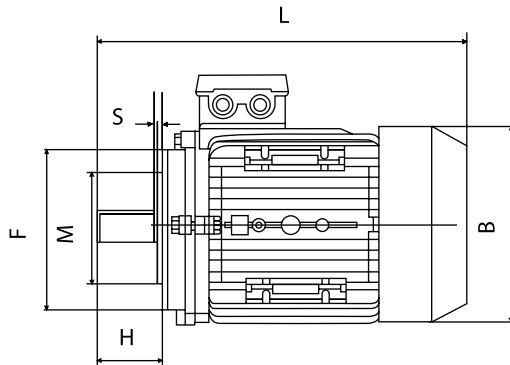
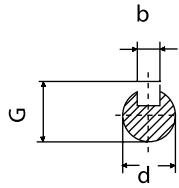
Quantity, availability and prices
 on B2B Chiaravalli



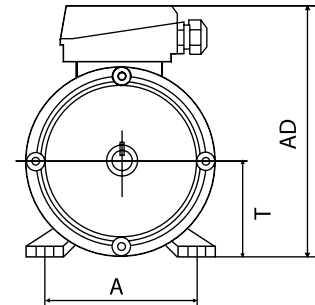
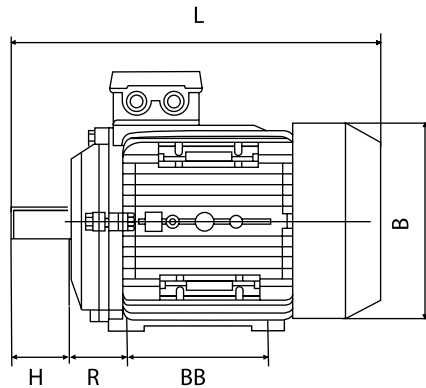
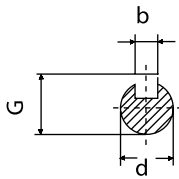
B5



B14



B3



MOUNTING DIMENSIONS (mm)

TYPE						B5					B14					B3					DIMENSIONS		
	d	H	b	G		I	M	F	V	S	I	M	F	V	S	R	BB	A	T	AD	B	C	L
56	9	20	3	10.2		98	80	120	7	3.0	65	50	80	M5	2.5	36	71	90	56	156	110	100	195
63	11	23	4	12.5		115	95	140	10	3.0	75	60	90	M5	2.5	40	80	100	63	173	123	110	215
71	14	30	5	16		130	110	160	10	3.5	85	70	105	M6	2.5	45	90	112	71	188	138	117	255
80	19	40	6	21.5		165	130	200	12	3.5	100	80	120	M6	3.0	50	100	125	80	217	155	137	290
90S	24	50	8	27		165	130	200	12	3.5	115	95	140	M8	3.0	56	100	140	90	235	176	145	310
90L/90LL	24	50	8	27		165	130	200	12	3.5	115	95	140	M8	3.0	56	125	140	90	235	176	145	335
100L	28	60	8	31		215	180	250	15	4.0	130	110	160	M8	3.5	63	140	160	100	252	197	152	386
112M	28	60	8	31		215	180	250	15	4.0	130	110	160	M8	3.5	70	140	190	112	292	220	180	395
132S	38	80	10	41		265	230	300	15	4.0	165	130	200	M10	4.0	89	140	216	132	325	257	195	436



 **PTP** transmission

VARI-D

Poulies à diamètre variable à l'arrêt

Stationary variable pitch pulleys

Im stillstand einstellbare scheiben



une activité de

 **PTP INDUSTRY**
All Power Transmission Products know-how

SIT S.A. | Tfn. 943 457200 | atencioncliente@sitsa.es | www.sitsa.es

www.ptp-industry.com



DESCRIPTION

The stationary variable pitch pulleys **VARI-D**, offers an economical solution to the problem of occasional speed adjustment.

These pulleys are particularly suited for air conditioning equipment, as they allow optimum speed control of the fans. The **VARI-D** pulleys are made of cast iron and are protected against corrosion.

The **VARI-D** can be used either as a driving or driven pulley and accept wrapped and raw-edged narrow V-belts, as well as classic profiles.

Adjusting VARI-D pulleys

The pitch diameter of a **VARI-D** pulley can be adjusted when the drive is stopped, by turning the moving flange onto the threaded hub.

To obtain the same reference-diameter for both grooves of a pulley type 2 VD, the two flanges have to be placed against the central flange unscrewed the same number of revolutions until the required diameter is reached.

BASIC DRIVE CALCULATION

The **VARI-D** pulley's minimum and maximum reference diameters and corresponding speed and power span, need to be considered during the drive's calculation in order to ensure that the required output power range is covered.

See pages 5 to 7 (Basic drive calculation)

DESCRIPTION

Les poulies à diamètre variable à l'arrêt **VARI-D** apportent une solution économique aux problèmes de réglage de vitesse peu fréquents.

Elles sont particulièrement utilisées dans l'industrie de la ventilation où elles permettent le réglage de la vitesse des ventilateurs à la valeur optimale requise.

Les poulies **VARI-D** sont en fonte et protégées par parkérisation.

Les poulies **VARI-D** peuvent être utilisées en motrice comme en réceptrice et sont conçues pour recevoir indifféremment les courroies trapézoïdales étroites enrobées et à flancs nus, aussi bien que classiques.

Réglage des Poulies VARI-D

La modification du diamètre d'enroulement de la courroie s'effectue à l'arrêt, par rotation du flasque mobile sur le moyeu fileté.

Afin d'obtenir le même diamètre de référence dans les deux gorges des poulies de type 2 VD, il y a lieu d'amener les deux flasques mobiles contre le flasque central et de les dévisser ensuite d'un nombre de tours égal, jusqu'à obtention du diamètre désiré.

CALCUL D'UNE TRANSMISSION

Lors du calcul d'une transmission, il y a lieu de vérifier, en partant des diamètres de références mini et maxi effectifs de l'utilisation de la poulie **VARI-D**, si l'étendue des valeurs de puissance transmissible totale ($P \times N$) couvre, sur toute la plage des vitesses de sortie possibles, la puissance de calcul P_c .

Se référer au chapitre "Calcul d'une transmission", pages 5 à 7.

BESCHREIBUNG

Die im Stillstand einstellbaren **VARI-D** Scheiben bieten eine wirtschaftliche Lösung bei nur selten erforderlichen Drehzahländerungen. Sie werden bevorzugt in der Lüftungstechnik eingesetzt, wo sie eine optimale Adjustierung der Ventilator Drehzahl erlauben.

Die **VARI-D** Stellscheiben sind aus Gußeisen und durch Parkerisierung korrosionsschutz.

Die **VARI-D** Stellscheiben können als treibende wie auch als getriebene Scheiben verwendet werden und sowohl Schmalkeilriemen in ummantelter oder flankenoffener Ausführung, sowie Keilriemen der klassischen Profile aufnehmen.

Einstellung der VARI-D Scheiben

Die Einstellung des Wirkdurchmessers erfolgt im Stillstand, mittels Verdrehung der beweglichen Kegelscheibe auf der mit einem Gewinde versehenen Nabe. Um gleiche Wirkdurchmesser bei den zweirilligen Scheiben des Typs 2 VD zu erhalten, sind zuerst die beiden beweglichen Kegelscheiben gegen ihre mittige feste Kegelscheibe zu verschrauben, und dann um jeweils gleiche Umdrehungen, bis zur Erreichung des gewünschten Durchmessers, aufzuschrauben.

ANTRIEBSBERECHNUNG

Bei der Antriebsberechnung ist, jeweils ausgehend von den in der Anwendung tatsächlich genutzten minimalen und maximalen Richtdurchmessern der **VARI-D** Scheibe, zu überprüfen, ob die Berechnungsleistung P_c über den gesamten möglichen Abtriebsdrehzahlbereich durch den Wert der durch die Riemen übertragbaren Gesamtleistung ($P \times N$) abgedeckt wird. Siehe Kapitel "Antriebsberechnung", Seiten 5 bis 7.

VARI-D

628110000.100A

mm

Stationary variable pitch pulleys
Number of grooves
Pitch diameter
Poulies à diamètre variable à l'arrêt
Nombre de gorges
Diamètre extérieur
Im Stillstand einstellbare Scheiben
Rillenzahl
Aussendurchmesser
VARI-D

1

93 ▶ 160

The user is responsible for the provision of safety guards and correct installation of all equipment.

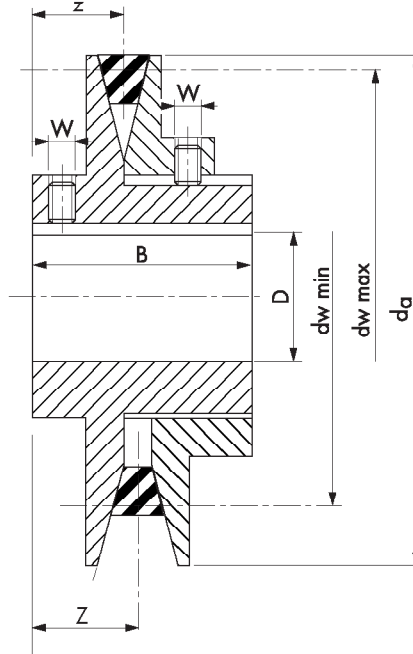
Les dispositifs de protection doivent être prévus par l'utilisateur. Celui-ci est responsable de l'installation correcte de l'ensemble.

Der Benutzer ist verantwortlich für die Beistellung der Schutzhauben und das fachgemäße Aufstellen der gesamten Ausrüstung.

Dimensions in mm and masses in kg are given as a guide only. Certified dimensions upon request.

Dimensions en mm et masses en kg sans engagement. Dimensions définitives sur demande.

Abmessungen in mm, Massen in kg - Änderungen vorbehalten. Verbindliche Maße auf Wunsch.



Type /Typ	Profil	dw		z	Z	da	B	D		(1)	W	m kg (2)
		min	max					min	max			
1 VD 93	Z 10x6	58	79	21	24,3	93	49	10	24	14 19 24	M8	1,10
	SPZ / XPZ	63	79									
	SPA / XPZ	65	87									
1 VD 108	Z 10x6	74	94	21	24,2	108	49	10	28	14 19 24 28	M8	1,2
	A 13x8	79	101									
	SPZ / XPZ	79	94									
	SPA / XPA	81	102									
1 VD 120	Z 10x6	86	106	21	24,2	120	49	10	28	19 24 28	M8	1,6
	A 13x8	88	113									
	SPZ / XPZ	90	106									
	SPA / XPA	93	114									
1 VD 138	Z 10x6	104	125	21	24,2	138	62	10	42	24 28	M8	2,1
	A 13x8	106	131									
	B 17x11	109	128									
	SPZ / XPZ	109	124									
	SPA / XPA	111	132									
	SPB / XPB	115	130									
1 VD 160	Z 10x6	126	154	23	26,2	160	68	12	42	38 42	M8	3,1
	A 13x8	128	153									
	B 17x11	131	150									
	SPZ / XPZ	131	154									
	SPA / XPA	133	154									
	SPB / XPB	137	152									

Remarks :

(1) Standard bore sizes, available from stock.
(2) Non - bored hub.

Remarques :

(1) Alésages standard, disponibles en stock.
(2) Moyeu non alésé.

Anmerkungen :

(1) Standardbohrungen, ab Lager lieferbar.
(2) Nabe ungebohrt.

VARI-D

628210000.100A

mm

Stationary variable pitch pulleys	Poulies à diamètre variable à l'arrêt	Im Stillstand einstellbare Scheiben	VARI-D
Number of grooves	Nombre de gorges	Rillenzahl	2
Pitch diameter	Diamètre extérieur	Aussendurchmesser	120 ▶ 250

The user is responsible for the provision of safety guards and correct installation of all equipment.

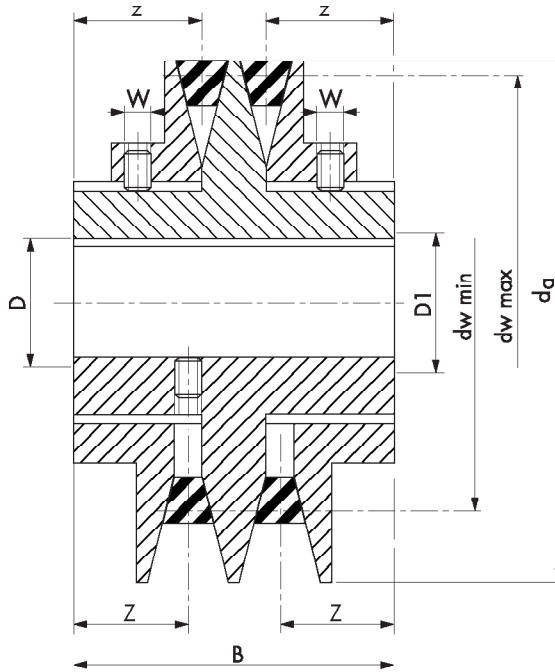
Les dispositifs de protection doivent être prévus par l'utilisateur. Celui-ci est responsable de l'installation correcte de l'ensemble.

Der Benutzer ist verantwortlich für die Beistellung der Schutzhauben und das fachgemäße Aufstellen der gesamten Ausrüstung.

Dimensions in mm and masses in kg are given as a guide only. Certified dimensions upon request.

Dimensions en mm et masses en kg sans engagement. Dimensions définitives sur demande.

Abmessungen in mm, Massen in kg - Änderungen vorbehalten. Verbindliche Maße auf Wunsch.

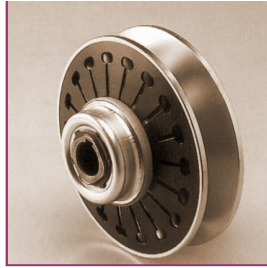


Type / Typ	Profil	dw		z	Z	da	B	D		(1)	W	m kg (2)
		min	max					min	max			
2 VD 120	SPA SPA-X	86	114	29	25,3	120	73		38	24	28	2,2
	SPZ SPZ-X	83	104		26,1						M8	
	A 13x8	83	114		24,9							
	Z 10x6	80	104		25,7							
2 VD 136	SPA SPA-X	102	130	29	25,3	136	73		42	28	38	2,8
	SPZ SPZ-X	99	120		26,1						M8	
	A 13x8	99	130		24,9							
	Z 10x6	96	120		25,7							
2 VD 152	SPB SPB-X	110	145	35	30,3	152	89		42	38	42	4,4
	SPA SPA-X	106	133		31,3						M8	
	B 17x11	107	145		29,9							
	A 13x8	103	133		30,9							
2 VD 172	SPB SPB-X	130	165	35	30,3	172	89		48	42	48	5,5
	SPA SPA-X	126	153		31,3						M8	
	B 17x11	127	165		29,9							
	A 13x8	123	153		30,9							
2 VD 222	SPC SPC-X	212	212	48	41,7	222	121	38	60		M8	12,0
	SPB SPB-X	193	193		43,3							
	C 22x14	212	212		40,9							
	B 17x11	193	193		42,9							
2 VD 250	SPC SPC-X	193	240	48	41,7	250	121	38	60		M8	14,5
	SPB SPB-X	186	221		43,3							
	C 22x14	187	240		40,9							
	B 17x11	183	221		42,9							

Remarks :
(1) Standard bore sizes, available from stock.
(2) Non - bored hub.

Remarques :
(1) Alésages standard, disponibles en stock.
(2) Moyeu non alésé.

Anmerkungen :
(1) Standardbohrungen, ab Lager lieferbar.
(2) Nabe ungebohrt.



POLEAS VARIADORAS VARISER SERIE EDT

DIAMETRO TAMAÑO	DIAMETRO EJE MM.	PRECIO €uros
130	14-19	197,90 €
160	19-24	263,40 €
200	24-28	336,90 €
225	28	413,70 €
270	28-38	999,50 €
300	38	1.037,35 €
330	38-42	1.839,40 €
360	38-42-48	1.751,60 €

POLEAS VARIADORAS VARISER SERIE EDS

DIAMETRO TAMAÑO	DIAMETRO EJE MM.	PRECIO €uros
270	28-38	826,25 €

INCREMENTO POR MECANIZACION EJES ESPECIALES

TAMAÑO	PRECIO €uros
Mecanización para tamaño ≤ EDT/EDS 130	126,00 €
Mecanización para tamaño ≤ EDT/EDS 225	173,25 €
Mecanización para tamaño ≤ EDT/EDS 300	220,50 €
Mecanización para tamaño ≤ EDT/EDS 360	362,25 €



POLEAS VARIADORAS VARISER SERIE BES

DIAMETRO TAMAÑO	DIAMETRO EJE MM.	TIPO (1) ST	TIPO (2) RT	VOLANTE RVT
80	*11-14	199,50 €	240,50 €	459,60 €
100	14-19	268,15 €	268,15 €	443,75 €
130	**14-19-24	331,30 €	337,25 €	515,55 €
150	19-24	340,65 €	345,60 €	541,00 €
190	19-24	388,90 €	392,70 €	596,10 €
196	24-28	449,25 €	449,25 €	669,75 €
210	24-28	541,90 €	541,90 €	1.115,80 €
250	28-38-42	1.004,20 €	1.045,80 €	1.503,85 €
280	38-42	1.109,35 €	1.137,00 €	1.570,65 €
300	***38-42-48	2.151,80 €	2.191,95 €	3.007,15 €
325	42-48	2.284,45 €	2.325,20 €	3.107,50 €

(1) Polea con muelle

(2) Polea con rodamiento

* El eje de 11 mm no se fabrica para la polea RVT con volante.
 ** El eje de 24 mm no se fabrica para la polea RVT con volante.
 *** El eje de 48 mm no se fabrica para la polea RVT con volante.

INCREMENTO POR MECANIZACION EJES ESPECIALES

TAMAÑO	PRECIO €uros
Mecanización para tamaño ≤ BES 130	126,00 €
Mecanización para tamaño ≤ BES 210	173,25 €
Mecanización para tamaño ≤ BES 280	220,50 €
Mecanización para tamaño ≤ BES 325	362,25 €



POLEAS VARIADORAS VARISER SERIE ES/RV

DIAMETRO TAMAÑO	DIAMETRO EJE MM.	TIPO ES	TIPO (1) RV
75	14	96,95 €	—
90	14	158,95 €	295,20 €
110	14-19	181,60 €	338,40 €
120	14-19	204,30 €	382,30 €
130	14-19	227,00 €	470,15 €
160	19-24	265,75 €	553,95 €
200	24-28	408,55 €	619,80 €
225	28	526,55 €	826,30 €
270	28-38	910,35 €	1.114,50 €
300	38	1.107,55 €	1.411,40 €
330	38-42	2.177,15 €	2.339,50 €
360	42-48	2.073,45 €	2.228,15 €

(1) Polea conductora con volante

INCREMENTO POR MECANIZACION EJES ESPECIALES

TAMAÑO	PRECIO €uros
Mecanización para tamaño ≤ ES/RV 130	126,00 €
Mecanización para tamaño ≤ ES/RV 225	173,25 €
Mecanización para tamaño ≤ ES/RV 300	220,50 €
Mecanización para tamaño ≤ ES/RV 360	362,25 €

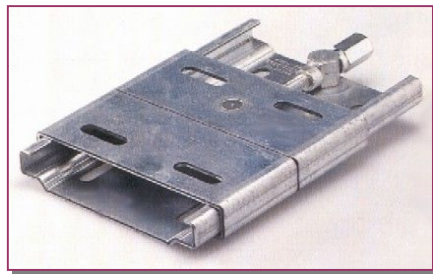


POLEAS VARIADORAS VARISER SERIE 100

DIAMETRO TAMAÑO	DIAMETRO EJE MM.	PRECIO €uros
95	14	136,25 €
110	14-19	145,40 €
120	14-19	172,65 €
155	19-24	220,50 €
180	24-28	267,95 €
220	24-28	374,70 €

INCREMENTO POR MECANIZACION EJES ESPECIALES

TAMAÑO	PRECIO €uros
Mecanización tamaños SERIE 100 de 95 - 110 - 120	126,00 €
Mecanización tamaños SERIE 100 de 155 - 180 - 220	173,25 €

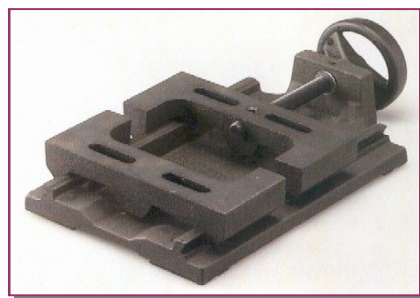


BASES TENSORAS EN CHAPA GALVANIZADA

TIPO TAMAÑO	TAMAÑO MOTOR	PRECIO €uros
SX - 1	56-80	46,65 €
SX - 2	63-100L	57,45 €
SX - 3	90S-132M	70,20 €
SX - 4	132M-180L	132,85 €

BASES TENSORAS EN CHAPA INOXIDABLE

TIPO TAMAÑO	TAMAÑO MOTOR	PRECIO €uros
SX - 1	56-80	156,35 €
SX - 2	63-100L	184,20 €
SX - 3	90S-132M	225,75 €
SX - 4	132M-180L	449,40 €



BASES TENSORAS EN ACERO FUNDIDO

TIPO TAMAÑO	TAMAÑO MOTOR	PRECIO €uros
SL - 1	71-90S	243,20 €
SL - 2	90S-112M	273,60 €
SL - 3	112M-132M	520,85 €
SL - 4	132M-180L	869,25 €

PROPIEDADES FISICAS POLIAMIDA PA 6 + ACEITE LUBRICANTE SODER-OI

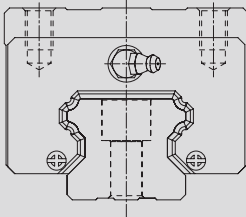
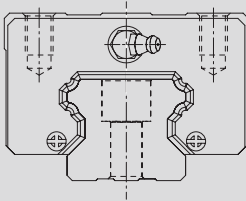
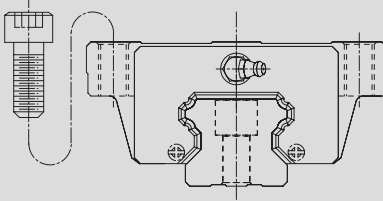
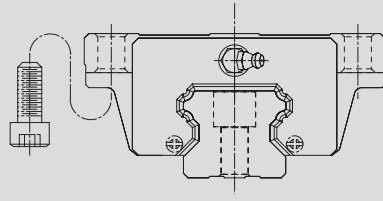
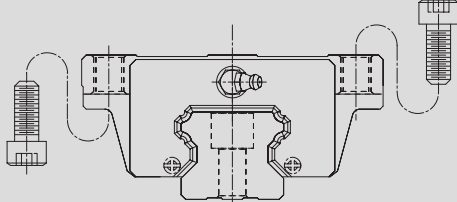
PROPIEDADES	Metodos de ensayo ISO/(IEC)	Unidades	Valores
Color	-	-	Verde
Densidad	1183	g/cm ³	1,135
Absorcion de agua:	-	-	-
despues de estar 24/96 h sumergido en agua a 23°C	62	mg	44/83
hasta la saturacion en aire a 23°C / 50% HR	62	%	0,66/1,24
hasta la saturacion en aire a 23°C	-	%	2,00
	-	%	6,3
PROPIEDADES TERMICAS			
Temperatura de Fusion	-	°C	220
Temperatura de transicion vitria	-	W/(K-m)	0,28
Coefficiente de dilatacion termica lineal:	-	-	-
-Valor medio entre 23 y 60 °C	-	m/(m-K)	80-10 ⁻⁶
-Valor medio entre 23 y 100°C	-	m/(m-K)	90-10 ⁻⁶
Temperatura por deformacion por carga:	-	-	-
-por metodo A: 1,8MPa	75	°C	75
Temperatura maxima de servicio en aire:	-	-	-
-en periodos cortos	-	°C	165
-en continuo: durante 5.000/20.000 h	-	°C	105/90
Temperatura minima de servicio	-	-	-20
Inflamabilidad	-	-	-
-Indice de oxigeno	4589	%	-
-con respecto a la clasificacion UL 94 (para 3/6 mm de espesor)	-	-	HB/HB
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C			
Ensayo de tracción	-	-	-
-esfuerzo de tension para fluencia	527	MPa	70
-elongacion a la rotura	-	-	25
-modulo de elasticidad	-	-	3.000
Ensayo de compresion	-	-	-
-esfuerzo al 1/2/5% de deformación	604	MPa	22/43/79
Ensayo de fluencia a traccion	-	-	-
-esfuerzo necesario para producir un 1% de deformación las 1.000h	899	Mpa	18
Resistencia al impacto Charpy-sin entalla	179/1eU	kJ/m2	≥50
Resistencia al impacto Charpy-con entalla	179/1eU	kJ/m2	4
Resistencia al impacto Izod- con entalla	180/2A	kJ/m2	04-jul
Dureza con bola	2039-1	N/mm2	145
Dureza Rockwell	2039-2	-	M82
PROPIEDADES ELECTRICAS A 23°C			
Resistencia dielectrica	60243	KV/mm	22
Resistividad volumetrica	60093	Ω-cm	>10 ¹⁴
Resistividad superficial	-	Ω	>10 ¹³
Permeabilidad relativa	-a 100 Hz	-	3,5
	-a 1 Hz	-	3,1
Factor de perdidas dielectricas a	-a 100 Hz	-	0,015
	-a 1 MHz	-	0,016
Indice comparativo de la resistencia a la descarga superficial (CTI)	60112	-	600

2-1-4 Types

(1) Block types

HIWIN offers two types of linear guideway which are flange and square types. Because of the low assembly height and larger mounting surface, the flange type is suitable for heavy moment load application.

Table 2-1-1 Block Types

Type	Model	Shape	Height (mm)	Rail Length (mm)	Main Application
Square	HGH-CA HGH-HA		28 ↓ 90	100 ↓ 4000	<ul style="list-style-type: none"> ○ Machine Centers ○ NC Lathes ○ Grinding Machines ○ Precision Machining Machines ○ Heavy Cutting Machines ○ Automation Devices ○ Transportation Equipment ○ Measuring Equipment ○ Devices Requiring High Positional Accuracy
	HGL-CA HGL-HA		24 ↓ 70	100 ↓ 4000	
Flange	HGW-CA HGW-HA		24 ↓ 90	100 ↓ 4000	
	HGW-CB HGW-HB		24 ↓ 90	100 ↓ 4000	
	HGW-CC HGW-HC		24 ↓ 90	100 ↓ 4000	

Dimensions of block equipped with the dustproof parts

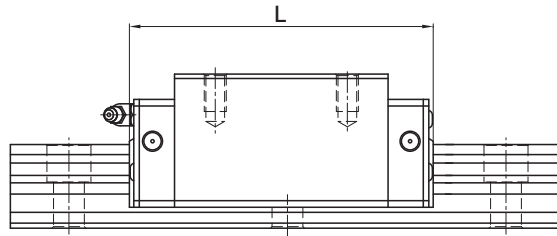


Table 2-1-19 Overall block length

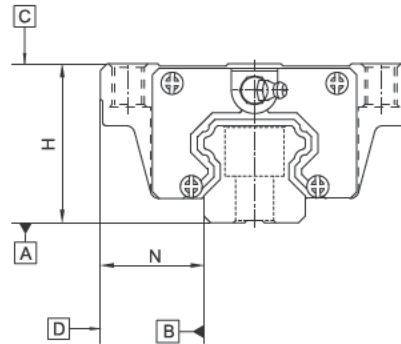
unit: mm

Size	Overall block length (L)					
	Standard/SH	ZZ/ZH	DD/DH	KK/KH	SW	ZW
HG15C	61.4	69	68	75.6	63.2	71
*HG20C	77.5	82.5	82.5	87.5	78.5	86.3
*HG20H	92.2	97.2	97.5	102.2	93.2	101
*HG25C	84	89	89	94	85	92.8
*HG25H	104.6	109.6	109.6	114.6	105.6	113.4
*HG30C	97.4	105.4	104.8	112.8	99	107.2
*HG30H	120.4	128.4	127.8	135.8	122	99.6
*HG35C	112.4	120.4	119.8	127.8	115.2	123.4
*HG35H	138.2	146.2	145.6	153.6	141	149.2
*HG45C	139.4	150	149.4	160	140	148.8
HG45H	171.2	181.8	181.2	191.8	171.8	180.6
HG55C	166.7	177.1	177.1	187.5	-	-
HG55H	204.8	215.2	215.2	225.5	-	-
HG65C	200.2	208.2	209.2	217.2	-	-
HG65H	259.6	267.6	268.6	276.6	-	-

Note : For the marking of “*”, it means this specification is available for SH/ZH/DH/KH dust proof accessories.

2-1-5 Accuracy Classes

The accuracy of HG series can be classified into normal (C), high (H), precision (P), super precision (SP), ultra precision (UP), five classes. Please choose the class by referring the accuracy of applied equipment.



Accuracy of interchangeable guideways

Table 2-1-7 Accuracy Standards

Item	HG - 15, 20		
	Normal (C)	High (H)	Precision (P)
Dimensional tolerance of height H	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Dimensional tolerance of width N	± 0.1	± 0.03	± 0.015
Variation of height H	0.02	0.01	0.006
Variation of width N	0.02	0.01	0.006
Running parallelism of block surface C to surface A	See Table 2-1-11		
Running parallelism of block surface D to surface B	See Table 2-1-11		

Table 2-1-8 Accuracy Standards

Unit: mm

Item	HG - 25, 30, 35		
	Normal (C)	High (H)	Precision (P)
Dimensional tolerance of height H	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Dimensional tolerance of width N	± 0.1	± 0.04	± 0.02
Variation of height H	0.02	0.015	0.007
Variation of width N	0.03	0.015	0.007
Running parallelism of block surface C to surface A	See Table 2-1-11		
Running parallelism of block surface D to surface B	See Table 2-1-11		

Table 2-1-9 Accuracy Standards

Unit: mm

Item	HG - 45, 55		
Accuracy Classes	Normal (C)	High (H)	Precision (P)
Dimensional tolerance of height H	± 0.1	± 0.05	± 0.025
Dimensional tolerance of width N	± 0.1	± 0.05	± 0.025
Variation of height H	0.03	0.015	0.007
Variation of width N	0.03	0.02	0.01
Running parallelism of block surface C to surface A	See Table 2-1-11		
Running parallelism of block surface D to surface B	See Table 2-1-11		

Table 2-1-10 Accuracy Standards

Unit: mm

Item	HG - 65		
Accuracy Classes	Normal (C)	High (H)	Precision (P)
Dimensional tolerance of height H	± 0.1	± 0.07	± 0.035
Dimensional tolerance of width N	± 0.1	± 0.07	± 0.035
Variation of height H	0.03	0.02	0.01
Variation of width N	0.03	0.025	0.015
Running parallelism of block surface C to surface A	See Table 2-1-11		
Running parallelism of block surface D to surface B	See Table 2-1-11		

Accuracy of running parallelism

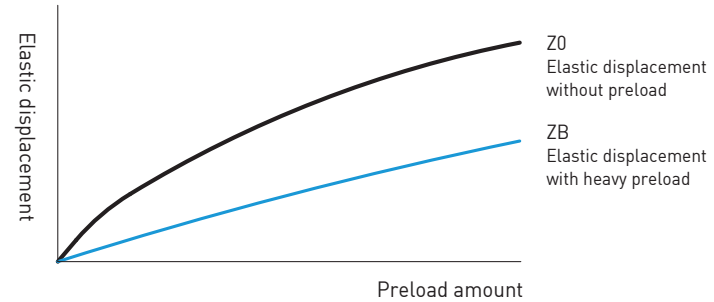
Table 2-1-11 Accuracy of Running Parallelism

Rail Length (mm)	Accuracy (μm)				
	C	H	P	SP	UP
~ 100	12	7	3	2	2
100 ~ 200	14	9	4	2	2
200 ~ 300	15	10	5	3	2
300 ~ 500	17	12	6	3	2
500 ~ 700	20	13	7	4	2
700 ~ 900	22	15	8	5	3
900 ~ 1,100	24	16	9	6	3
1,100 ~ 1,500	26	18	11	7	4
1,500 ~ 1,900	28	20	13	8	4
1,900 ~ 2,500	31	22	15	10	5
2,500 ~ 3,100	33	25	18	11	6
3,100 ~ 3,600	36	27	20	14	7
3,600 ~ 4,000	37	28	21	15	7

2-1-6 Preload

(1) Definition

A preload can be applied to each guideway. Oversized balls are used. Generally, a linear motion guideway has a negative clearance between groove and balls in order to improve stiffness and maintain high precision. The figure shows the load is multiplied by the preload, the rigidity is doubled and the deflection is reduced by one half. The preload not larger than ZA would be recommended for the model size under HG20 to avoid an over-preload affecting the guideway's life.



(2) Preload classes

HIWIN offers three classes of standard preload for various applications and conditions.

Table 2-1-12 Preload Classes

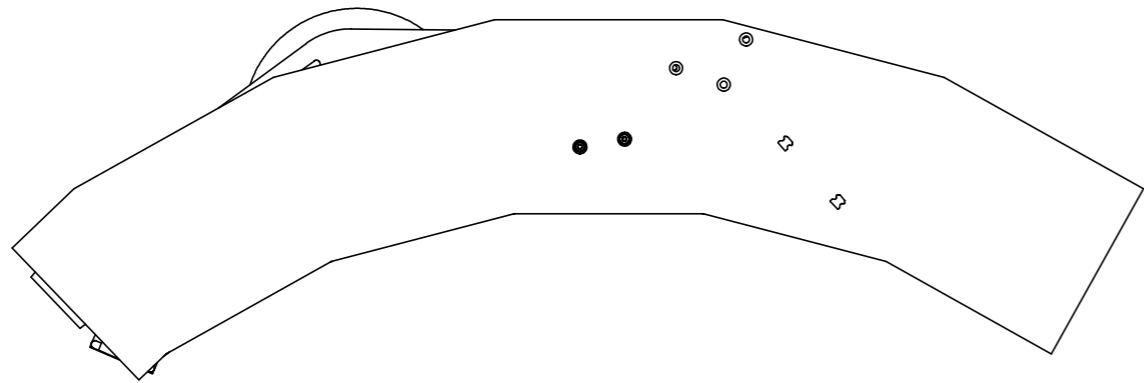
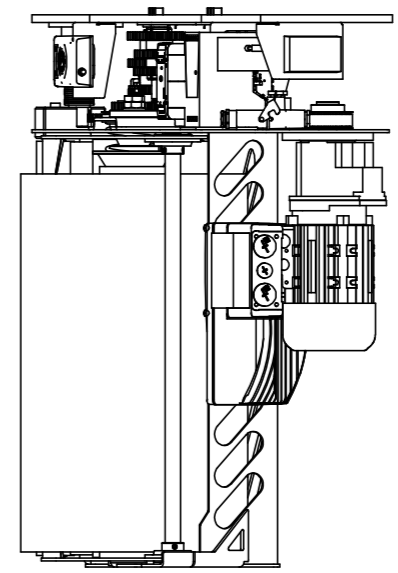
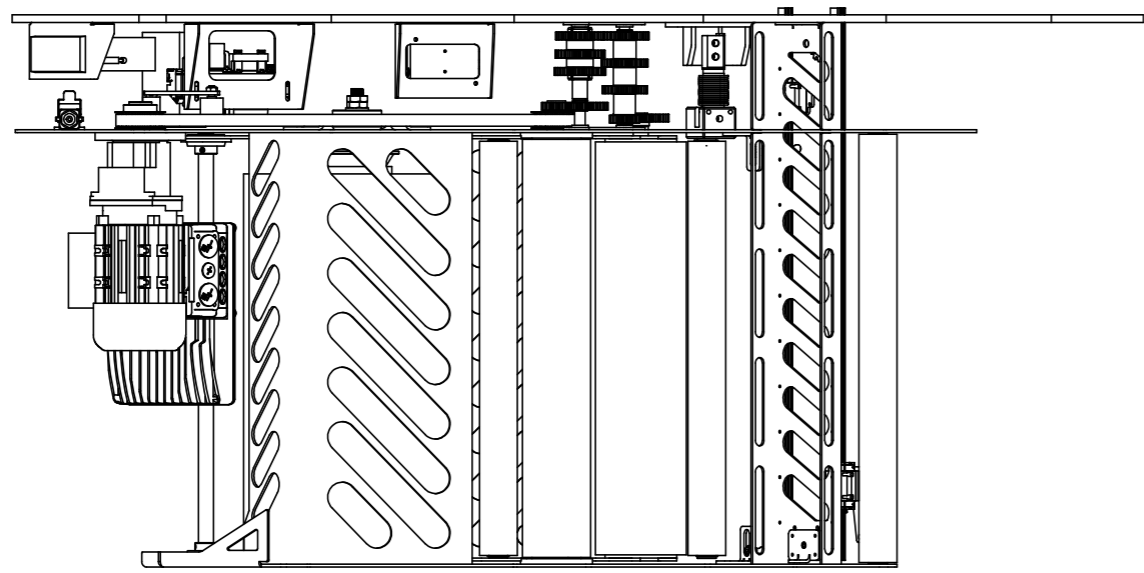
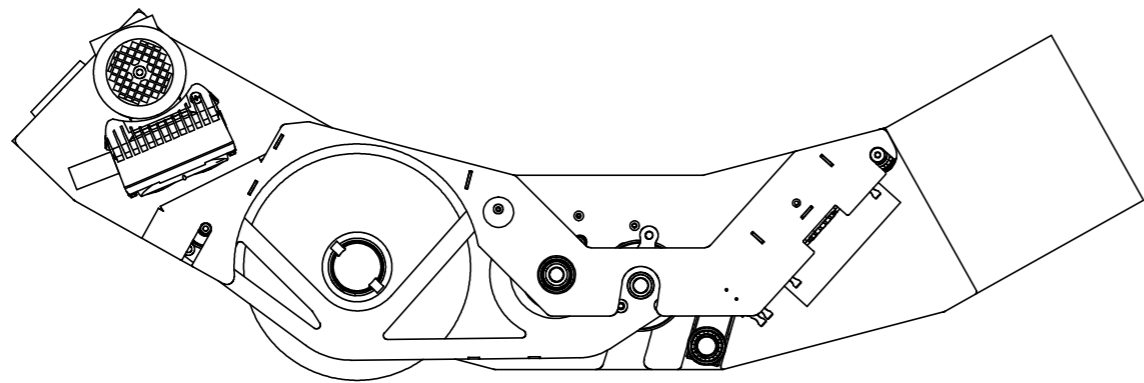
Class	Code	Preload	Condition	Examples of Application
Light Preload	Z0	0~ 0.02C	Certain load direction, low impact, low precision required	Transportation devices, auto-packing machines, X-Y axis for general industrial machines, welding machines, welders
Medium Preload	ZA	0.05C~0.07C	High precision required	Machining centers, Z axis for general industrial machines, EDM, NC lathes, Precision X-Y tables, measuring equipment
Heavy Preload	ZB	0.10C~ 0.12C	High rigidity required, with vibration and impact	Machining centers, grinding machines, NC lathes, horizontal and vertical milling machines, Z axis of machine tools, Heavy cutting machines
Class	Interchangeable Guideway		Non-Interchangeable Guideway	
Preload classes	Z0, ZA		Z0, ZA, ZB	

Note: The "C" in the preload column denotes basic dynamic load rating.

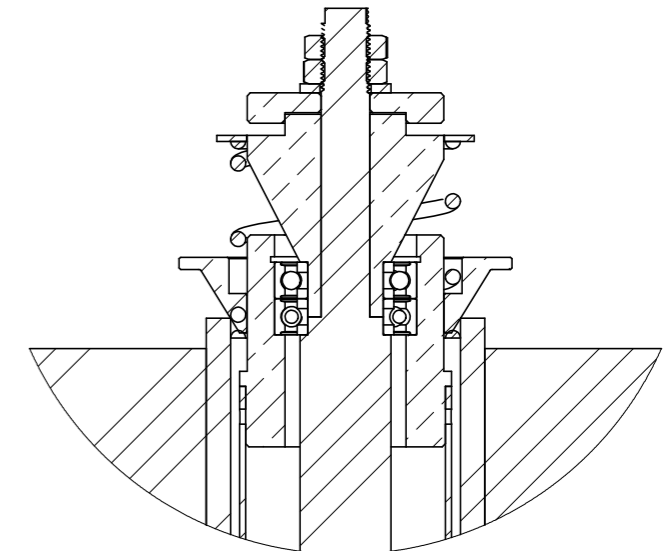
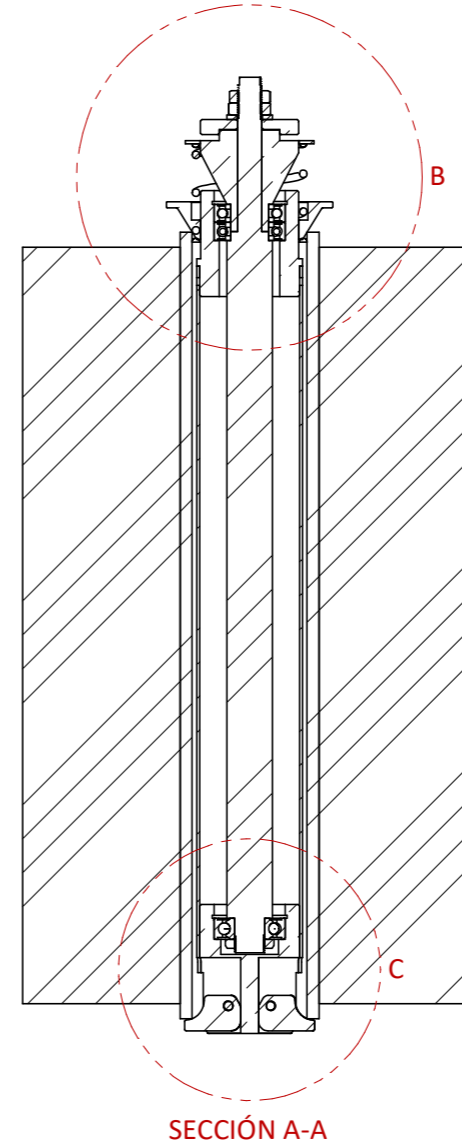
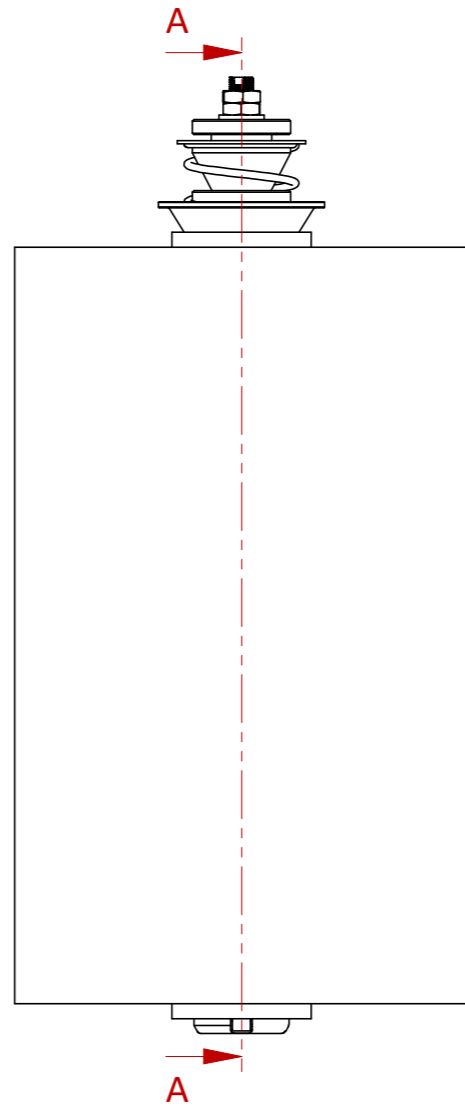
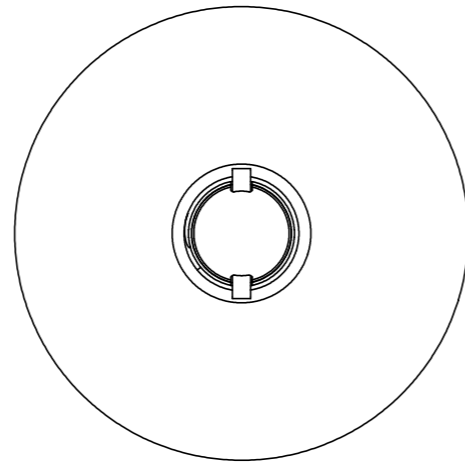
DOCUMENTO 3: PLANOS

CONTENIDO

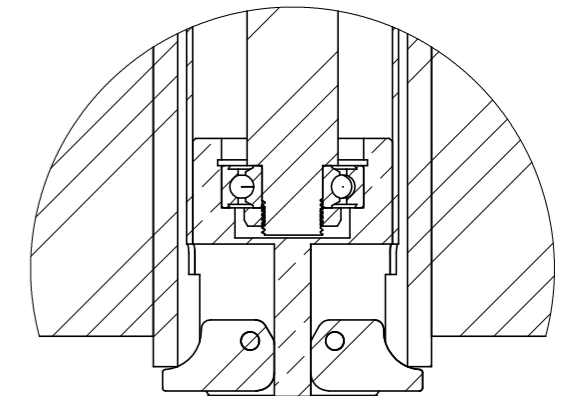
CONTENIDO.....	1
PLANO 1: CARRO PREESTIRO.....	2
PLANO 2: EJE PORTA BOBINAS	3
PLANO 3: MONTAJE CÉLULA DE CARGA.....	4
PLANO 4: RODILLO LOCO.	5
PLANO 5: RODILLO TRACTOR FIJO.	6
PLANO 6: RODILLO TRACTOR PUERTA.....	7
PLANO 7: SISTEMA CORDÓN.....	8



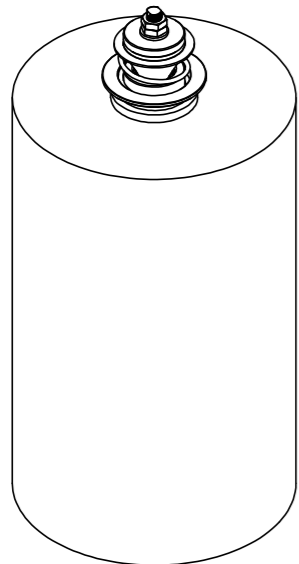
Cantidad:			Material:	Masa (kg):	Conformado inicial:
1				115.84	
Escala:	Hoja:	Formato:	Diseñado:	Fecha:	Conformado final:
1:10	1/1	A3 H	M. Higeo	18/10/2017	
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f			Aprobado:	Fecha:	Acabado:
innova END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS		Carro Preestiro C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\			Nº de plano: IE.002659. Diseño
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018					



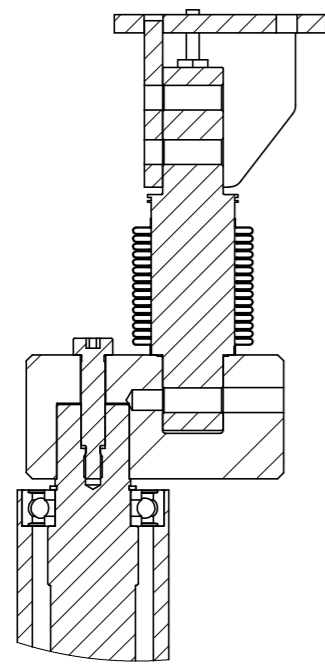
DETALLE B
ESCALA 2:5



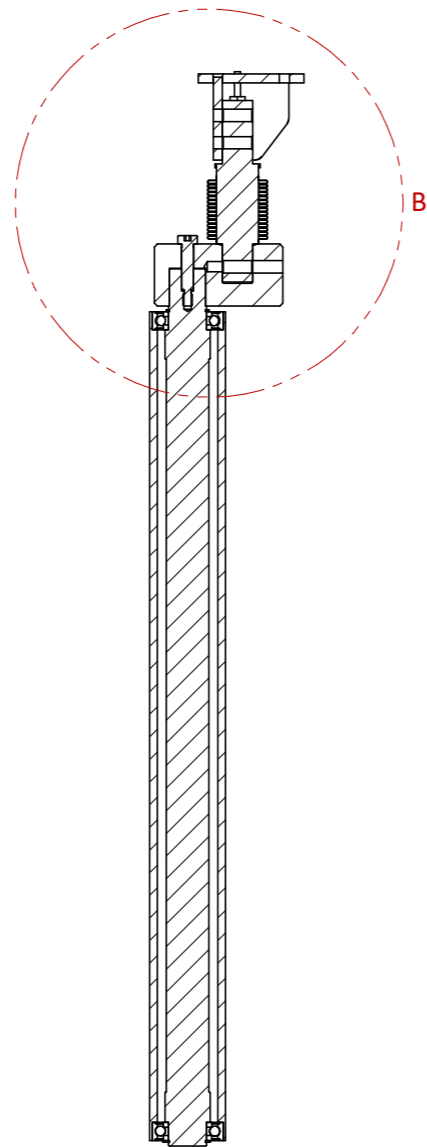
DETALLE C
ESCALA 2:5



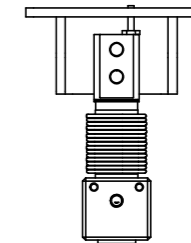
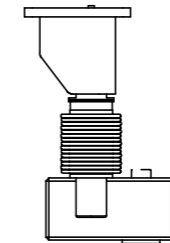
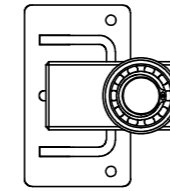
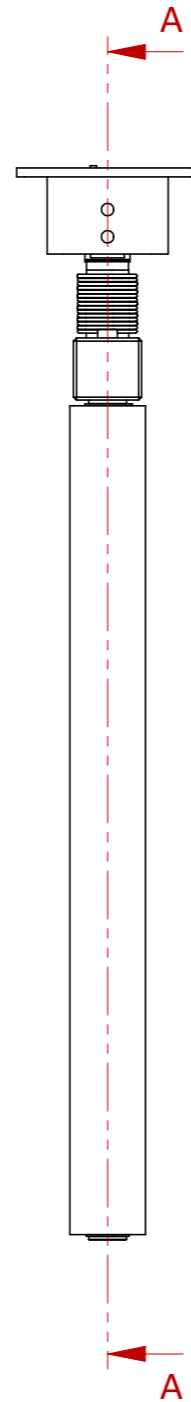
Cantidad:		Material:		Masa (kg):	Conformado inicial:
Escala:		Hoja:	Formato:	Diseñado:	Fecha:
1:5		1/1	A3 H	M. Higeo	18/10/2017
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f			Aprobado:	Fecha:	Acabado:
innova END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS				Eje porta bobinas C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\	
				Nº de plano: IE.002659. Diseño	
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018					



DETALLE B
ESCALA 2:5

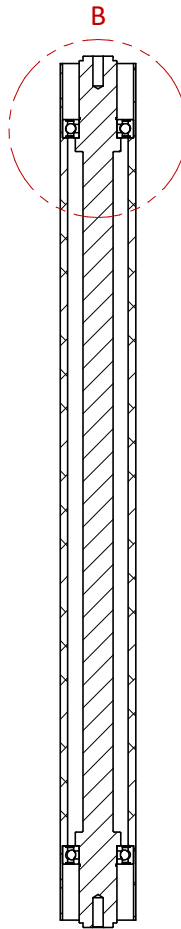
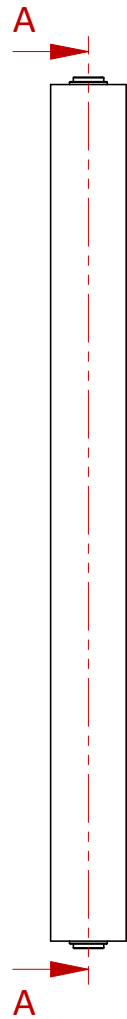
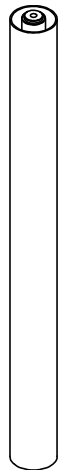


SECCIÓN A-A

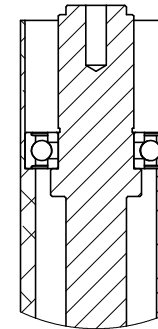


Cantidad:				Material:		Masa (kg):	8.01	Conformado inicial:	MONTAJE
Escala:	1:5	Hoja:	1/1	Formato:	A3 H	Diseñado:	M. Higeo	Fecha:	31/01/2018
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f				Aprobado:		Fecha:		Acabado:	SIN ACABADO
Innova		Montaje célula de carga				Nº de plano:		IE.003798. Diseño	
END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS		C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\							

Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018



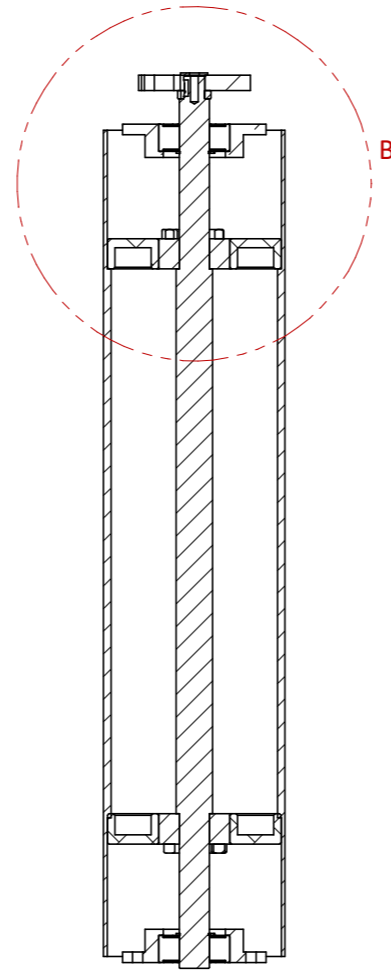
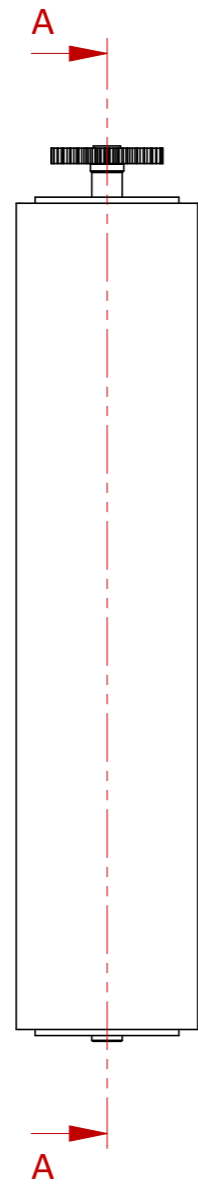
SECCIÓN A-A



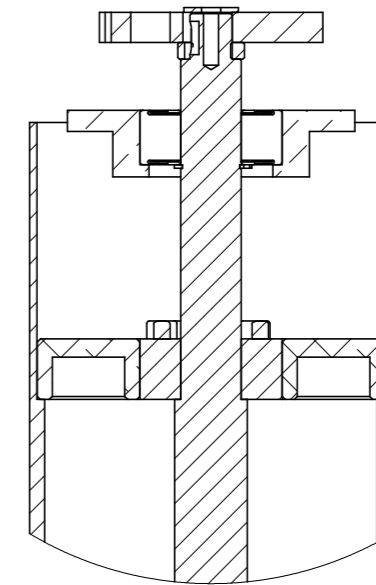
DETALLE B
ESCALA 2:5



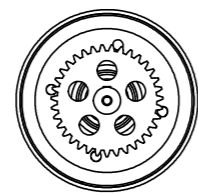
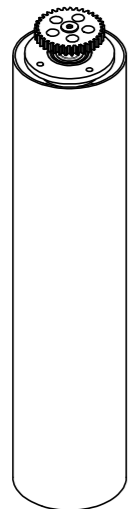
Cantidad:			Material:	Masa (kg): 115.84	Conformado inicial:
Escala: 1:5	Hoja: 1/1	Formato: A4 H	Diseñado: M. Higeo	Fecha: 18/10/2017	Conformado final:
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f			Aprobado:	Fecha:	Acabado:
Innova END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS			Rodillo loco C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\		Nº de plano: IE.002659. Diseño
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018					



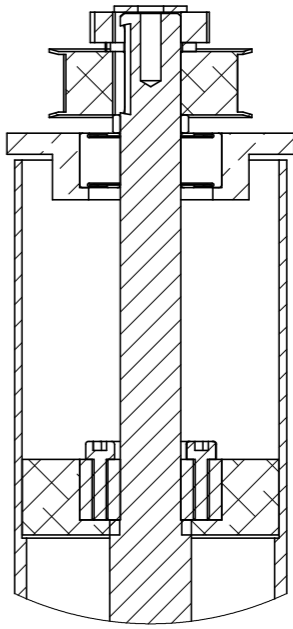
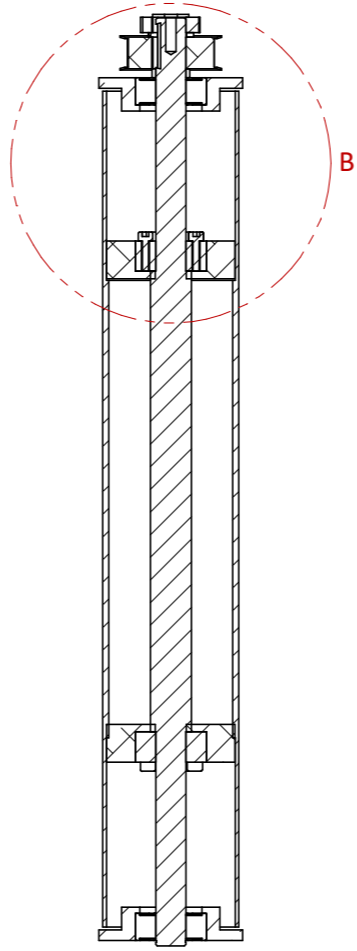
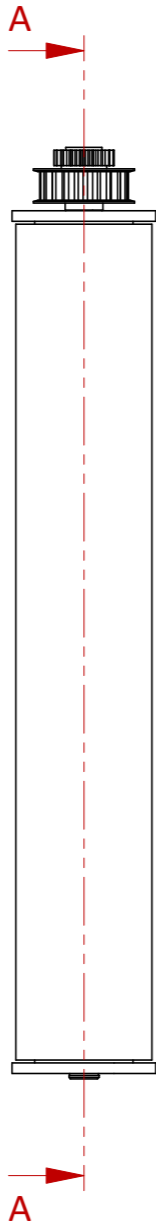
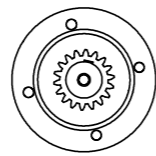
SECCIÓN A-A



DETALLE B
ESCALA 2:5



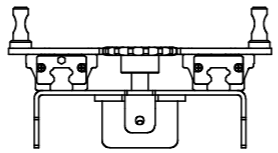
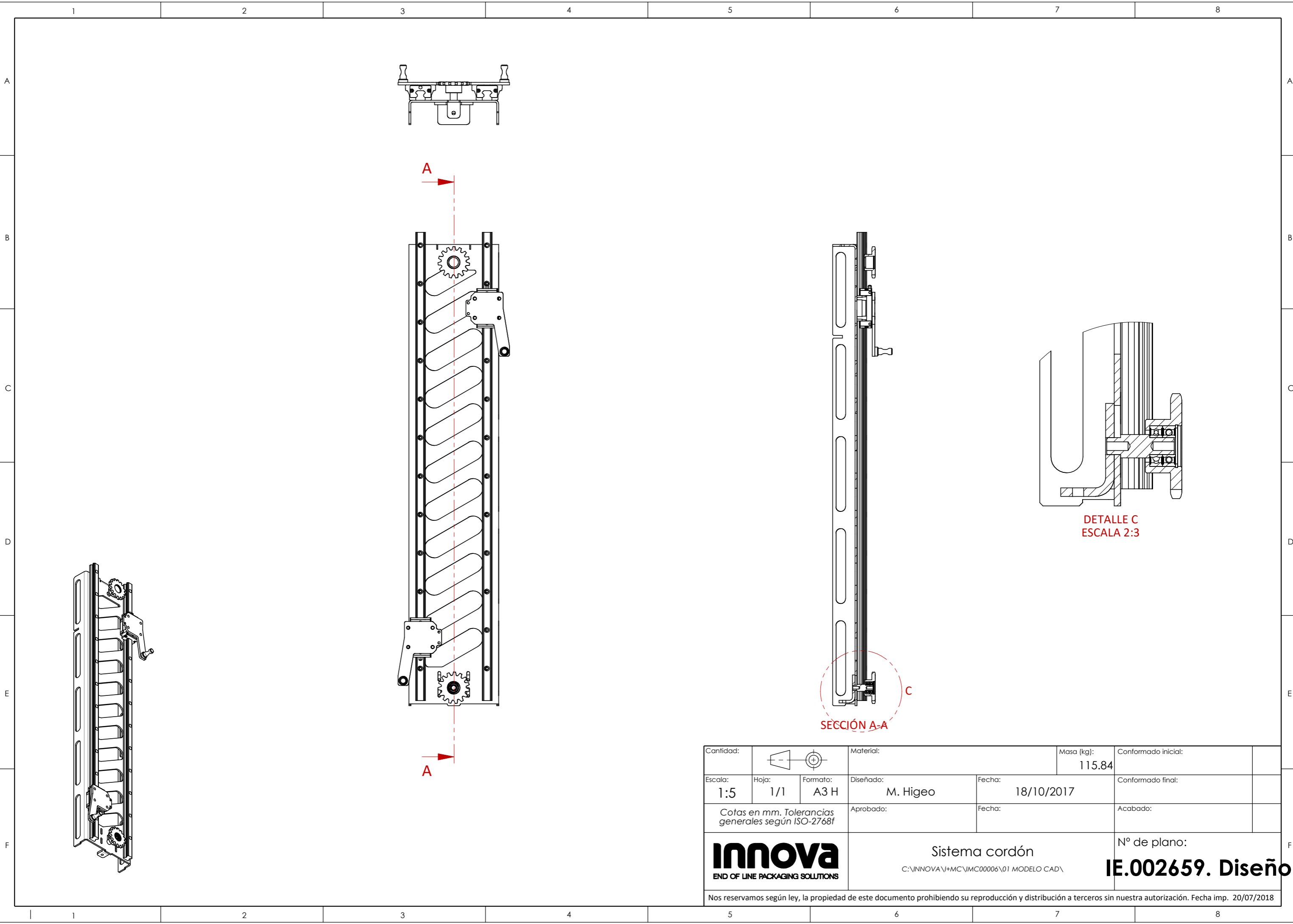
Cantidad:		Material:	Masa (kg):	Conformado inicial:
Escala:	Hoja:	Formato:	9.88	MONTAJE
1:5	1/1	A3 H	Diseñado:	Fecha:
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f		Aprobado:	M. Higeo	18/10/2017
		Fecha:	Acabado:	
Innova END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS			Rodillo tractor fijo C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\	Nº de plano: IE.002646. Diseño
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018				



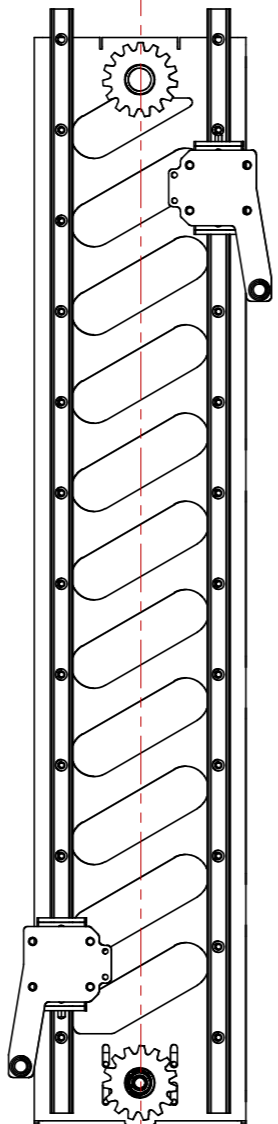
SECCIÓN A-A

DETALLE B
ESCALA 2:5

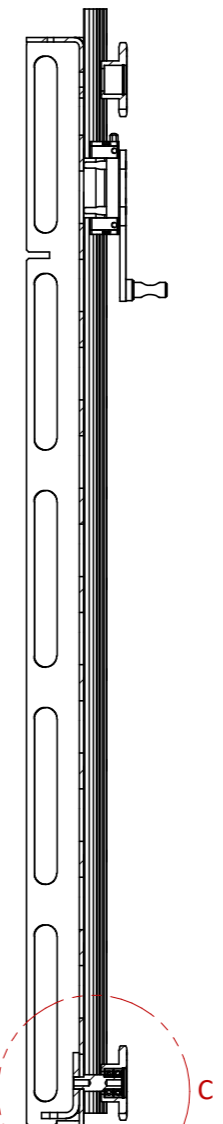
Cantidad:				Material:		Masa (kg):	Conformado inicial:
Escala:		Hoja:	Formato:	Diseñado:	Fecha:	7.85	MONTAJE
1:5		1/1	A3 H	M. Higeo	24/11/2017	Conformado final:	
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f				Aprobado:	Fecha:	Acabado:	
						-	
innova		Rodillo tractor puerta				Nº de plano:	
END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS		C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\				IE.003146. Diseño	
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018							



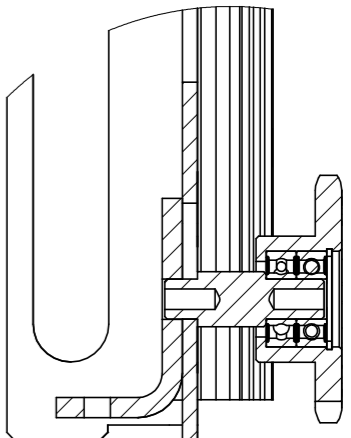
A



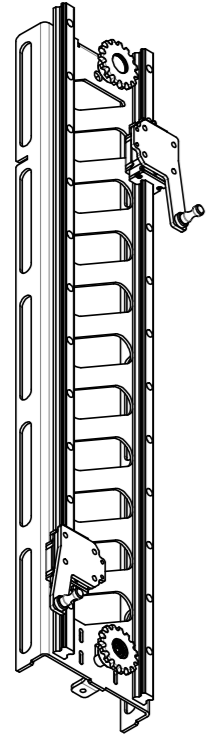
A



SECCIÓN A-A



DETALLE C
ESCALA 2:3



Cantidad:				Material:		Masa (kg):	Conformado inicial:		
Escala:		Hoja:		Diseñado:		Fecha:		Conformado final:	
1:5		1/1		M. Higeo		18/10/2017			
Cotas en mm. Tolerancias generales según ISO-2768f				Aprobado:		Fecha:		Acabado:	
Innova END OF LINE PACKAGING SOLUTIONS				Sistema cordón C:\INNOVA\+MC\JMC00006\01 MODELO CAD\				Nº de plano: IE.002659. Diseño	
Nos reservamos según ley, la propiedad de este documento prohibiendo su reproducción y distribución a terceros sin nuestra autorización. Fecha imp. 20/07/2018									

**DOCUMENTO 4:
PLIEGO DE
CONDICIONES**

CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS.....	2
1.1 Unidades constructivas	2
1.1.1 Suministro de material.	2
1.1.2 Montaje.....	2
1.1.3 Pruebas.	2
CAPÍTULO 2: CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN.	3
2.1. Listado de piezas y de materiales:	3
2.2. Calidades mínimas y normativas que han de cumplir los materiales:	3
2.3. Materiales defectuosos:	4
2.4. Pruebas y ensayos a los que se han de someter:.....	4
CAPÍTULO 3: EJECUCIÓN DE TRABAJOS.....	5
3.1. Suministros:	5
3.2. Fabricación:.....	5
3.3. Montaje:	5
3.4. Pruebas:.....	5
CAPÍTULO 4: ASPECTOS DEL CONTRATO CON SUMINISTRADORES:	6
4.1. Todo lo necesario para los fabricantes y proveedores:	6
4.2. Especificar las responsabilidades de los suministradores y montadores: 6	
4.3. Criterios de medición y valoración:	6
4.4. Criterios para modificaciones del proyecto inicial:.....	6
4.5. Garantía de materiales y funcionamiento indicando alcance y limitaciones:	7

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS.

Este documento concreta las especificaciones técnicas, legales y económicas de obligado cumplimiento que van a dictar la ejecución del proyecto. Complementando así los diferentes documentos del proyecto.

1.1 Unidades constructivas

Los trabajos a ejecutar se distribuyen según tres grandes grupos:

- Suministro de material.
- Montaje.
- Pruebas de funcionamiento. [1]

1.1.1 Suministro de material.

Las diferentes vías de suministro de material son:

- Comercial estándar (Ej. Rodamiento).
- Comercial a medida (Ej. Guía para patín).
- Componentes diseñados (Ej. Eje).

1.1.2 Montaje.

El montaje de la maquina comprende todos los conjuntos descritos en la memoria.

1.1.3 Pruebas.

Las pruebas a realizar para verificar el funcionamiento son los descritos en el apartado 5 de este documento (parte XXX del pliego de condiciones).

CAPÍTULO 2: CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN.

En este capítulo se describen las condiciones, procesos, calidades, normas, y leyes que rigen el proyecto.

2.1. Listado de piezas y de materiales:

Todos y cada uno de los componentes han de cumplir la normativa vigente para aprobar su utilización en el proyecto, siendo estas normativas:

2.2. Calidades mínimas y normativas que han de cumplir los materiales:

Aceros: los aceros cumplirán normativa derivada de su designación, siendo los posibles aceros:

- F-1110: Designación 1.1111, normativa aplicable: DIN, CK10; AFNOR, XC10; DENOMINACIÓN AMERICANA, 1010; UNI, C10.
- F-1140: Designación 1.1191, normativa aplicable: DIN, CK45; AFNOR, XC45; DENOMINACIÓN AMERICANA, 1045; UNI, C45.

Barras cromadas:

- F-1140: Designación 1.1191, normativa aplicable: DIN, CK45; AFNOR, XC45; DENOMINACIÓN AMERICANA, 1045; UNI, C45. Con un espesor de capa de cromo de 25 (± 5) micras. Rugosidad de 0.10 a 0.25 micras y dureza *Rockwell* de 67HRc.

Rodamientos:

- ANSI/AFBMA Std 9 : 1990: Tasas de carga y vida de fatiga para rodamientos de bolas.

Tornillería:

- Arandelas: Normal, DIN 125; Ala ancha, DIN 9021; Groover, DIN 6905; Belleville, DIN 6796.
- Tornillos: Hexagonales, DIN 933; Cabeza hueca hexagonal, 7984; Avellanados, DIN 7991.
- Tuercas: Hexagonal, DIN 934.

Chavetas:

- DIN 6885-1.

Anillos de sujeción:

- Interiores: DIN 472.
- Exteriores: DIN 471.

Tubo estructural:

- UNE EN 10305-5

2.3. Materiales defectuosos:

Los materiales que no cumplan con dicha normativa se desecharán directamente sustituyéndose por materiales que cumplan con las calidades exigidas en este proyecto.

2.4. Pruebas y ensayos a los que se han de someter:

Cada material estará ensayado y aprobado por el fabricante según la norma que lo designa. Es responsabilidad del proveedor de materiales comprobarlo y se responsabilizará asumiendo todos los posibles costes y responsabilidades de los problemas derivados.

Los gastos ocasionados por pruebas y ensayos debido a la inconformidad por parte del ingeniero corren a cuenta del proveedor.

CAPÍTULO 3: EJECUCIÓN DE TRABAJOS.

Todos los trabajos se van a realizar cumpliendo con las especificaciones técnicas siguientes:

3.1. Suministros:

Este apartado establece las condiciones de suministro para todo el material constituyente del proyecto.

Los plazos de entrega serán estipulados para cada material, pero nunca serán superiores a 2 semanas des del momento del pedido.

Cualquier tipo de desperfecto producido durante el transporte será responsabilidad de la empresa de transporte o en su caso del proveedor.

3.2. Fabricación:

Este Los materiales, acabados y calidades de todos los componentes a fabricar serán conforme a lo estipulado en el punto ANEJO 4: PAUTAS DE DISEÑO y este pliego de condiciones.

3.3. Montaje:

El montaje se realizara según las instrucciones de montaje del ingeniero y en caso de duda se detendrá el montaje para consultar con el ingeniero.

3.4. Pruebas:

Las pruebas se realizarán según el CAPÍTULO 6 del documento 1: MEMÓRIA. Y según las especificaciones del ingeniero en el momento de realizarse.

CAPÍTULO 4: ASPECTOS DEL CONTRATO CON SUMINISTRADORES:

4.1. Todo lo necesario para los fabricantes y proveedores:

El material para proveedores va a definirse según un número de referencia proveniente del proveedor y otro proveniente de la empresa (IP.XXXXX, IE.XXXX).

Si el material no es estándar siempre deberá ir acompañado de los documentos necesarios para su fabricación, planos, documentos DWG, documento STEP, etc.

Las piezas deben quedar completamente definidas antes de enviar la documentación al fabricante.

4.2. Especificar las responsabilidades de los suministradores y montadores:

Será responsabilidad de los proveedores que los suministros no cumplan, normativa o especificaciones de diseño según planos o documentos a fabricar. Asumiendo estos cualquier tipo de coste.

Será responsabilidad de INNOVA MAQUINARIA INDUSTRIAL cualquier daño que pueda producirse sobre el material una vez se ha dado por aprobado y apto para su montaje tras pasar su control de calidad.

4.3. Criterios de medición y valoración:

Tras la recepción del material se procederá a una revisión en la que se comprobará que no haya desperfectos, que cumplan con planos y que el material y acabados sean los correctos.

En caso de no ser satisfactorio se comunicará al proveedor para que rehaga el componente, corriendo este con los gastos derivados.

4.4. Criterios para modificaciones del proyecto inicial:

Solo se modificará el proyecto para resolver errores graves de funcionamiento, que imposibiliten las pruebas, o por cambios en el diseño.

En caso de que se modifique alguna parte del proyecto, los gastos, y retrasos serán responsabilidad del ingeniero.

El proceso para la modificación implica el reenvío de las partes a modificar a los proveedores asumiendo los costes de estas y de las ya fabricadas por el proveedor en caso de estar fabricadas.

4.5. Garantía de materiales y funcionamiento indicando alcance y limitaciones:

INNOVA MAQUINARIA INDUSTRIAL se hace responsable de cualquier fallo de los componentes debido a errores e diseño o montaje. Siempre que se hayan realizado las inspecciones técnicas anuales por ella misma en los plazos y realizado las reparaciones adecuadas.

Dichas inspecciones se realizarán una vez al año y constarán de:

- Comprobación de los dientes de los engranajes, de la correa y de las poleas.
- Verificación de la correcta lubricación de todos los componentes.
- Comprobación de la tensión de la correa de transmisión y de la propia correa.
- Comprobación visual de todos los elementos.

Una vez realizadas las dos primeras inspecciones técnicas anuales se entiende que los componentes pueden fallar por desgaste derivado de su uso normal y los costes de mantenimiento ya pasarán a formar parte del cliente.