

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Imas Esparza, Elisa

Latorre Biel, Juan Ignacio

Tudela, 19 de Junio de 2017

Este proyecto no hubiese sido posible sin la ayuda y el apoyo de Juan Ignacio Latorre, como excelente director de proyecto, los compañeros de la empresa, en especial, el equipo de mantenimiento y los compañeros de la universidad.

GRACIAS

RESUMEN

Este proyecto tiene como propósito el análisis, la elaboración de propuestas de mejora y la aplicación de las que proceda en una línea de llenado de verduras instalada en una empresa del sector agroalimentario perteneciente al grupo AN y situada en Andosilla. En el funcionamiento de la línea tal y como se encuentra en la actualidad se producen pérdidas de producto y rotura de envases que disminuyen el rendimiento por debajo de su valor teórico. Por este motivo, se pretende identificar las causas de este bajo rendimiento, centrándose en el proceso de cerrado de frascos, con el objetivo de proponer mejoras en el diseño mecánico del equipamiento que permitan aumentar la producción y reducir las pérdidas. Para realizar las modificaciones mecánicas de la instalación se utilizarán programas de diseño mecánico y se elegirán componentes estandarizados, en la medida de lo posible, para que el coste sea lo más reducido posible.

PALABRAS CLAVE

Embotadora, cerradora, frascos, V720, B370, alimentación, verduras, compresión, sinfín, rueda con brazos, ajuste nivel de llenado, pérdidas, rendimiento.

ABSTRACT

This project has as purpose the analysis, the elaboration of the improvement's proposals and the application of which the procedure in a filling line of the vegetables installed in the company of the process food industry belonging to the AN group and located in Andosilla. In the operation of the line as it currently stands, there are losses of product and breakage of containers that decrease the yield below its theoretical value. For this reason, it identifies the causes of this low performance, focusing on the process of closing bottles, with the objective of proposing improvements in the mechanical design of the equipment that allows to increase production and reduce losses. In order to carry out the mechanical modifications of the installation, the mechanical design programs are used and the standardized components are selected, as far as possible, so that the cost is as small as possible.

KEYWORDS

Bottling, sealing, flasks, V720, B370, feed, vegetables, compression, auger, wheel with arms, level of fill, losses, yield.

INDICE

1. Contextualización y planteamiento de la necesidad a resolver	1
1.1. Descripción del proceso existente.	2
2. Objetivos del proyecto y especificaciones del producto	6
3. Estudio de soluciones alternativas al problema planteado	11
3.1 Alternativas comerciales desarrolladas en la industria alimentaria	11
3.2. Soluciones parciales a subproblemas concretos.	14
3.2.1. Sujeción de los botes.	15
3.2.2. Separación determinada de los frascos.	16
3.2.3. Retirada producto caído.	17
3.3 Alternativas nuevas desarrolladas.	18
3.4. Alternativas nuevas construidas con soluciones parciales provenientes de diferentes fuentes	20
4. Elección justificada de una solución	24
5. Desarrollo de la alternativa escogida	26
5.1. Desarrollo del sistema mecánico	26
5.2. Desarrollo sistema eléctrico.	46
5.3. Ensamblaje y distribución de los distintos elementos.	55
6. Presupuesto	58
7. Proceso de fabricación.	59
8. Comprobación de las especificaciones	64
9. Conclusiones.	66
10. Líneas futuras	68
11. Bibliografía.	69
ANEXO I. Planos	
ANEXO II. Elementos comerciales	
ANEXO III. Presupuesto	

Ilustración 1. Sección de llenado de la línea de producción de conservas vegetales.	4
Ilustración 2. Túnel de líquido de gobierno y calentador	4
Ilustración 3. Frasco V720	9
Ilustración 4. Frasco B370.....	9
Ilustración 5. Ajuste de llenado con pistón vertical en embotado de aceitunas. (Tecnolactea, 2017)	11
Ilustración 6. Representación esquematizada del proceso de colocación de tapón sobre envase contenedor de gazpacho.....	12
Ilustración 7. Rueda brazada para ajustar llenado de llenadora Zilli&Bellini. (Zilli&Bellini, 2016).....	13
Ilustración 8. Sistema para hacer oscilar el envase contenedor con el producto deseado. (Zilli&Bellini, 2016).....	13
Ilustración 9. Llenadora telescópica Zilli&Bellini. (Zilli&Bellini, 2016).....	14
Ilustración 10.Sistema estrella para sujetar y guiar frascos. (Comas-machines, 2012) .	15
Ilustración 11. Sistema sujeción botes lineal.....	15
Ilustración 12. Cinta con pletinas para sujeción de cajas de cartón	16
Ilustración 13. Sinfín espaciador botellas de alcohol.	16
Ilustración 14. Bandas para sujeción lateral. (Penglaichina, 2016).....	17
Ilustración 15. Esquema simplificado representativo del movimiento que realizaran los rodillos	19
Ilustración 16. Distintos tipos de rodillos que podrían utilizarse en esta alternativa. (Schleifen, 2017)	19
Ilustración 17 Esquema simplificado funcionamiento alternativa	20
Ilustración 18. Explicación por imágenes de la formación de la máquina.	21
Ilustración 19. Explicación por imágenes de la formación de la alternativa.....	21
Ilustración 20.Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.....	22
Ilustración 21.Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.....	22
Ilustración 22. Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.....	23
Ilustración 23. Embolo para ensayos de efectividad de la alternativa escogida.....	24
Ilustración 24. Representación de la hipótesis de partida.....	27
Ilustración 25. Esquema simplificativo de la base de cálculo considerada.....	28
Ilustración 26. Representación esquemática de la distancia entre bote estando en el sinfín	30
Ilustración 27. Desarrollo diseño 3D enfocando transmisiones por engranajes.....	34

Ilustración 28. Transmisión A	36
Ilustración 29. Transmisión B	37
Ilustración 30. Representación de distancias relativas sobre boceto de reenvío frasco y rueda	38
Ilustración 31. Representación de distancias relativas en el eje X sobre boceto sinfín rueda y bote	40
Ilustración 32. Esquema distancia entre centro de piñones para formato V720.....	41
Ilustración 33. Representación base de cálculo para hallar distancias entre centros de piñones para formato B370.....	42
Ilustración 34. Representación distancias entre centros de piñones para formato B370	43
Ilustración 35. Esquema comparativo distancias entre centros de piñones para los distintos formatos de envase.	43
Ilustración 36. Distancia entre ejes en la transmisión A.....	44
Ilustración 37. Longitud de cadena para la transmisión A.	45
Ilustración 38. Longitud de cadena para la transmisión B.	46
Ilustración 39. Esquema representación de las fuerzas en el instante que el embolo entra en contacto con el producto	49
Ilustración 40, Representación de la reacción que se da cuando el embolo es colineal al frasco.	51
Ilustración 41. Tabla motores de 0,55kW.....	55
Ilustración 42. Plano en perspectiva conjunto total ensamblado.....	56
Ilustración 43. Diseño 3D del conjunto total en SolidWorks	57
Ilustración 44. Maquina de laminado realizando sinfín (Wu, 2013)	59
Ilustración 45. Centro de mecanizado de cuatro ejes. (Interempresas, 2015)	60
Ilustración 46. Torno. (Sandvik, 2011).....	60
Ilustración 47. Centro de mecanizado de tres ejes. (Slideshare, 2010)	61

Tabla 1. Dimensiones formato V720.....	8
Tabla 2. Dimensiones formato B370.....	9
Tabla 3. Velocidades de trabajo del proceso anterior y posterior al nuevo diseño.	31
Tabla 4. Nomenclatura de los distintos elementos para la realización de los cálculos relacionados con la transmisión de velocidades	34
Tabla 5. Velocidades angulares requeridas.	35
Tabla 6. Potencias requerida por cada elemento.	54
Tabla 7. Subconjuntos que conforman la maquina.....	56

1. Contextualización y planteamiento de la necesidad a resolver

Introducción. Gracias a la gran demanda dada en el sector, las empresas han de estar preparadas para poder abastecer volúmenes considerables en tiempos limitados. En especial la empresa en la cual se realizara este proyecto, debido a que su producción se ve limitada a los meses de campaña de la correspondiente hortaliza o verdura que se realice. Su peso en el mercado ha aumentado notoriamente, siendo una de las principales conserveras de la zona, por ello, su efectividad en el trabajo es primordial. Para alcanzar estos objetivos, uno de los medios utilizados es el diseño e instalación de nueva maquinaria rápida y eficaz que agilice los procesos de producción.

Localización de la empresa. La empresa a la que nos referenciamos es “Riberega Sociedad Cooperativa” una empresa cooperativa dedicada a la elaboración de conservas de verduras, perteneciente al Grupo AN, cooperativa Navarra la cual tiene poder en distintos sectores, como el agroindustrial, agroalimentario y energéticos. Riberega, cuenta con dos sedes situadas en Castejón y Andosilla, en este estudio todo lo que se va a realizar está destinado para ser utilizado en un proceso de producción de Andosilla. Más concretamente, nos centraremos en una línea de llenado, en la cual se fabrican distintas verduras como alubia verde, cardo o espinaca entre otras.

Situación actual, contextualización. En la actualidad, este proceso de llenado se realiza con una maquinaria sencilla, en la cual los operarios empujan el producto congelado sobre los botes para llenarlos hasta el rebose. La dureza y rigidez de los trozos de verdura congelada provoca que no se asiente como debiera, dejando espacios libres. Esto hace que, con el propósito de cumplir con el peso escurrido mínimo por bote, sean llenados hasta arriba, copete incluido, y se requiera un proceso de “prensado” posterior, para asegurar el buen funcionamiento del proceso de cerrado. El último operario de la sección de llenado de la línea, es el encargado de desempeñar esta función y debe presionar el producto hacia el interior del bote para así rellenar, todo lo que sea posible, los huecos de aire y hacer que tanto la distancia de cabeza como el peso escurrido sea el adecuado.

Una vez lleno, se deposita el líquido de gobierno de manera “descontrolada”, hasta el rebose. Este descongela un poco el producto y hace que se eleve hasta la boca del recipiente. Como consecuencia, parte del producto queda suspendido o adherido a las paredes y la boca del envase, incumpliendo así la distancia de cabeza mínima obligatoria y provocando que los frascos en los que esto sucede, sean mal cerrados. Debido a esta causa, las pérdidas se han cuantificado sobre un 1,5% de la producción total por turno. Esto supone aproximadamente 400 botes por turno de producción.

Esta situación además puede llegar a ocasionar fallos en la maquina cerradora y forzar la parada de la línea de producción en numerosas ocasiones, esto conlleva perdidas de producto y envases y disminución de la productividad y el rendimiento de la fabricación que hemos de evitar.

Debido a las características de la línea actualmente, cuando se dan fallos en la maquina cerradora, sea por el motivo expuesto o por otros, se genera un problema añadido. Las líneas que preceden no se detienen automáticamente, de tal forma que siguen llegando botes a la cerradora. Esto hace que un operario tenga que sacar todos esos botes a mano uno por uno para volver a introducirlos en la entrada del túnel de líquido de gobierno y calentador. Esto provoca de igual manera atascos, disminución de productividad y rendimiento de la producción.

Conclusión. Debido a la velocidad y cantidad de producción, los operarios no dan abasto para reparar el total de los frascos requeridos y asegurar así que el peso y nivel de los mismos es el adecuado, como el funcionamiento y la calidad del cerrado de estos.

1.1. Descripción del proceso existente.

El proceso de producción donde queremos realizar la modificación para cumplir nuestro objetivo consta principalmente de tres partes, las cuales están diseñadas como módulos separados y empalmados por uniones en las cintas transportadoras. En cada uno de ellos se realiza una función. En primer lugar el llenado del frasco, en segundo lugar el vertido de líquido de gobierno y precalentado y por último, el cierre de los botes. A continuación vamos a explicar cada uno de estos procesos de manera detallada, ya que nuestro objetivo es modificar o añadir elementos a la maquinaria ya existente y para poder

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

entender mejor la situación y realizar un trabajo útil y efectivo debemos conocer perfectamente el funcionamiento y las restricciones que las propias instalaciones existentes nos presentan.

Proceso de llenado de frascos.

Trata de un proceso prácticamente manual, en el cual el llenado de los botes se realiza por empuje y caída libre del producto sobre el mismo. Para este primer proceso, se requiere un mínimo de tres personas ya que, previamente a realizar el llenado, es necesaria la administración de envase y producto hasta el puesto dicho.

Para la preparación y transporte del producto hasta el puesto de llenado, se utiliza un volteador con caída a una tolva reguladora, la cual puede ser accionada desde el puesto de llenado para controlar bajo la demanda y la posibilidad del operario que recibe el producto. Tras la caída de esta tolva pasa a una cinta transportadora que la conduce hasta el puesto.

En el proceso de surtir envase se requiere un operario, ya que esta acción se realiza de manera manual, colocando uno por uno los botes en un disco giratorio que va guiando a estos hacia la salida a la cinta transportadora donde a continuación serán llenados.

En el punto donde concurren las dos cintas transportadoras anteriormente nombradas, se sitúa el operario encargado del llenado de los frascos. La cinta que transporta el producto se encuentra aproximadamente un metro por encima de la cinta del envase, facilitando así la caída de las verduras por una superficie inclinada hasta llegar a la altura de la boca del frasco. En este momento, es cuando el operario debe realizar un movimiento de empuje del producto hacia los frascos para dejarlo caer sobre los mismos. Dos guías sobre la boca de los botes, delimitan el espacio libre por el cual puede precipitar el producto, facilitan el llenado y la caída del mismo a la cinta de recuperación, situada a menor altura y cuyo objetivo es reconducir el producto que no ha sido embotado hasta la cinta transportadora de alimentación inicial. Este mismo operario, que realiza el llenado, debe realizar la función de prensar el producto, para evitar que contenga los menos espacios ocupados por aire posibles. Debido a la dureza y rigidez del producto por su estado de congelación, no es una tarea fácil.

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

A continuación, en la *Ilustración 1* se muestra la maquinaria descrita en los párrafos anteriores.

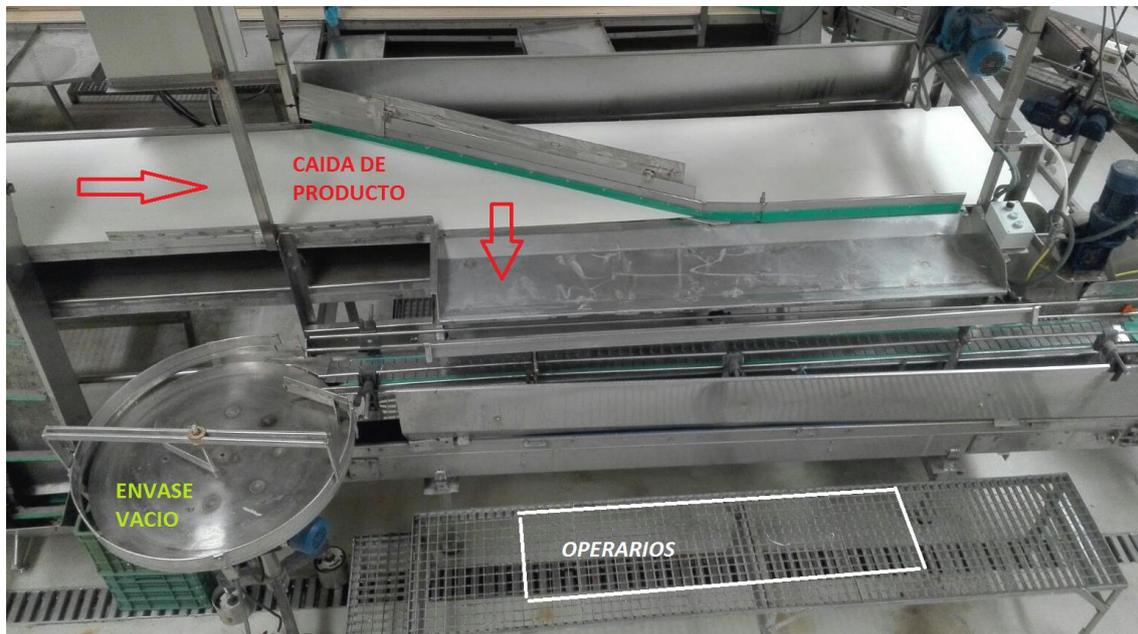


Ilustración 1. Sección de llenado de la línea de producción de conservas vegetales.

Túnel de vertido de líquido de gobierno y precalentado.

Este proceso, no requiere ningún operario, ya que la cinta transportadora que guía los frascos ya llenados, se une a la cinta que atraviesa el túnel, que se muestra a continuación en la *Ilustración 2*, de manera autónoma.



Ilustración 2. Túnel de líquido de gobierno y calentador

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

En este proceso, el líquido de gobierno o de cobertura, compuesto por agua, ácido cítrico y sal, si el cliente lo quiere, se deposita sobre los frascos a una temperatura de entre 90°C y 95°C. Esto se realiza mediante una tubería situada en la parte superior del túnel, justo por encima de los botes, perforada por varios lugares. Así, por las perforaciones se dejar caer el líquido de manera continuada sobre los botes que se van desplazando.

Por otro lado, se introduce en el túnel vapor de agua por diferentes puntos a una temperatura aproximadamente de entre 150°C y 160°C para realizar un pre escaldado del producto y facilitar la descongelación del mismo.

Cerradora

Se trata de una cerradora automática, en la cual, la única función que ha de realizar el operario es la colocación de las tapas en el depósito de estas. De este depósito, situado aproximadamente un metro por encima de la cinta que transporta los frascos, las tapas son conducidas hasta un carril de bajada, hasta llegar a una posición estática, quedando a disposición de ser recogidas y arrastradas por los botes que se desplazan por la cinta. Este carril se encuentra siempre completo de tapas, para minimizar los tiempos de disposición de una nueva en el lugar de recogida.

Una vez se encuentra la tapa sobre la boca del frasco, una superficie dispuesta a la altura exacta del bote, presiona la tapa sobre este. Dos cintas laterales, con sentidos de giros opuestos y velocidades elevadas, fuerzan el giro del bote sobre la tapa, la cual se mantiene fija, para realizar el cierre. Previamente, con un mecanismo similar, se realiza un ajuste de posición de la tapa respecto al bote, para asegurar la correcta colocación de todas las pletinas de la tapa sobre las crestas de la boca del frasco.

2. Objetivos del proyecto y especificaciones del producto

El objetivo de este proyecto es buscar alternativas que reduzcan las pérdidas tanto de producto como de envase, de una manera eficiente en el proceso de llenado y cerrado de frascos de dos formatos para diferentes verduras. Así como mejorar los tiempos de producción y aumentar la productividad de la línea.

Por lo observado a pie de fábrica, y lo expuesto anteriormente, podemos concluir que gran parte de estas pérdidas, se dan por el incorrecto funcionamiento en la cerradora, ya sea por los efectos causador por el producto que queda suspendido en los bordes del frasco o por otras causas que generan atascos en los procesos que anteceden a esta.

Para analizar bien los posibles fallos y la repercusión que estos tendrían, vamos a separarlo en dos grupos, por un lado, los generados por el producto posado en la boca del frasco, y por otro, los fallos mecánicos de la propia cerradora que pueden hacer que en un momento dado no sea posible llevar el ritmo habitual de trabajo.

Los caso de fallos producidos por producto mal embotado, se pueden dar tanto en la maquina como en el propio producto. Dependiendo del grosor, la cantidad, o la posición del producto suspendido, la cerradora, será capaz de cerrar el frasco, pero nunca de forma correcta y segura, ya que siempre quedará algo de espacio en el lugar donde el producto haya entorpecido el cerrado, facilitando así la pérdida del vacío tras la esterilización de los botes. En estos casos, producto y envase han de ser tirados, sin opción de recuperación, lo cual supone grandes pérdidas para la empresa. Por otro lado, en los casos en los cuales la cerradora no es capaz de romper el producto suspendido, la desviación de la correcta posición del frasco y las fuerzas que se le aplican, hacen que este se vuelque habitualmente. Generando en algunas ocasiones la rotura de los envases y por consiguiente posibles atascos en la maquinaria debido a trozos de materiales. En este caso, la pérdida del envase y el producto también sería irreparable.

Las consecuencias que se pueden dar en las situaciones donde la cerradora falla por causas mecánicas o ajenas a la disposición del producto en el bote, pueden ser muy diversas. Nos centraremos en dos principalmente, los atascos generados y la saturación

en la cerradora tras estos. Cuando se dan estas situaciones, a lo largo de toda la línea transportadora del túnel de líquido de gobierno se acumulan más botes de lo permitido, debido a que en el inicio del proceso se siguen introduciendo envases pero se van reteniendo a la entrada de la cerradora, hasta alcanzar tal presión que puede llegar a tirarlos y romperlos. También, la retención y la acumulación de estos frascos en el túnel hacen que una vez se haya solucionado el problema de la cerradora, entren a ella demasiados botes seguidos, pudiendo generar nuevos problemas, ya que está trabajando por encima de su velocidad máxima permitida. Una solución de la cual habitualmente se dispone, es retirar los botes manualmente a la salida del túnel y volver a introducirlos por el inicio del mismo en el momento que está solucionada la avería. Todos estos incidentes generan pérdidas de producto y envase en caso de rotura en el túnel de líquido de gobierno, y pérdidas de productividad y calidad del producto en el caso de tener que llegar a recircular los botes.

Para solucionar estos problemas, nuestro objetivo es diseñar y desarrollar un mecanismo que nos asegure que todo envase que entre en la cerradora lo haga con la boca del frasco limpia, el peso escurrido adecuado y la distancia de cabeza requerida. Todas las opciones han de ser diseñadas de tal forma que la instalación de la solución adoptada se pueda llevar a cabo por el equipo de mantenimiento de la empresa.

Gracias a la construcción de la línea por módulos, y debido al reducido espacio disponible en el módulo de cerrado, donde se ha especificado que ha de ir nuestra modificación, esta se hará como un nuevo módulo independiente. Esto es posible gracias al espacio disponible en la nave donde se sitúa la línea de producción.

La realización de la solución como un módulo independiente el cual se añade entre la salida del precalentado y la entrada de la cerradora, nos da considerable libertad a la hora de dimensionar nuestra solución, ya que no tenemos restricciones de espacio en ninguna de las direcciones.

Como nuestra maquina se va a situar entre la salida del túnel de líquido de gobierno y precalentamiento y la entrada a la cerradora de botes y con el objetivo de no crear en ningún punto de la línea cuello de botella o retenciones por diferencias negativas de velocidades, hemos acotado el rango de velocidades a los culés puede trabajar el nuevo

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

módulo. Teniendo que ser esta siempre mayor que la velocidad de la cinta del túnel y menor que la de la cerradora.

Una restricción importante a la hora de pensar en el diseño del mecanismo para ajustar la posición del producto sobre el envase es que en esta línea se realiza la fabricación de dos formatos de frascos diferentes. Estos son los formatos V720 y B370, los cuales serán explicados a continuación.

Frasco V720

Habitualmente la mayor parte de la producción total de esta línea se realiza en este formato.

Lo que nos condiciona de esto, son las diferentes dimensiones, por lo tanto, hemos de conocerlas con exactitud. Estas han sido medidas con un pie de rey, bajo un margen de error de $\pm 0,01\text{mm}$. A continuación se muestra la *Tabla 1*, donde se reflejan los resultados obtenidos en función a la realización de 5 medidas y obtención de la media de estas.

Tabla 1. Dimensiones formato V720

PARTES DEL FRASCO V720		MEDICIONES DIAMETROS[mm]					DIAMETRO MEDIO[mm]
		1	2	3	4	5	
BOCA	INTERIOR	63,01	63,18	63,14	63,20	63,15	63,14
	EXT DIENTES	75,11	75,34	75,42	75,20	75,31	75,28
	EXT SIN DIENTES	72,37	72,27	72,41	72,41	72,25	72,34
ALTURA	BOCA	18,23	18,28	18,22	18,25	18,23	18,24
	SIN BOCA	153,35	153,36	153,35	153,37	153,32	153,35
	TOTAL	171,58	171,64	171,57	171,62	171,55	171,59
BASE		69,69	69,53	67,57	66,71	67,13	68,13
CENTRO BOTE		80,76	80,64	80,75	80,87	80,7	80,744

También hemos de tener en cuenta la capacidad, resistencia del material, el peso en vacío y otros datos que obtenemos de la ficha técnica del producto. Y que se muestran a continuación. Estos datos han sido extraídos de la página oficial del proveedor habitual de envase de la empresa. En la *Ilustración 3* se muestra una imagen de este envase (RIOJA, 2017)

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

Capacidad → 720 ml

Peso → 270g

Diámetro → 81mm

Altura → 172mm

Boca T.O ϕ → 77mm



Ilustración 3. Frasco V720

Formato B370

El otro formato utilizado es el denominado B370, el cual tiene mismas dimensión de diámetros que el anterior pero su altura y por lo tanto capacidad varia. A continuación se adjunta la *Tabla 2* de dimensiones obtenida mediante el mismo procedimiento que el anterior.

Tabla 2. Dimensiones formato B370

PARTES DEL FRASCO B370		MEDICIONES DIAMETROS[mm]					DIAMETRO MEDIO[mm]
		1	2	3	4	5	
BOCA	INTERIOR	63,15	63,20	63,03	63,17	63,10	63,13
	EXT DIENTES	75,37	75,29	75,35	75,33	75,42	75,35
	EXT SIN DIENTES	72,32	72,45	72,35	72,39	72,41	72,38
ALTURA	BOCA	18,23	18,31	18,20	18,27	18,19	18,24
	SIN BOCA	76,00	75,91	76,05	75,98	76,12	76,01
	TOTAL	94,23	94,22	94,25	94,25	94,31	94,25
BASE		69,60	69,49	67,53	66,72	67,43	68,15
CENTRO BOTE		80,69	80,71	80,75	80,67	80,59	80,682

Se compra a la misma casa que el anterior, por la información de la ficha técnica que se muestra a continuación esta obtenido en la misma página. En la *Ilustración 4* se muestra una imagen de este envase. (RIOJA, 2017)

Capacidad → 370 ml

Peso → 200g

Diámetro → 81mm

Altura → 94mm

Boca T.O ϕ → 77mm



Ilustración 4. Frasco B370

Esto nos obliga a que nuestro diseño sea ajustable a los diferentes formatos utilizados. De tal forma, que el ajuste o modificación de formas de trabajo posible sea rápido y fácilmente intercambiable. Para evitar perder el mínimo tiempo en el cambio de formato.

Como se ha dicho anteriormente, en esta línea, se realiza la fabricación de diferentes productos, esto puede afectar al diseño y elección de la propuesta planteada. Las verduras que se embotan son alubia verde plana, espinaca, cardo, puerro, acelga, menestra de verdura, maíz y berza. Todas ellas son envasadas en los dos formatos utilizados, dependiendo de la demanda. Hemos de tener en cuenta las distintas dimensiones, geometrías y propiedades físicas, de estas y como nos pueden afectar a la hora de la funcionabilidad de la maquinaria.

Como se ha comentado al principio de este proyecto, la empresa para la cual se está realizando este, dispone de dos fábricas situadas en Andosilla y Castejón. El problema que se ha expuesto anteriormente, ha sido enfocado para el proceso de llenado de frascos de verduras que se lleva a cabo en Andosilla, pero este mismo problema surge en el proceso de llenado de botes de alcachofa. Este proceso, se lleva a cabo en Castejón, en distintas fechas que el que se realiza en Andosilla. Por ello, uno de los objetivos de este proyecto es que el mecanismo desarrollado sea fácil de montar, desmontar y transportar. Así, se podrían solucionar ambos problemas con una sola inversión.

En lo referido a legislación, se subcontratan los servicios de comprobación y aprobación del certificado CE. Con el cumplimiento de la norma vigente relativa al diseño de maquinaria para el sector alimentario 2006/42/CE. (BOE, 2006)

Contamos con un presupuesto de SIETE MIL EUROS, el cual no ha de ser superado bajo ningún concepto. En este presupuesto van incluidos todos los gastos que se han de tener en cuenta a la hora de la realización de la propuesta elegida y desarrollada, como materiales, mano de obra, certificados oficiales de seguridad y subcontrataciones.

3. Estudio de soluciones alternativas al problema planteado

Con toda la información expuesta anteriormente, hemos realizado un estudio de alternativas en el hemos tenido en cuenta diversos aspectos. Previamente hemos realizado una aproximación a un estudio de mercado para conocer los mecanismos o alternativas varias que se utilizan tanto en el mismo como en distintos sectores para acatar problemas de parecidas características.

3.1 Alternativas comerciales desarrolladas en la industria alimentaria.

Embotadora de aceituna. Sistema de ajuste de altura de llenado neumática. Pistón de bajada vertical para realizar la presión hacia el interior del frasco mientras este permanece estático. Se mantiene en reposo gracias a dos separadores, como se muestra en la *Ilustración 3.* (Tecnolactea, 2017)



Ilustración 5. Ajuste de llenado con pistón vertical en embotado de aceitunas. (Tecnolactea, 2017)

Envasado de gazpacho. En el proceso de envasado del gazpacho de una fábrica situada en Córdoba, realizan el envase que portara el producto in situ, en el momento previo al llenado. Para ello, le dan forma al cartón y posteriormente una vez llenado con el contenido, es sellado y colocado el tapón de abre fácil. Este último proceso de colocación del tapón, es el que nos recuerda o nos da ideas para aplicarlo en nuestro diseño.

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

Se trata de un sistema de guías que siguen una trayectoria con forma ovalada. Las sujeciones cogen los tapones en la parte superior de la trayectoria, le añade un hilo de cola y en el giro de bajada lo coloca sobre el envase. En la *Ilustración 4*, se puede observar el funcionamiento del mecanismo anteriormente descrito a través de un sencillo esquema explicativo (Spain, 2015)

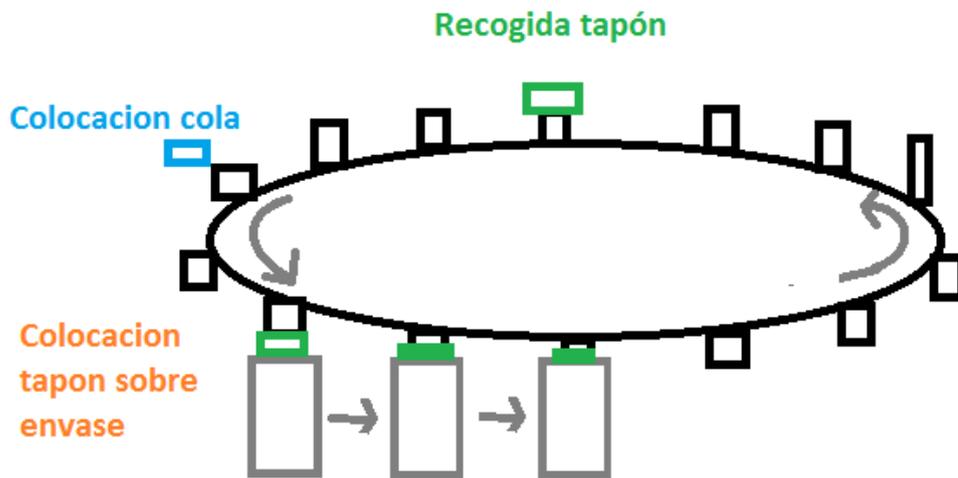


Ilustración 6. Representación esquematizada del proceso de colocación de tapón sobre envase contenedor de gazpacho

La aplicación es diferente a la que necesitamos pero el mecanismo podría ser eficaz.

Llenadora Han pack de Zilli&Bellini. Máquina llenadora automática. Adaptable a distintos formatos y distintos productos alimentarios. En este producto encontramos dos sistemas que nos servirían para aplicar en nuestro proyecto (Zilli&Bellini, 2016)

Rueda brazada inclinada para ajuste de llenado. La inclinación de la rueda permite adaptarse a la geometría circular que tiene esta llenadora. Sus brazos o émbolos. Se introducen en las ranuras por debajo de las cuales se sitúan los botes ya llenados. Estos realizan presión sobre el producto. Esta rueda brazada se muestra en la *Ilustración 5*.



Ilustración 7. Rueda brazada para ajustar llenado de llenadora Zilli&Bellini. (Zilli&Bellini, 2016)

Bandas laterales para producir oscilaciones del bote. Estas oscilaciones, dependiendo de la altura de llenado y la inclinación que se le dé, es una posible forma para ajustar la cantidad de producto con la que se quiere que salga el bote. Esta inclinación podría causar la retirada del producto suspendido en la boca del frasco. En la *Ilustración 6*, se puede ver el dispositivo encargado de realizar estas vibraciones sobre el envase con producto.



Ilustración 8. Sistema para hacer oscilar el envase contenedor con el producto deseado. (Zilli&Bellini, 2016)

Llenadora Automatic rotary telescopic and semi-telescopic fillers de Zilli&Bellini. Sistema de llenado. Barras metálicas dispuestas circularmente. Realizan movimiento vertical gracias a unas guías laterales que las van colocando en la posición

deseada según el giro que va realizando. En la *Ilustración 7*, se puede observar claramente las guías que conducen el movimiento y las barras que son guiadas.

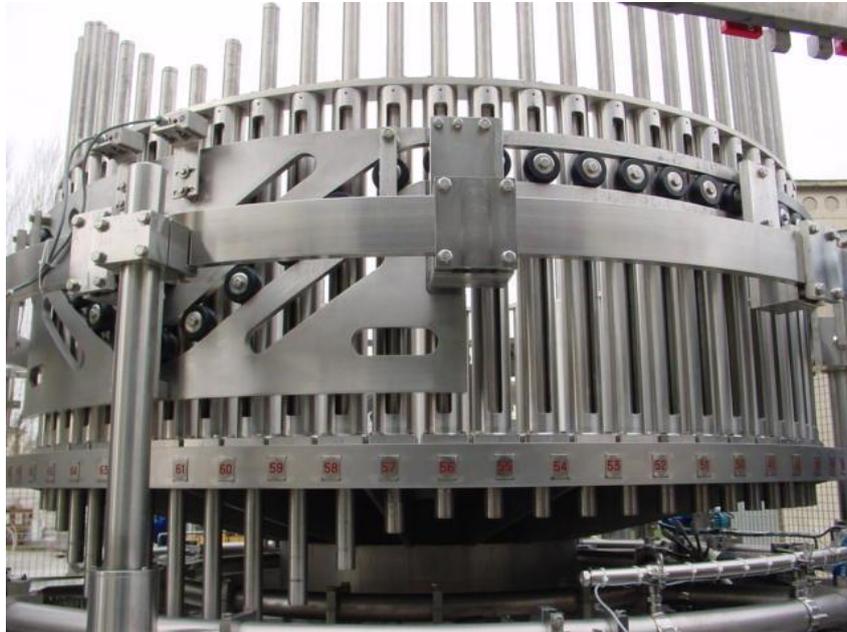


Ilustración 9. Llenadora telescópica Zilli&Bellini. (Zilli&Bellini, 2016)

En esta ocasión, la utilización de este mecanismo tiene una función diferente a la que buscamos, pero podría ser una manera de solucionar el problema planteado.

3.2. Soluciones parciales a subproblemas concretos.

El problema se centra en el producto suspendido en la boca del frasco, pero para solucionar este, nos damos cuenta que surgen otros nuevos derivados. Por ejemplo, uno de los principales subproblemas que nos encontramos es la sujeción del bote, ya que, en uno de los casos, al tratarse de un formato con considerable altura y reducida base, es fácil que se dé la caída de estos. Otro subproblema que nos surgen en función a las alternativas contempladas hasta ahora, es la separación entre centros que han de llevar los botes para que se asegure el buen funcionamiento de la maquinaria. Además, debido a que el problema se ha de solucionar probablemente quitando producto del envase, hemos de tener en cuenta en este caso, como retiraríamos ese producto caído. Comenzaremos contemplando soluciones, tanto vistas en distintas fuentes como pensadas por nosotros mismos, para la sujeción de los botes, y continuaremos con la separación de los mismos.

3.2.1. Sujeción de los botes.

Sujeción por estrella. Un sistema muy utilizado en la industria alimentaria para realizar esta función es el sistema comúnmente llamado de estrella. Trata de un disco dentado donde los botes entran y son guiados, como se puede ver en la *Ilustración 8*.



Ilustración 10. Sistema estrella para sujetar y guiar frascos. (Comas-machines, 2012)

Agarre con cadena dentada a la altura de la boca del frasco. Un sistema similar al anterior, pero con el objetivo de conseguir un mayor tramo con los frascos sujetos por los dientes, pero dispuesto en línea recta. A continuación, en la *Ilustración 9*, se muestra un esquema simplificado y explicativo de este sistema.

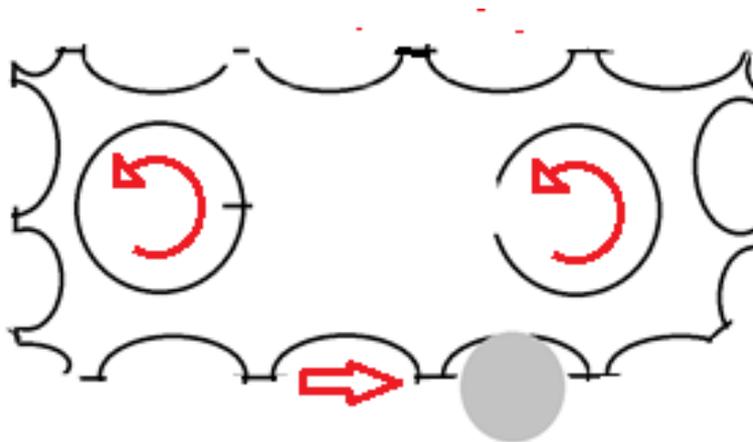


Ilustración 11. Sistema sujeción botes lineal.

Sujeción con pletinas traseras. Restricción de la caída del bote con pletinas incorporadas en la cinta transportadora, que se elevan cuando el bote entra en la cinta y

que recogen cuando la cinta llega a su fin. Este sistema se pone en práctica para el manejo y transporte de cajas de cartón, como se muestra en la *Ilustración 10*. (Smigroup, 2017)



Ilustración 12. Cinta con pletinas para sujeción de cajas de cartón

3.2.2. Separación determinada de los frascos.

Sinfín espaciador. Con un sinfín, se puede conseguir una separación determinada entre envases con solo definir su paso. Además, según la profundidad de este, es decir, según el diámetro que rodee el frasco, este también puede servir como un método de sujeción del bote. En la *Ilustración 11*, se muestra uno de ellos utilizado en la industria alcoholera.



Ilustración 13. Sinfín espaciador botellas de alcohol.

Cintas laterales. Similar al sistema que utiliza una cinta transportada convencional de goma, pero dispuesta verticalmente, se puede conseguir una restricción

del movimiento del envase en todas las direcciones. Esta forma de restricción de movimiento del envase se puede observar en la *Ilustración 12*.



Ilustración 14. Bandas para sujeción lateral. (Penglaichina, 2016)

3.2.3. Retirada producto caído.

Una solución posible a nuestro problema sería la retirada del producto suspendido, este producto podría quedar sobre la cinta y los laterales de esta, y su acumulación podría llegar a ser un problema. Por ello, pensaremos alternativas para retirar este producto si se diera el caso.

Soplado. La utilización de aire comprimido para la realización de esta tarea es algo que ya se utiliza en la propia línea de trabajo sobre la que estamos diseñando. Es un método eficaz y de fácil instalación ya que se disponen de tuberías de aire por toda la nave.

Empujado por agua a través de una guía. Sería una técnica similar a la anterior, pero en este caso el fluido de trabajo sería agua, y para guiar la caída de la misma más allá del producto se podría utilizar dos pequeñas pletinas.

3.3 Alternativas nuevas desarrolladas.

Soplado. Tras el llenado instalar un compresor, con una salida de aire comprimido a la altura de la boca del frasco, haciendo que este incida horizontalmente sobre el bote. En este caso, la caída para el producto se podría situar frente la salida de la tobera. Los botes han de ir muy bien sujetos, ya que el aire ha de salir con la suficiente presión como para ser capaz de vencer la fricción entre el producto y el frasco, y debido a que este va con líquido, este coeficiente es muy elevado.

Modificación del llenado. Una solución podría ser la modificación del llenado, forzándola para que bajo ningún concepto se dé el caso a evitar. Esta opción no es factible, debido a su elevado coste, ya que se trataría de una modificación muy costosa debido al estado actual de la existente e incumpliríamos uno de nuestros requisitos. Además, no aseguraría la solución del problema, ya que en el túnel de líquido de gobierno, al rebosar este sobre el bote, provoca la salida del producto, independientemente de la cantidad del mismo.

Modificación del túnel de líquido de gobierno. Debido a que una parte de la causa por la que se da el problema que debemos solucionar esta en esta parte del proceso de fabricación, planteamos una modificación del mismo. Esta trataría de disminuir el caudal de salida del líquido de gobierno de tal forma que no sea posible que se sobre por el bote, evitando así la salida del producto.

Rodillos impulsados por botes. Cinta de rodillos con libertad de giro sobre sí mismos, recubiertos de algún tipo de púas cortas, de material flexible para aumentar la capacidad de contacto sin arriesga la estabilidad del bote debido a la generación de demasiadas fuerzas. Estarían colocados cuidadosamente sobre los botes para que tras su paso estos hagan un efecto de barrido sobre la superficie del frasco. Estos rodillos podrían trasladarse simultáneamente, realizando un movimiento similar al de una cinta transportadora, reforzando así la efectividad de su función. A continuación, en la *Ilustración 14*, se muestran los tipos de rodillos que aproximadamente podrían ser utilizados y en la *Ilustración 13*, un esquema simplificado del movimiento que realizaría.

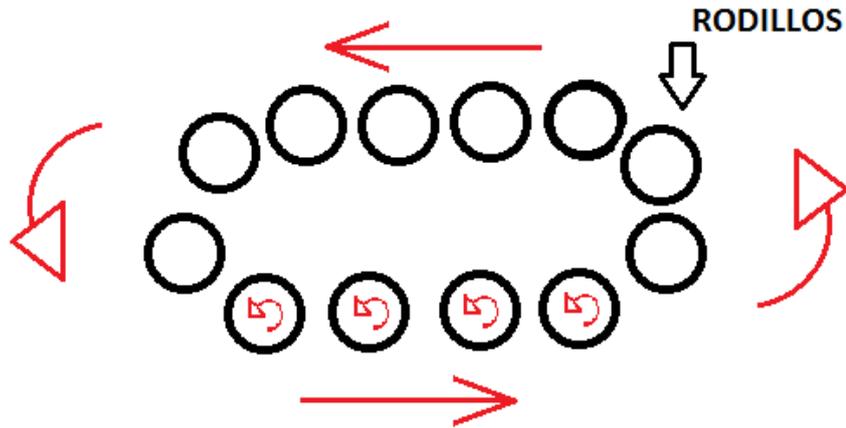


Ilustración 15. Esquema simplificado representativo del movimiento que realizarán los rodillos



Ilustración 16. Distintos tipos de rodillos que podrían utilizarse en esta alternativa. (Schleifen, 2017)

Rodillos laterales y superior con aspiración. En la entrada de la cerradora colocar tres rodillos con fibras cortas, similar al sistema de un túnel de lavado de automóviles. Podrían utilizarse rodillos tipo los expuestos en el caso anterior. Dos irían dispuestos en los laterales, con sentidos de giro opuestos para forzar al frasco a girar sobre sí mismo y así realizar un barrido por todo el perímetro de la boca del frasco. El tercero estaría colocado sobre los botes, de tal forma que barran la parte superior del frasco con un sistema de aspiración, similar a un aspirador doméstico pero con la presión de entrada de aire necesaria para llevarse el producto sobrante pero no el que este en el interior del frasco.

Sistema centrífugo. Provocar aceleraciones angulares para forzar la caída del producto que quede suspendido sobre los bordes del bote pero de tal manera que el producto que este el interior no rebose el recipiente. Podría conseguirse con estrellas que giran a mayor velocidad que la que lleva la cinta transportadora de entrada. La aceleración angular producida en la primera rueda (Figura 2 en la *Ilustración 15*) hace que el producto

que contiene el bote se incline un ángulo determinado, en función de la aceleración que se considere oportuna. Con esto se pretende conseguir que rebose una cierta cantidad de producto. En esta primera rueda para un lado y en la siguiente (Figura 3 en *la Ilustración 15*) para otro, así la aceleración no tendrá que ser tan elevada como si hubiese que hacerlo en un solo paso. El producto desechado irá por una cinta hasta el llenado de nuevo para volver a utilizarlo, evitando así tener pérdidas de producto.

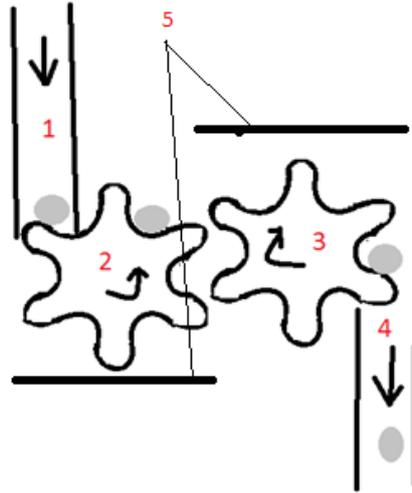


Ilustración 17 Esquema simplificado funcionamiento alternativa

1-Línea recepción

2-1º Estrella con velocidad superior a la de la cinta

3-2º entre con velocidad angular contraria a la anterior

4-Línea salida

5- caídas y recirculación hasta el llenado del producto sobrante

3.4. Alternativas nuevas construidas con soluciones parciales provenientes de diferentes fuentes.

A partir de todas las alternativas vistas anteriormente, hemos creado otras nuevas, formadas por varias de las contempladas con anterioridad o complementadas por ellas. Estas son las que se explican a continuación.

Rueda con brazos sincronizada con sinfín espaciador. Los frascos, ya llenos, entran al sinfín adquiriendo una separación determinada, gracias a la sincronización de

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

estos elementos, en el momento exacto el brazo entraría una medida concretada en el frasco sin tocar las paredes. Todo el volumen que este émbolo o brazo entre en el frasco, será el volumen de agua que se desalojara de este. Este movimiento, empujaría el producto hacia el interior del bote, y en el caso de que algún trozo de este no fuese atrapado, sería desalojado con el volumen de agua derramado. Los elementos principales que componen esta alternativa se muestran en la *Ilustración 16*.

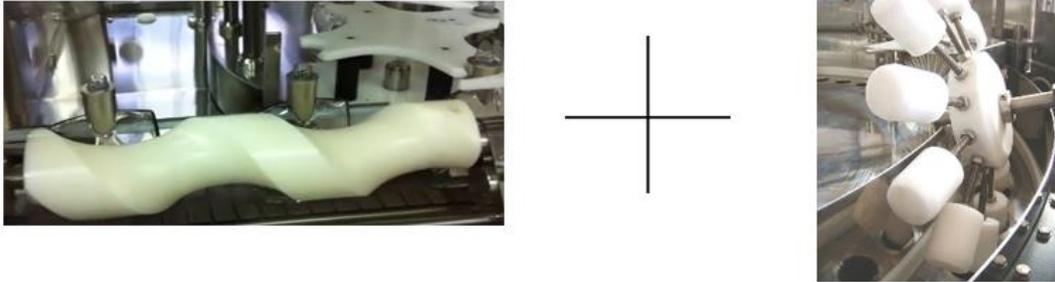


Ilustración 18. Explicación por imágenes de la formación de la máquina.

Paleta flexible perpendicular a la dirección de los botes y sujeción con cintas laterales de los frascos. Sistema de fijación formado por cintas de goma vertical en los laterales, que realicen movimiento similar a una cinta transportadora. Pequeña disminución de la velocidad de la nueva cinta horizontal para provocar que los frascos se junten y así restringir todos los movimientos del frasco. Cortina dividida en pequeñas tiras, colocada en una posición fija por encima del paso de los envases, de tal forma y tales dimensiones que el borde inferior de la misma roce con la boca del frasco. Libertad de movimiento angular provocado por el mismo paso de los botes. Los elementos descritos anteriormente se muestran en la *Ilustración 17*.

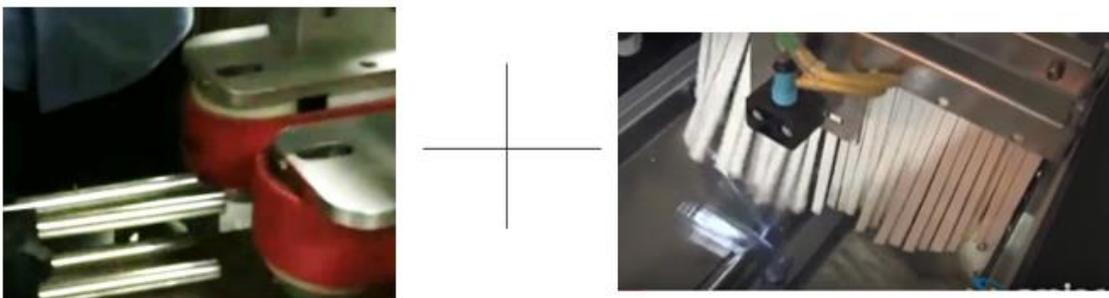


Ilustración 19. Explicación por imágenes de la formación de la alternativa

Paleta flexible paralela a la dirección de los botes y sujeción con cintas laterales de los frascos. Una variante a esta opción, anteriormente explicada, sería colocar una paleta más rígida y sin divisiones, que realice de manera mecánica, bien giros completos o bien un movimiento de vaivén. Estaría dispuesta en paralelo con el desplazamiento de los botes, de esta manera, las fuerzas que se puedan crear en los botes por el roce serian compensadas con las cintas laterales. En la *Ilustración 18* se puede ver un esquema del funcionamiento de la pletina y la sujeción correspondiente.

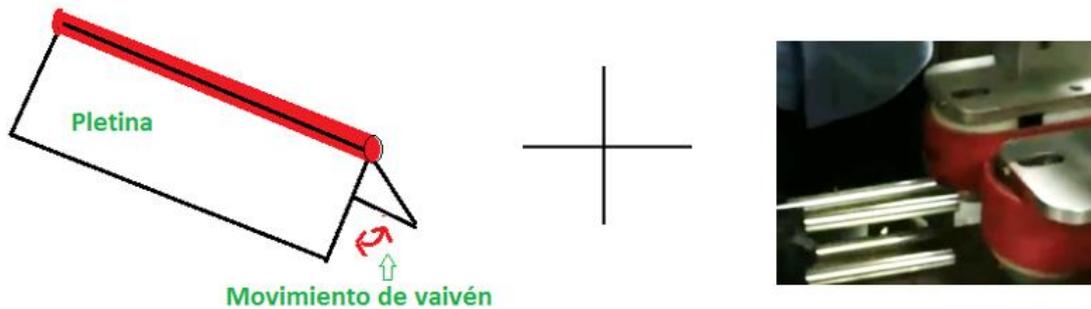


Ilustración 20. Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.

Pistones dispuestos circularmente con sujeción de estrella. Colocar una estrella para separar los frascos y disponer por encima de ello, de una estructura similar a la que se muestra en la *Ilustración 19*, la cual ha sido explicada en el apartado 3.1. De tal forma que en el tramo que los botes estén en la estrella, se introduzca en ellos unos émbolos situados en los extremos de los ejes metálicos realizando así la labor de prensado y derrame del líquido de gobierno.

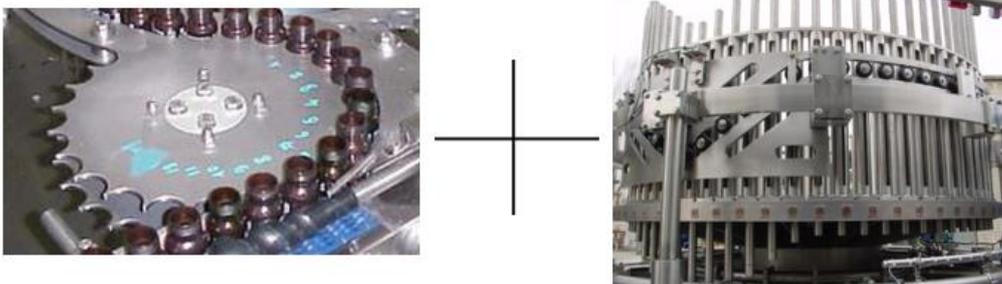


Ilustración 21. Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.

Guía para pistones. Realizar un sistema de pistones que realice un movimiento similar al sistema explicado en el apartado 3.1. Sustituyendo los tapones por émbolos, como los que se muestran en la *Ilustración 20*, que se introduzcan en los frascos de manera vertical.

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

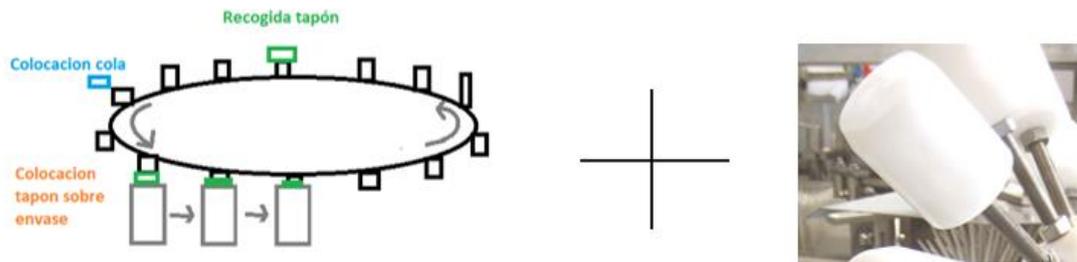


Ilustración 22. Explicación por imágenes de la formación de la solución posible.

4. Elección justificada de una solución

Finalmente, tras estudiar las diversas alternativas expuestas en el apartado anterior, se ha decidido que la más adecuada para la situación que se nos presenta es la denominada: *Rueda con brazos sincronizada con sinfín espaciador*. A continuación, se explicará por qué esta opción es la que mejor se adapta a las especificaciones y objetivos.

Gracias a ensayos realizados en la propia línea de trabajo, con un embolo de características similares a las que inicialmente se han pensado para los brazos de la rueda, se ha podido comprobar, de manera aproximada, la efectividad del sistema. En la *Ilustración 21*, se muestra el émbolo utilizado en los ensayos, el cual ha sido fabricado por el equipo de mantenimiento de la fábrica.



Ilustración 23. Embolo para ensayos de efectividad de la alternativa escogida.

Debido a la dificultad para realizar manualmente el giro real que efectuaría la rueda brazada, se trata de una aproximación, pero la cual nos ha servido para comprobar, que el volumen de líquido desalojado del frasco, es capaz de arrastrar consigo el producto suspendido en los bordes.

La función que realiza el sinfín espaciador está demostrada por distintas fuentes. Por un lado, se ha visto en un considerable número de máquinas la utilización de este método para realizar esta función y en todas ellas resulta eficaz. Por otro lado, se ha podido comprobar en primera persona, ya que en llenadoras utilizadas en la fábrica de

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

Castejón, se utiliza este elemento y da excelentes resultados tanto en funcionalidad como en costes.

También, gracias a la compresión que se realizaría sobre el producto, se facilitaría la función de comprobar y asegurar que el peso escurrido de cada frasco sea el adecuado, así como el espacio de cabeza.

Todas las transmisiones serán mecánicas, mediante engranajes y cadenas. Esto hace, que el montaje e instalación de la maquina sea fácilmente llevada a cabo por el personal de mantenimiento de la planta, cumpliendo así una de las especificaciones más restrictivas que se nos planteaba. Además, gracias a esto y a las reducidas dimensiones que han de tener estos elementos, nos permite satisfacer otra de las restricciones, que sea fácilmente transportable. Ya que, aunque en este caso se realizara el montaje con una línea transportadora nueva, el sistema sinfín-rueda, podría acoplarse fácilmente a otras líneas ya existentes, con solo un engranaje al eje de salida del motor.

Uno de las condiciones que ha de cumplir el proyecto, es que debe adaptarse a los distintos formatos de envase explicados anteriormente. Esta alternativa, es fácilmente adaptable, no solo para esos formatos determinados, si no para cualquier otro. En el caso que nos atañe, ambos formatos tienen el mismo diámetro de boca, por lo tanto el diámetro de los émbolos que se han de introducir en ellos no necesita ser modificado. Lo que cambia son las alturas, esto, podría ser solucionado sin mucha dificultad, solamente modificando la distancia relativa entre el sinfín y la rueda. Se mantendría fijo el sinfín, dado que es el elemento que proporciona sujeción al envase y se podría variar la altura del eje impulsor de la rueda brazada con relativa libertad.

La mayor parte del material necesario para realizar el nuevo módulo completo podría ser normalizado, lo cual hace que, su precio sea considerablemente menor, los recambios sean mucho más fácil de encontrar y los mecánicos tengan mayor facilidad para su manejo gracias al conocimiento previo de esos elementos. Además, la disposición del taller mecánico situado en la misma planta de fabricación, facilita la realización del diseño, ya que se tienen numerosas herramientas necesarias. Esto hace que la alternativa elegida se ajuste perfectamente al presupuesto que se nos dio inicialmente.

5. Desarrollo de la alternativa escogida

Una vez elegida la opción que nos ha resultado la más adecuada de entre todas las propuestas, vamos a desarrollarla en profundidad, concretando todos los detalles para los distintos sistemas involucrados en ella. Finalmente los uniremos para obtener el resultado.

De partida sabemos que el nuevo desarrollo ha de ser un módulo independiente el cual se pueda acoplar a distintas líneas, capaz de ser utilizado para distintos formatos de envase, compuesto por un sinfín espaciador y una denominada rueda brazada.

De ahora en adelante, la referencia que se va a seguir para designar derecha o izquierda la consideramos respecto un observador que se desplaza en el sentido de la cinta transportadora principal.

Se comienza desarrollando los cálculos requeridos para definir y comprobar el correcto funcionamiento del sistema mecánico, es decir, el cálculo del sincronismo necesario y por consiguiente las velocidades de cada elemento, la relación de transmisión de estas velocidades y el ajuste para distintos formatos. A continuación se definen las protecciones y seguridades necesarias con las que ha de contar la maquinaria. Y por último, se concluye con el ensamblaje de todas estas partes y su distribución.

5.1. Desarrollo del sistema mecánico

Sincronismo. Uno de los cálculos de mayor prioridad es el sincronismo entre el sinfín espaciador y la rueda brazada, ya que esto será lo que asegure que los émbolos de la rueda brazada entren en la boca de los botes.

La hipótesis de partida que se ha elegido es la siguiente:

- Los pisones situados en cada brazo de la rueda se introducen en el bote 12,5mm y su diámetro no ha de superar los 44mm. Esta decisión se ha tomado en función a lo observado en los ensayos realizados con el émbolo

que se ha explicado en el apartado 4. En los cuales se pudo ver que con profundidades inferiores a esta medida, se perdía efectividad y con diámetros superiores, se producían tensiones excesivas entre el pisón y el borde del frasco, debido al atrapamiento de producto.

- Los brazos de la rueda, se ha decidido que han de ir separados 45° entre sí. Se ha elegido este valor ya que así, tendríamos 8 pisones, todos ellos separados el mismo ángulo.
- La distancia en línea recta de centro a centro de las caras más alejadas del centro de la rueda, de dos émbolos contiguos, ha de ser la misma que el paso del sinfín, como se muestra en la *Ilustración 24*. Así, aseguramos el segundo punto.

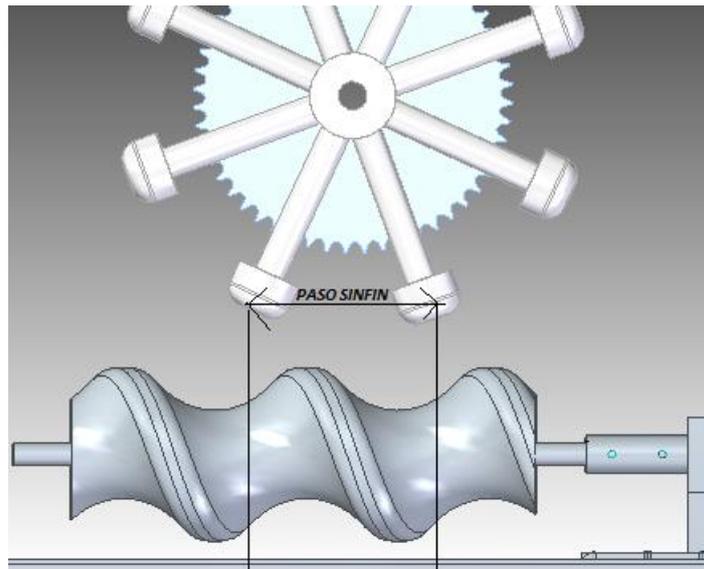


Ilustración 24. Representación de la hipótesis de partida.

- Los botes estarán siempre separados unos con otros, una distancia determinada, que será el paso que se determine para el sinfín. Esta distancia puede ser elegida gracias a la libertad de diseño que nos da el hecho de que el sinfín se comprime bajo plano.
- Gracias a las condiciones anteriores, podemos asegurar que, para que se cumpla el sincronismo, el tiempo que tarde el émbolo en recorrer el ángulo

durante el cual está en contacto o interacciona con el bote, ha de ser el mismo tiempo que el sinfín tarde en dar una revolución.

Con todas estas restricciones, se ha formulado un sistema de ecuaciones, que nos permita calcular los parámetros necesarios como son, el paso que ha de llevar el sinfín y el radio de la rueda con brazos. En la *Ilustración 25*, se muestra el esquema utilizado para hallar estas ecuaciones.

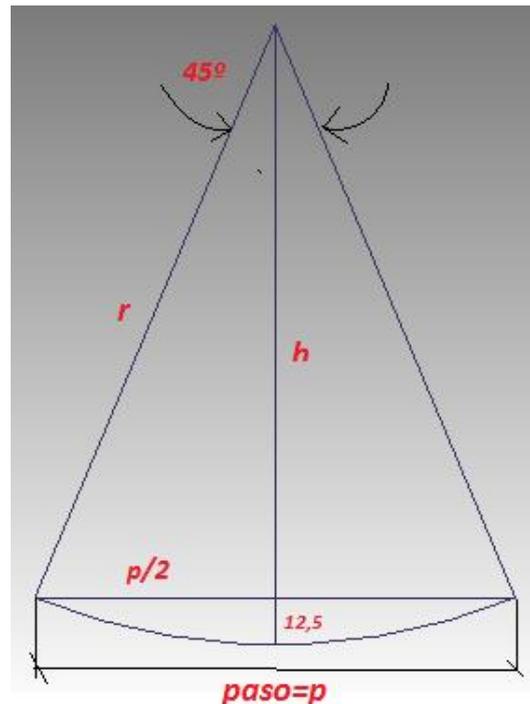


Ilustración 25. Esquema simplificado de la base de cálculo considerada

Gracias a la geometría de la que se dispone, podemos calcular 3 ecuaciones para restringir, que se cumplan las restricciones expuestas anteriormente. Estas son las siguientes:

$$\begin{cases} r = h + 12,5 \\ \sin 22,5 = \frac{P}{2 * r} \\ \tan 22,5 = \frac{P}{2 * h} \end{cases}$$

Siendo:

r = el radio de la rueda con brazos

h = apotema del triángulo formado por el radio y la intersección entre el bote los pisones.

P = paso del sinfín.

Resolviendo este sistema de ecuaciones, obtenemos los siguientes resultados, los cuales han sido redondeados para simplificar los cálculos posteriores que vamos a necesitar:

$$r = 164,21\text{mm} \approx 164,5 \text{ mm}$$

$$h = 151,71\text{mm} \approx 152 \text{ mm}$$

$$P = 125,68\text{mm} \approx 126 \text{ mm}$$

Vamos a analizar los resultados obtenidos y comprobar que son factibles para llevar a cabo y así, dimensionar dos elementos fundamentales del diseño.

Dimensiones rueda brazada

Según los cálculos anteriores, el radio de la rueda ha de ser de 164,5 mm, se considera un parámetro adecuado ya que no es demasiado grande ni demasiado pequeño. Como se ha dicho anteriormente, el diámetro máximo de los pisones será de 44mm. Estos pisones, los cuales están hechos de nylon, irán unidos mediante un cilindro metálico a un disco también metálico. Entre estos elementos, se introducirá un muelle abierto, con la finalidad de absorber parte del impacto producido por la colisión del pisón con el producto del interior del frasco. Este muelle, ha de ser lo suficientemente rígido como para comprimir el alimento y realizar la función deseada, pero no tanto como para ser capaz de romper el frasco en caso de mal posicionamiento. La elección del adecuado se hace en función a ensayos en el taller, con los muelles existentes. Con el objetivo, de que el par generado en la unión entre los cilindros metálicos y el disco de nylon, no sea demasiado elevado, este último tendrá un diámetro de aproximado de 143mm. Todas estas dimensiones pueden verse en el 05-00-00-00.

Por otro lado, en el plano 00-00-00-0, correspondiente al conjunto total de la maquina ya ensamblada, podemos comprobar las distancias relativas que se han de cumplir entre la rueda brazada y el sinfín.

Dimensiones del sinfín.

El paso del sinfín que se ha obtenido con los cálculos anteriores es de 126mm. Para comprobar si esta distancia es adecuada a las condiciones de trabajo, vamos a fijarnos en la distancia entre los bordes más cercanos del bote, a la cual nos referiremos como x. Así, sabiendo que el diámetro del bote es de 80mm, y que la distancia de centro a centro de estos será la misma que el paso del sinfín, es decir, 126mm, sabemos que esta distancia a la que nos referimos será:

$$x = p - 2 * r = 126 - 2 * 40 = 46mm$$

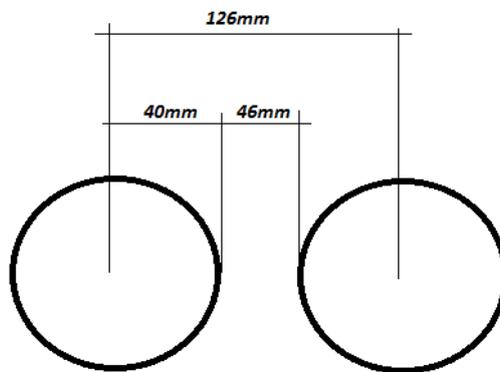


Ilustración 26. Representación esquemática de la distancia entre bote estando en el sinfín

Vemos que esta distancia es de 46mm, la consideramos adecuada. Una dimensión importante de este elemento, es la superficie de contacto que va a mantener con el frasco. Esta ha de ser la máxima posible, para asegurar la correcta sujeción del mismo. Esta y el resto de dimensiones del sinfín se pueden ver en el plano 00-00-00-01.

Velocidades de los distintos elementos. A pesar de que el módulo desarrollado ha de ser físicamente independiente, se diseña para ser instalado y trabajar en otros, los cuales tienen un rango de velocidades de trabajo ya establecidas. Esto hace, que se nos restrinjan las posibilidades a la hora de definir el intervalo de velocidades a las cuales funcione el diseño.

Estos módulos entre los que se sitúa el nuevo diseño son, el proceso de llenado de líquido de gobierno y precalentamiento y el cerrado de los botes. Con el objetivo de no crear en ningún punto de la línea cuello de botella o retenciones por diferencias negativas

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

de velocidades, hemos acotado el rango de velocidades a los cuales puede trabajar el nuevo módulo. Para ello, hemos medido la velocidad tanto de la línea de alimentación tanto la de recepción a la cual sale nuestro producto tras el ajuste de llenado. Estas mediciones se han llevado a cabo, siguiendo el siguiente procedimiento. Se han medido el tiempo que tarda el eje impulsor de cada cinta en realizar una revolución completa, con este tiempo y midiendo el radio del eje y del piñón impulsor, hemos calculado la velocidad tanto angular como lineal de las cintas. Estos datos se muestran en la tabla que se adjunta a continuación.

Tabla 3. Velocidades de trabajo del proceso anterior y posterior al nuevo diseño.

		MEDIDAS									MEDIA
CALENTADOR [r=75mm]	TIEMPO[s]	3,48	3,34	3,62	3,32	3,49	3,37	3,45	3,37	3,42	3,43
	ω [rps]	0,29	0,30	0,28	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29
	ω [rad/s]	1,81	1,88	1,74	1,89	1,80	1,86	1,82	1,86	1,84	1,83
	Vlineal[mm/s]	135,41	141,09	130,18	141,94	135,03	139,83	136,59	139,83	137,79	137,52
CERRADORA [r=75mm]	TIEMPO[s]	1,04	1,38	1,13	1,08	1,08	1,05	1,06	1,06	1,02	1,10
	ω [rps]	0,96	0,72	0,88	0,93	0,93	0,95	0,94	0,94	0,98	0,92
	ω [rad/s]	6,04	4,55	5,56	5,82	5,82	5,98	5,93	5,93	6,16	5,75
	Vlineal[mm/s]	453,11	341,48	417,03	436,33	436,33	448,80	444,56	444,56	462,00	431,58

Tras esto, deducimos que la velocidad de nuestro diseño tiene que estar comprendida entre la velocidad máxima del calentador y menor que la velocidad mínima de la cerradora.

$$137,52 \leq V_{\text{cinta}} \leq 431,58 \text{ [mm/s]}$$

Por otro lado, se define que el sinfín ha de tener una velocidad inferior a la cinta transportadora, con el objetivo de ralentizar los botes y asegurar así su posición en la parte delantera de cada paso del sinfín además de crear una acumulación en la entrada del sinfín cerciorando la correcta recogida de los botes por este. Para ello, se ha de cumplir en todo momento la siguiente condición:

$$V_{\text{SinFin}} \leq V_{\text{Cinta}}$$

Así, para acotar la velocidad de la cinta, nos basaremos en la obtenida para el sinfín. Esta la calculamos partiendo de una de las condiciones establecidas para el cumplimiento del sincronismo anteriormente descrito. El tiempo tarde el émbolo en

recorrer el ángulo durante el cual está en contacto con el bote, ha de ser el mismo tiempo que el sinfín tarde en dar una revolución. Este tiempo, lo vamos a denominar $t_{común}$. En función a esta condición y las dimensiones ya definidas de los elementos involucrados, rueda con brazos y sinfín, obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$t_{común} = \text{paso}_{s.f} \cdot \frac{1}{x_{s.f}} = \frac{126}{x_{s.f}}$$

$$\omega_r \cdot t_{común} = 45^\circ$$

Tenemos dos ecuaciones con tres incógnitas, por lo tanto, se va a definir personalmente el tiempo común, ya que este es el que nos indicara el ritmo de trabajo que va a llevar la máquina. Este tiempo se ha decidido que sea $t_{común}=0,52s$ con este dato, ya podemos conocer tanto la velocidad del sinfín como la de la rueda y saber que ambos irán sincronizados para realizar el movimiento deseado. Por un lado, la velocidad del sinfín resultará:

$$x_{s.f} = \frac{126mm \cdot s}{t_{común}s} = \frac{126}{0,52} = 240,3mm$$

$$V_{L.s.f} = \frac{242,3mm}{s}$$

$$\omega_{s.f} = \frac{V_{L.s.f}}{\text{paso}_{s.f}} = \frac{240}{126} = 1,9 \left[\frac{rev}{s} \right] = 1,9 \left[\frac{rev}{s} \right] \cdot \frac{2\pi rad}{rev} = 12rad/s$$

$\omega_{s.f} = 12rad/s$

Por otro lado, la velocidad angular de la rueda, para cumplir todas las condiciones perfectamente resultará:

$$\omega_r = \frac{45}{t_{común}} = \frac{45}{0,52} = 85,95^\circ/s$$

$$\omega_r = 85,95 \frac{^\circ}{s} \cdot \frac{2\pi rad}{360^\circ} = 1,5rad/s$$

$\omega_r = 1,5rad/s$

Una vez hallada la velocidad del sinfín, podemos acotar el rango de velocidades disponibles a la cuales puede ir la cinta de charnelas. Este rango es el siguiente:

$$240 \leq V_{\text{cinta}} \leq 431,58 \text{ [mm/s]}$$

Ya que se dispone de un amplio rango, para simplificar la relación de transmisión por engranajes que ha de llevar la máquina, buscamos una velocidad lineal, con la cual, nos dé una velocidad angular cuya relación con las velocidades angulares del sinfín y la rueda sea perfecta. Esto dependerá del radio del rodillo impulsor de la cinta de charnelas. Al ser este un elemento estandarizado, buscamos los radios disponibles y elegimos un disco con un radio de 58,67mm y preseleccionamos una velocidad angular de 6rad/s, basándonos en lo expuesto anteriormente, ya que 1,5, 6 y 12 son múltiplo.

Con estos datos, la velocidad lineal que llevaría la cinta sería:

$$\omega_c \cdot r_{\text{piñon}} = V_{L.c} = 6 \cdot 58,67 = 352,05 \text{ mm/s}$$

$$V_{L.c} = 352,05 \text{ mm/s}$$

Esta velocidad se encuentra dentro del rango de velocidades permitidas, por lo tanto, damos por buena la preselección del piñón y la velocidad angular seleccionada.

Relaciones de transmisión de velocidades

Una vez conocidas las velocidades de los ejes impulsores de la cinta, el sinfín y la rueda, ya podemos calcular la relación de transmisión entre estos elemento, ya que todos ellos irán impulsados por un mismo motor.

Todas estas relaciones se realizaran con engranajes entre piñones y cadenas. Estos elementos se ha decidido que serán de ½”.

Sabemos que la disposición de estas transmisiones tiene que ser la que se muestra en la *Ilustración 27* donde podemos ver, los ejes y piñones que se ven involucrados en esta tarea.

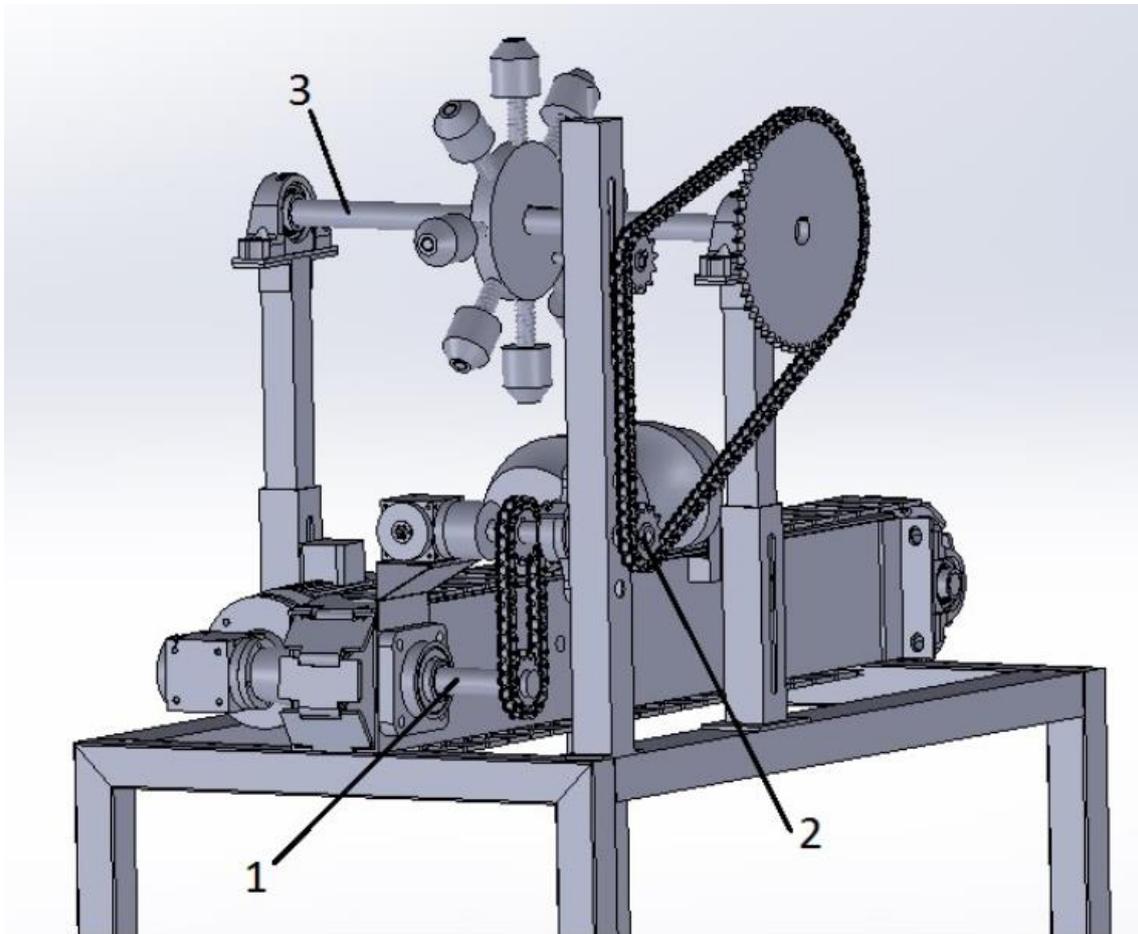


Ilustración 27. Desarrollo diseño 3D enfocando transmisiones por engranajes

Para ordenar estos cálculos, nos referiremos con subíndices numéricos a cada elemento. Como se explica en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Nomenclatura de los distintos elementos para la realización de los cálculos relacionados con la transmisión de velocidades

Elemento	Subíndice	Relación de transmisión τ
Eje cinta	1	A
Eje entrada reenvío	2	
Eje entrada reenvío	2	B
Eje rueda con brazos	3	

Para hallar estas relaciones se ha utilizado las siguientes formulas:

$$V_1 = V_2$$

$$V = \omega \cdot R$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$$

$$\tau = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Donde:

τ = relación de transmisión

ω = velocidad angular

R= radio del piñón

Z= número de dientes del piñón

Para referirnos a los radios de los piñones utilizaremos la letra R con un primer subíndice indicando la relación de transmisión A o B y un segundo subíndice donde, el número uno indicara que es el piñón impulsor y el numero dos indicara el seguidor.

Así, en la relación de transmisión A, al piñón impulsor nos referiremos como $R_{A,1}$ y al seguido $R_{A,2}$

Las velocidades que nos restringen estos cálculos, las cuales hemos hallado en el apartado anterior, son las que se muestra en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Velocidades angulares requeridas.

Elemento	Velocidades angulares[rad/s]
Cinta	6
Sinfín	12
Rueda con brazos	1,5

Tras estas aclaraciones referidas a la nomenclatura y clasificación de los elementos nos disponemos a calcular las dos relaciones de transmisión.

Transmisión A. A pesar de que la transmisión se realiza entre los ejes 1 y 2, el objetivo de esta es dar movimiento al sinfín, el cual es impulsado por el eje de salida del reenvío. Como sabemos, los reenvíos pueden tener diferentes relaciones propias. En este caso, tendrá una relación de transmisión propia de 1:2, para así, con una velocidad angular de 6 rad/s en el eje 1, conseguir en el sinfín una velocidad angular de 12 rad/s como es requerida. Este reenvío ha de tener el mismo sentido de giro de salida que de entrada, para que la traslación de los botes sea la misma que el sentido de desplazamiento de la cinta.

Esto nos hace saber que, los piñones impulsor y seguidor de esta transmisión han de ser igual, ya que:

$$\tau = \frac{\omega_{A.1}}{\omega_{A.2}} = \frac{6}{6} = 1 = \frac{R_{A.2}}{R_{A.1}}$$

$$R_{A.2} = R_{A.1}$$

Estos piñones se han elegido del diámetro menos que se utiliza habitualmente en la fábrica, para facilitar la disponibilidad de repuestos en el taller. Este es un piñón de ½” con un diámetro 56,06 y 13 dientes.

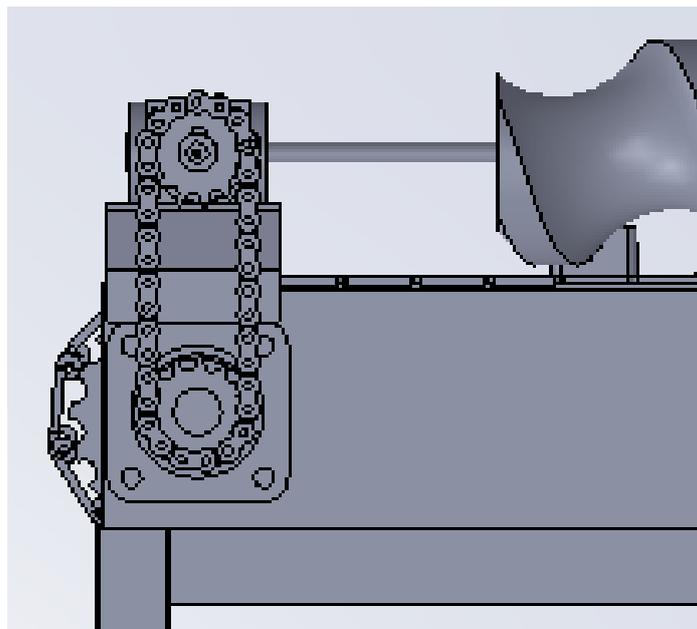


Ilustración 28. Transmisión A

Transmisión B. Esta transmisión es la que se da entre el eje de entrada del reenvío y el eje de la rueda con brazo. Como se ha dicho, la velocidad en el eje 2 es de 6 rad/s, y la que necesitamos transmitir al eje 3 es 1,5 rad/s así, la relación que se da es:

$$\tau = \frac{\omega_{B.1}}{\omega_{B.2}} = \frac{6}{1,5} = 4$$

Al igual que la elección de los piñones de la transmisión A, el piñón impulsor de la transmisión B, será de 13 dientes, por ello sabemos, que el piñón seguidor de esta ha de ser el siguiente:

$$\tau = 4 = \frac{R_{B.2}}{R_{B.1}} = \frac{Z_{B.2}}{Z_{B.1}} = \frac{Z_{B.2}}{13}$$

$$Z_{B.2} = 4 \cdot 13 = 52$$

El piñón seguidor de la transmisión B, es decir $R_{B.2}$ será un piñón de $\frac{1}{2}$ " con 52 dientes y un diámetro primitivo de 252mm.

En esta transmisión, se añade un tercer piñón para realizar las tareas de tensar la cadena y ajustar la posición de la máquina para trabajar con los distintos formatos. Esto se explicara en el apartado *Ajuste formato* en detalle.

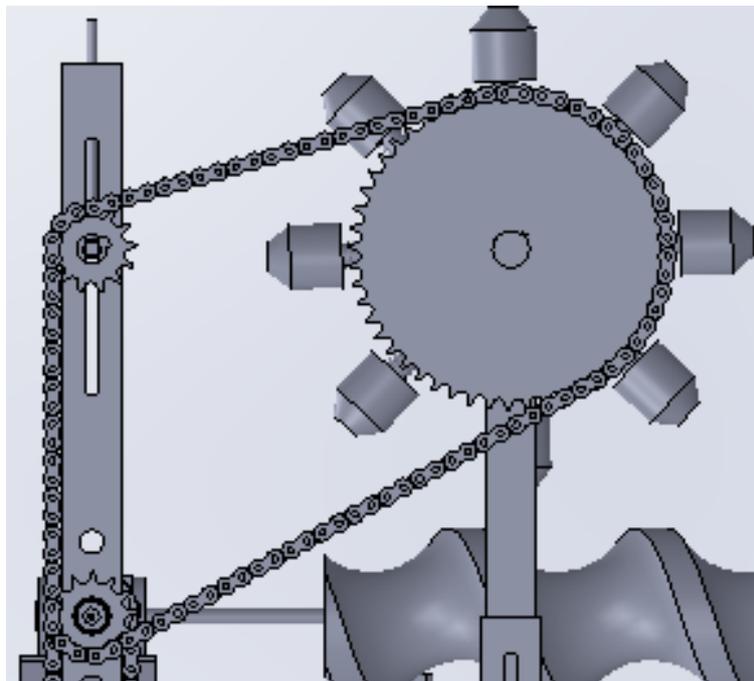


Ilustración 29. Transmisión B

Ajuste formato. La transmisión se realiza desde un piñón situado en el eje de entrada del reenvío hasta otro situado en el eje de la rueda brazada. La relación de transmisión entre estos ha de ser de 1:4. Sabemos que las cadenas tras horas de uso, pierden el ajuste de posición y han de ser tensadas. Además, teniendo en cuenta que la maquina ha de trabajar para dos formatos de frascos diferentes, hemos decidido añadir un tercer piñón, con el cual podamos realizar estas dos tareas anteriormente dichas.

La distancia entre los ejes de salida del reenvío y el de la rueda, nos vienen exigidas por un lado, en el eje vertical, debido a la profundidad establecida que el embolo de la rueda ha de entrar en el frasco, el diámetro de esta, la altura del frasco.

$$y = (r - s) + h_{V720} - d = (165 - 12,5) + 172 - 75 = 249,5mm$$

y = distancia entre centros de ejes en la coordenada vertical.

r = radio de la rueda brazada = 165mm

h_{V720} = altura del bote V720 = 172mm

d = distancia del centro del eje del sinfín y el reenvío a la base del frasco = 75

s = profundidad que el embolo de la rueda entra en el frasco = 12,5mm

En la siguiente figura se muestra un croquis de lo explicado anteriormente.

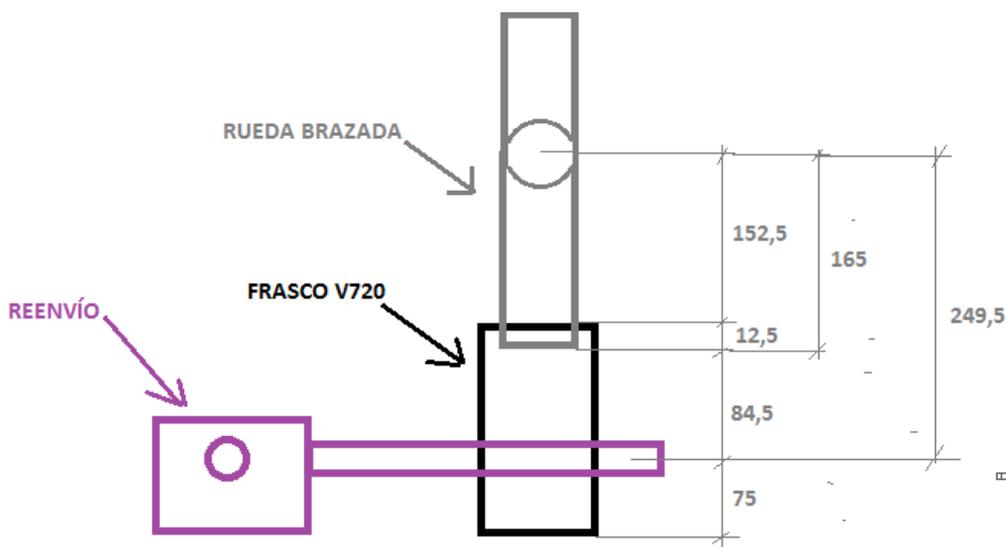


Ilustración 30. Representación de distancias relativas sobre boceto de reenvío frasco y rueda

Por otro lado, en el eje horizontal, estas restricciones nos las dan las dimensiones de los elementos elegidos como el reenvío y los casquillos y las dadas por nosotros mismos al sinfín.

Así pues, queremos restringir que cuando la posición del embolo sea perpendicular a la cadena de charnelas, este se encuentre en el centro del segundo paso del sinfín, desde la entrada del frasco en el mismo. Dado que el paso es de 126,35mm, el eje de la rueda brazada ha de estar situado a 252,7mm del inicio del sinfín por donde entra el bote. En este caso, queremos delimitar la distancia entre ejes, por lo tanto, miraremos esta restricción desde el final del sinfín desde que entra el bote, esta distancia es de 126mm. Entre el centro del eje de entrada del reenvío hasta el punto que hemos denominado final del sinfín, hemos de tener en cuenta la dimensión del reenvío, de los ejes de salida del reenvío y del propio sinfín, y la explicada anteriormente del sinfín.

$$x = a + b + c + d = 52 + 35 + 70 + 126,35 = 283,35mm$$

x = distancia entre centros de los ejes de entrada al reenvío y rueda brazada en la coordenada horizontal

a = distancia desde el centro del eje de entrada al reenvío hasta su pared más alejada.

b = longitud del eje de salida del reenvío

c = longitud del eje del sinfín que acoplamos al eje de salida del reenvío

d = longitud desde el final del sinfín, respecto la entrada del bote, y el punto de posicionamiento vertical del embolo con el frasco.

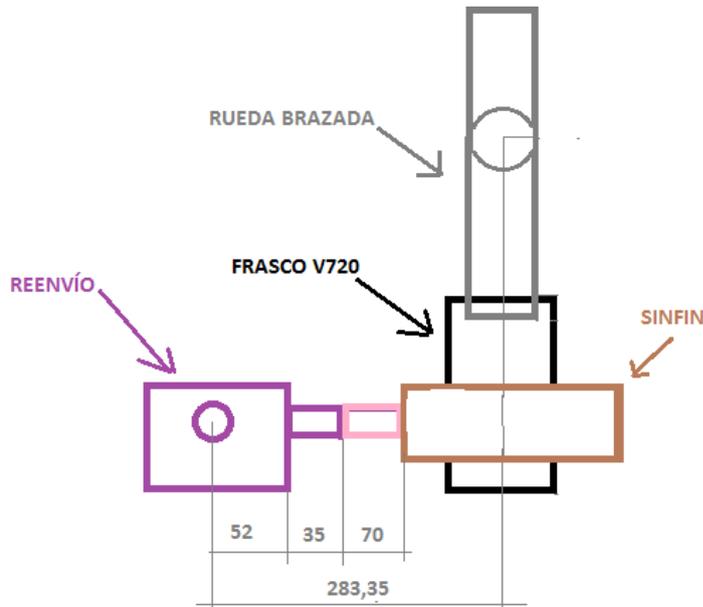


Ilustración 31. Representación de distancias relativas en el eje X sobre boceto sinfín rueda y bote

Estas son las distancias entre los principales ejes de la transmisión para el bote más utilizado en la línea, el V720. Ahora, para solucionar el destensado de la cadena y la regulación de la altura de la rueda para adaptarse a distintos formatos, añadiremos un tercer piñón situado en el punto donde se cruzan la proyección vertical que pasa por el centro del eje de entrada del reenvío y la proyección horizontal que pasa por el centro del eje de la rueda brazada. Hemos concluido escogiendo esta opción por su simplicidad, fácil montaje, utilización de piezas ya utilizadas en la máquina y porque permite, además de ajustar el formato de frasco a utilizar, tensar la cadena si se da el caso.

Con esta elección, restringimos que el movimiento lineal que podrá tener el piñón de ajuste, será estrictamente en el eje vertical. Calculando la hipotenusa del triángulo que se forma entre los ejes del reenvío y la rueda, podemos saber el sumatorio de distancias entre los ejes.

$$h = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{283,35^2 + 249,5^2} = 377,54mm$$

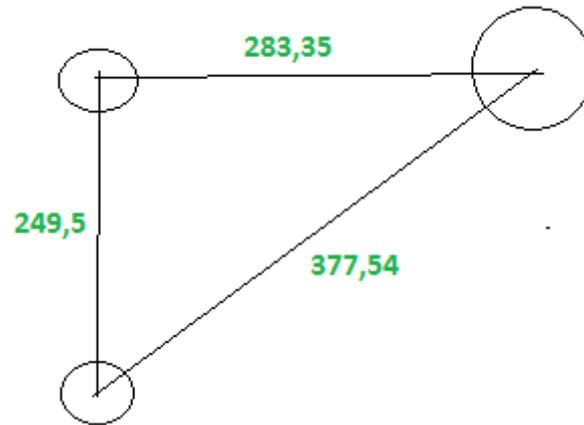


Ilustración 32. Esquema distancia entre centro de piñones para formato V720

Así, el sumatorio de distancias entre centros de ejes es:

$$249,5 + 283,35 + 377,54 = 910,39mm$$

La condición para calcular la distancia que ha de subir el tercer piñón, es que el sumatorio de distancias directas entre ejes sea igual en ambos casos. Una de estas distancias ya la sabemos, ya que conocemos la altura del frasco B370 y por lo tanto:

$$y = (r - s) + h_{B370} - d = (165 - 12,5) + 94 - 75 = 171,5mm$$

y = distancia entre centros de ejes en la coordenada vertical.

r = radio de la rueda brazada = 165mm

h_{B370} = altura del bote B370 = 94,25mm

d = distancia del centro del eje del sinfín y el reenvío a la base del frasco = 75

s = profundidad que el embolo de la rueda entra en el frasco = 12,5mm

Sabiendo esta altura, y la distancia horizontal entre ejes, podemos conocer la hipotenusa que une directamente estos ejes:

$$h = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{283,35^2 + 171,5^2} = 331,2mm$$

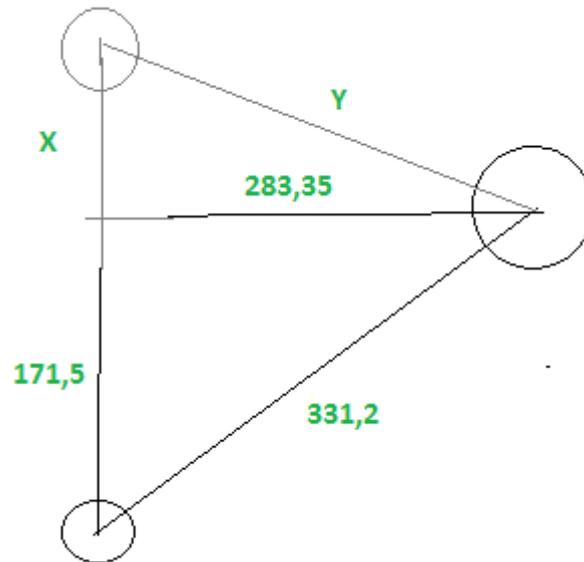


Ilustración 33. Representación base de cálculo para hallar distancias entre centros de piñones para formato B370

Con la condición dicha anteriormente, que la suma de las distancias de unión entre centros de ejes ha de ser igual que la de la distribución para el formato V720 y teniendo en cuenta la trigonometría, podemos sacar dos ecuaciones para calcular las dos incógnitas:

$$x + y + 171,5 + 331,2 = 910,39$$

$$y = \sqrt{x^2 + 283,35^2}$$

A continuación, calculamos el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$x + y + 171,5 + 331,2 = 910,39 \rightarrow x + y = 407,68 \rightarrow y = 407,68 - x$$

$$y = \sqrt{x^2 + 283,35^2} \rightarrow y^2 = x^2 + 80.287,22$$

Una vez tenemos las ecuaciones de forma ordenada y adecuada para resolver la ecuación, sustituimos la prima en la segunda, resultando lo siguiente:

$$(407,68 - x)^2 = x^2 + 80.287,22$$

$$166.203,71 - 815,36x + x^2 = x^2 + 80.287,22$$

$$-815,36x = 80.287,22 - 166.203,71 = -85.916,48$$

$$x = \frac{-85.916,48}{-815,36} = 105,37mm$$

$$y = 407,68 - x = 407,68 - 105,37 = 302,3mm$$

Ahora ya sabemos la distancia que ha de haber entre los tres ejes para ajustar la maquina al formato B370

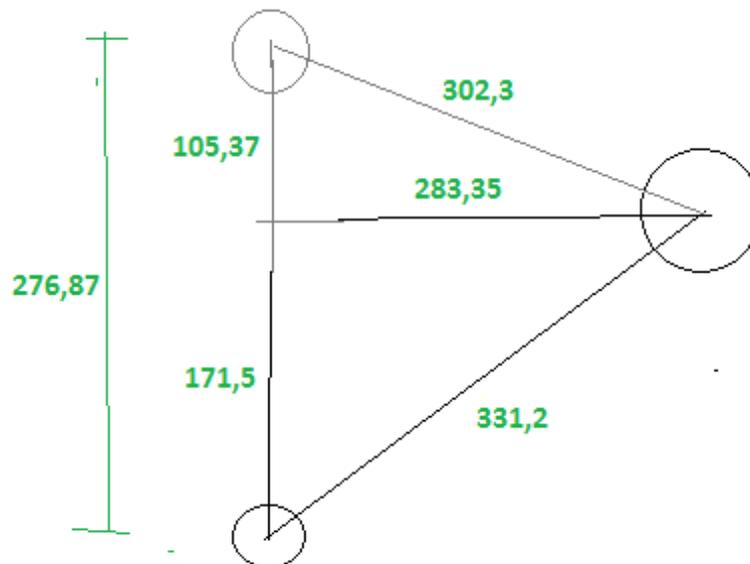


Ilustración 34. Representación distancias entre centros de piñones para formato B370

Podemos resumir que, para ajustar la máquina para los distintos formatos, si partimos de la distribución para el frasco V720, hemos de bajar el eje de la rueda 78mm y subir el eje del tercer piñón 27,87mm.

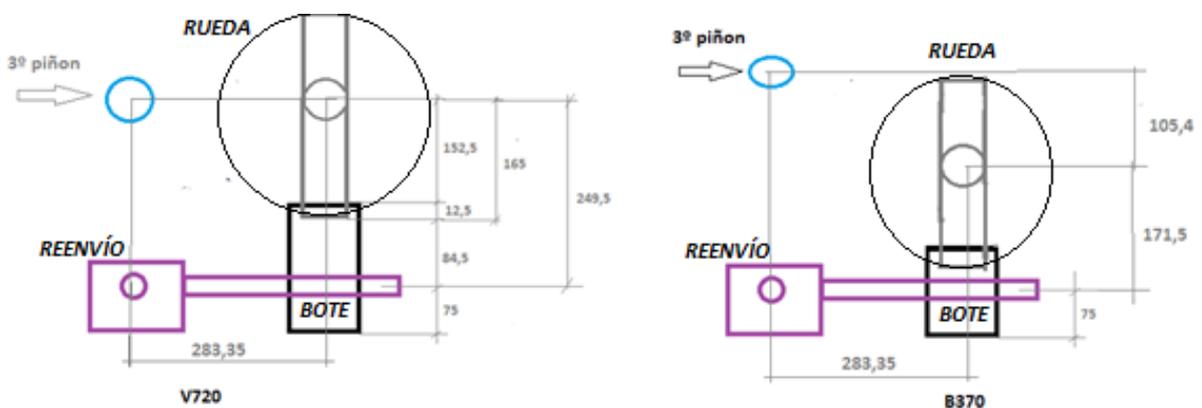


Ilustración 35. Esquema comparativo distancias entre centros de piñones para los distintos formatos de envase.

Distancia entre ejes y desarrollo de las cadenas. En este apartado se va a explicar la distancia que ha de haber entre ejes y el desarrollo de la cadena debida a esta distancia entre ejes y los diámetros de los piñones.

Transmisión A.

La distancia entre los ejes 1 y 2, dependen de la distancia que haber entre el eje del sinfín y la charnela. Así, la distancia entre los centros de los piñones ha de ser de 137,56mm como se muestra en la *Ilustración 36*.

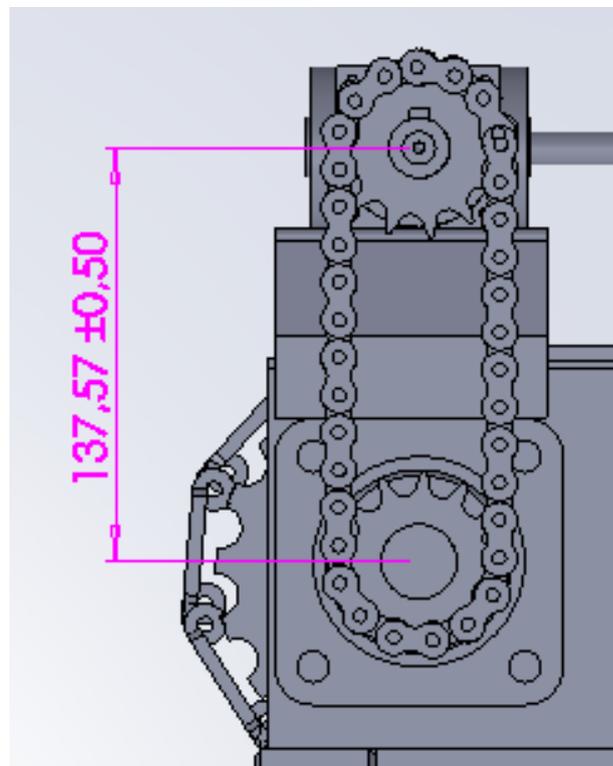


Ilustración 36. Distancia entre ejes en la transmisión A.

Con esta distancia entre ejes, y los diámetros primitivos de piñones de 56,06mm, la longitud total de la cadena de la transmisión A es de 441,84mm tanto para la posición de formato V720 como para el B370, como se muestra en la *Ilustración 37*.

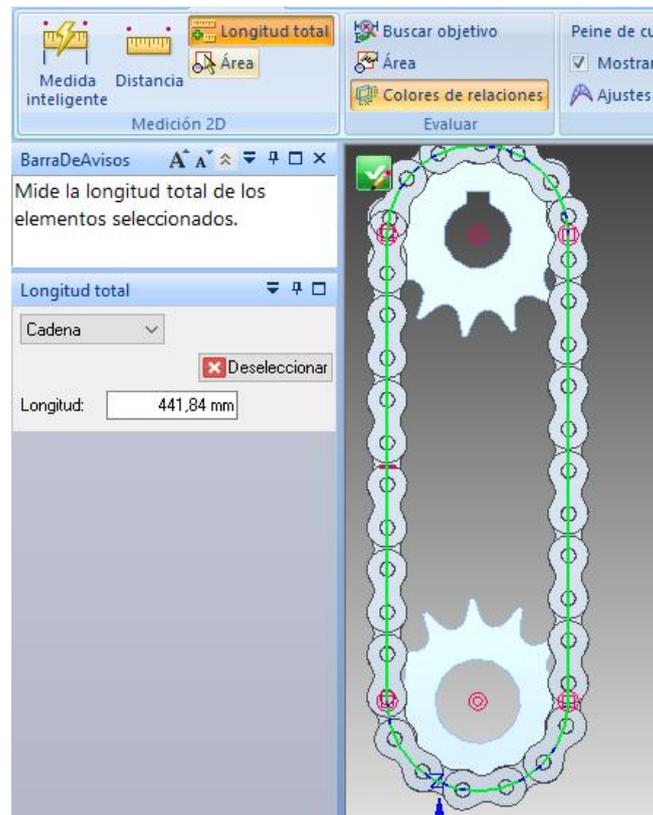


Ilustración 37. Longitud de cadena para la transmisión A.

Transmisión B.

La distancia entre ejes de esta transmisión es de vital importancia para el funcionamiento de la maquina sea el correcto. Para el formato V720, en el eje y, la distancia está definida por la distancia que ha de penetrar el embolo en el bote y es de 249,5mm. En el eje x, la distancia está definida por la posición que ha de tener el embolo respecto el sinfín siendo esta de 283mm. Para el formato B370, la distancia entre ejes en el eje x se mantiene contante respecto al otro formato, y la distancia en el eje y asciende a 276,87mm. Estas distancias han sido explicadas con mayor detalle en el subapartado anterior.

Así, la longitud de cadena de esta transmisión es de 1288,90mm

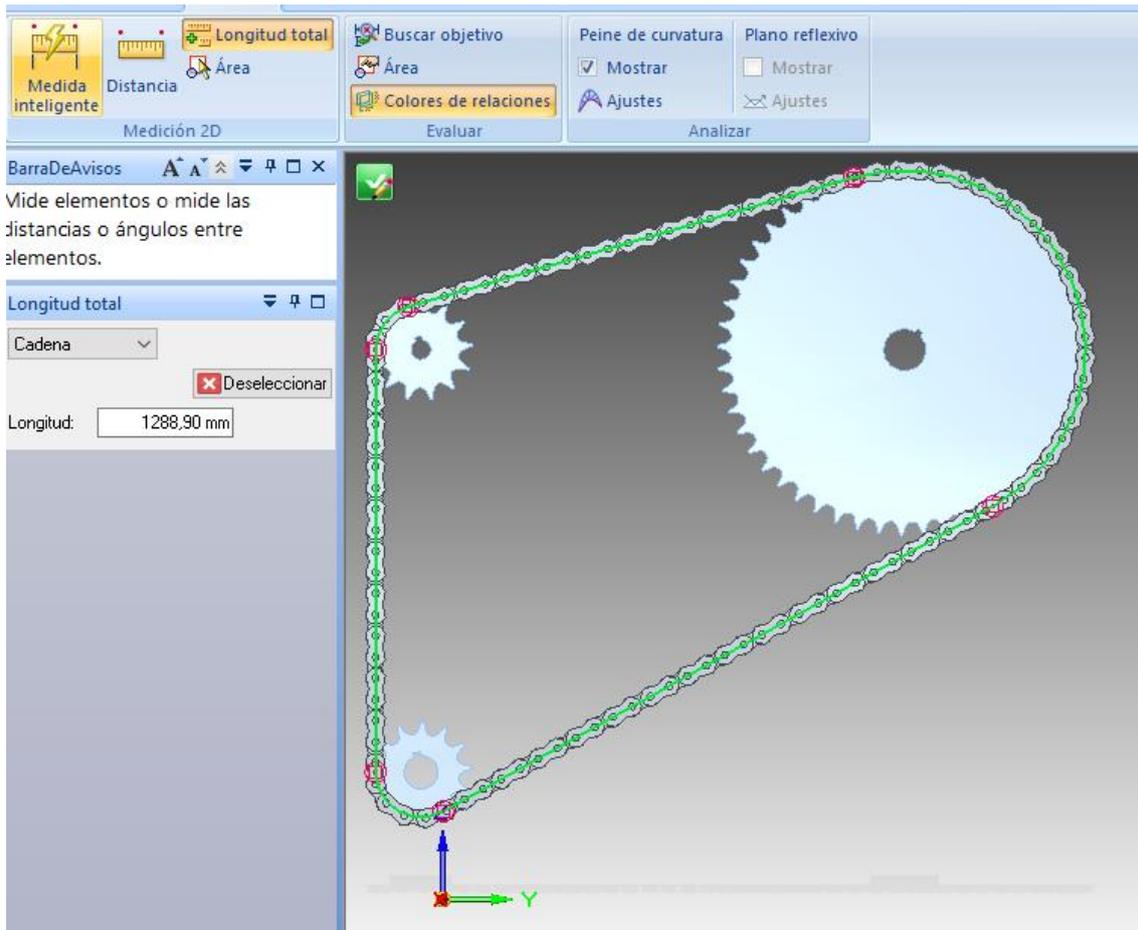


Ilustración 38. Longitud de cadena para la transmisión B.

Esta longitud es la misma tanto para la posición de los ejes para formato V720 como para B370.

5.2. Desarrollo sistema eléctrico.

Una vez conocido todo el desarrollo mecánico, y teniendo las dimensiones y velocidades que llevarán cada uno de los componentes de la máquina, se calculará el par resistente que se genera en cada elemento en movimiento. Estos serán el sinfín, la rueda con brazos y la cinta de charnelas. Con el sumatorio de estos datos obtenidos y un coeficiente de seguridad que se estime adecuado, se concretará la potencia mínima que ha de tener el motor eléctrico que se elija.

Calculo de par necesario para cada elemento.

Sinfín. Para calcular el par resistente que opone al movimiento el sinfín, hemos tenido en cuenta el rozamiento que resulta entre el bote y el sinfín, el cual opone resistencia al giro del último. Para ello hemos tenido en cuenta la velocidad relativa entre el sinfín y la cinta transportadora, ya que al ser la velocidad del sinfín inferior, frena al bote, pero la cinta sigue empujando de él, creando este rozamiento entre bote y sinfín. Conocemos la velocidad angular tanto del piñón impulsor de la cinta como del sinfín, y los radios respectivos, con ello, obtenemos la velocidad lineal de ambos, y a partir de estas la relativa de la cinta respecto el sinfín, como se muestra a continuación:

$$V_{S.F} = \omega_{S.F} \cdot \text{paso}_{S.F} = 1,9\text{rps} \cdot 126\text{mm} = 240,64\text{mm/s}$$

$$V_C = \omega_{P.C} \cdot r_{P.C} = \frac{6\text{rad}}{\text{s}} \cdot 58,64\text{mm} = 352,05\text{mm/s}$$

$$\Delta V_{C-S.F} = V_C - V_{S.F} = 352,05 - 240,64 = 111,40\text{mm/s}$$

La fuerza de rozamiento que se da entre el bote y el sinfín la calculamos en función al peso que arrastra el sinfín en un mismo instante. Este peso es debido a los tres botes que es capaz de sujetar instantáneamente. Cada uno de estos botes tiene un peso aproximado a un kilo.

$$N = m \cdot g = 3 \cdot 1\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 29,43\text{N}$$

Así, la fuerza de rozamiento será la reacción normal resultante de este peso por la gravedad, por el coeficiente de rozamiento existente entre el frasco y el sinfín. Este valor, ha sido obtenido de tablas experimentales y es de 0,87. (Cabban, 2005)

$$F_R = \mu_D \cdot N = 0,87 \cdot 29,43 = 25,6\text{N}$$

Con esta fuerza, y la velocidad lineal relativa, podemos obtener la potencia requerida en el eje de salida del reenvío para que el sinfín pueda vencer este rozamiento.

$$P_{s.Reenvío} = F_R \cdot \Delta V_{C-S.F} = 25,6N \cdot 0,11140 \frac{m}{s} = 2,85W$$

Pero hemos de tener en cuenta el rendimiento del reenvío, ya que en él se dan pérdidas de potencia. Este rendimiento suele ser aproximadamente de un 95%, para mayorar los cálculos, consideraremos este rendimiento de un 90%. Así, la potencia requerida en el eje de entrada del reenvío será:

$$\eta_{Reenvío} = 90\% = \frac{P_{s.Reenvío}}{P_{e.Reenvío}}$$

$$P_{e.Reenvío} = \frac{P_{s.Reenvío}}{0,9} = \frac{2,85W}{0,9} = 3,17W$$

La potencia que ha de llegar al eje de entrada del reenvío es de 3,17W o lo que es lo mismo, $4,3 \cdot 10^{-3}$ CV, este valor podría despreciarse, ya que el motor mínimo que encontramos en el mercado tiene una potencia notoriamente superior.

$P_{e.Reenvío} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ CV}$
--

Rueda con brazos.

Para realizar los calcular de las reacciones que se producen en la compresión del producto ocasionada por el embolo, hemos considerado el producto como un sólido elástico, el cual se comprime. Por ello, hemos de tener en cuenta el módulo de Young del producto más resistente a este cambio. De entre todos los que se procesan, sabemos que el que mayor módulo de Young tiene es el cardo. Este valor es aproximadamente 5MPa.

Además de este parámetro, hemos de tener en cuenta cómo se dan estas fuerzas debidas a la intersección entre el movimiento circular de la rueda y el movimiento lineal de los frascos. Esto hacen que las componentes tangencial y radial de la resultante vayan variando de modulo y dirección conforme avanza el bote. Cada una de estas componentes crea distintos pares. La fuerza tangencial crea en el eje de la rueda y la radial en los rodamientos que soportan el eje.

Estas componentes tienen distintos valores como se ha dicho anteriormente, pero los que nos importa son los máximos de cada una. Comenzaremos analizando primeramente cómo se comporta la componente tangencial y los valores máximos que alcanza.

Componente tangencial. Sabemos que el instante en el cual el embolo entra en contacto con el producto, el embolo anterior todavía no ha terminado de ejercer fuerza sobre el otro bote. Esta fuerza, en lugar de oponerse al movimiento de la rueda lo favorece. Para mayorar los cálculos y cerciorarnos de que la potencia definida sea suficiente, despreciaremos esta fuerza. Por otro lado, sabemos que es en este instante es cuando la componente tangencial es máxima, ya que conforme va avanzando la rueda, va disminuyendo esta y creciendo la radial.

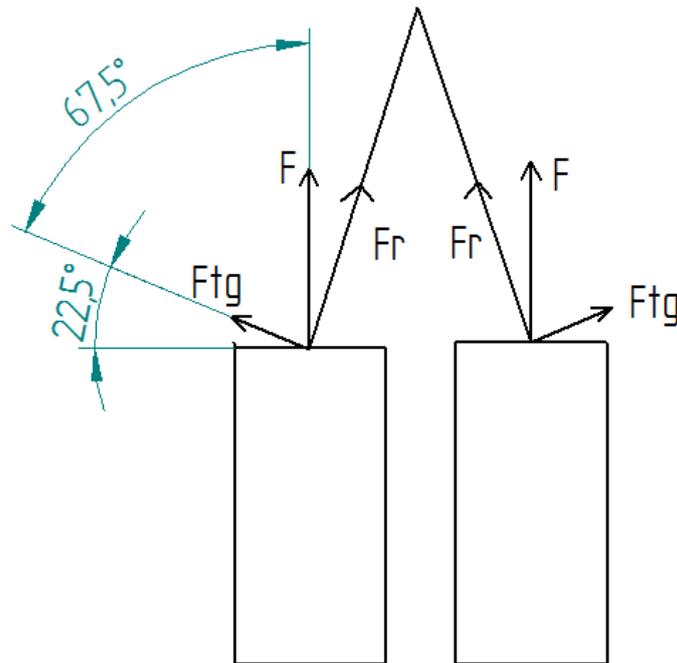


Ilustración 39. Esquema representación de las fuerzas en el instante que el embolo entra en contacto con el producto

En este instante que se va a proceder a estudiar, el desplazamiento por compresión que sufre el producto, es prácticamente nulo. Para desarrollar los cálculos, utilizaremos un valor de 1mm. Sabemos, como se puede ver en la *Ilustración 33*, que el eje del émbolo forma un ángulo de 67,5° con la sección transversal del frasco. Por ello, podemos saber que el valor de la componente tangencial será:

$$F_{tg.max} = F \cdot \cos 67,5^\circ$$

Como se ha dicho anteriormente, se considera el producto como un sólido elástico, por ello aplicaremos la ley de Hooke para calcular la fuerza resultante. Para ello, necesitamos saber el coeficiente de compresibilidad, k , del producto, el cual calculamos en función del módulo de Young, la sección de producto y la longitud del sólido.

Por otro lado, debido a que la maquina ha de trabajar para dos formatos con alturas distintas y por lo tanto, longitudes de producto distintas, escogeremos la que mayor resultante ofrezca. Esta será la generada en el formato B370, de menor altura, con una longitud de 94mm ya que la fórmula para hallar el coeficiente es inversamente proporcional a este dato, y por lo tanto cuanto menor sea, mayor será este.

Así, el coeficiente de compresibilidad para el cardo, con un Módulo de Young de 5MPa, una superficie circular con radio de 20 mm y una longitud de 94mm resulta lo siguiente:

$$k = \frac{E \cdot A}{L} = \frac{5 \cdot (\pi \cdot 20^2)}{94} = 66,84 \frac{N}{mm}$$

Con este valor, y la variación de longitud que sufre el producto en este instante, que hemos determinado de 1 mm, la fuerza resultante será:

$$F = k \cdot x = 66,84 \frac{N}{mm} \cdot 1mm = 66,84N$$

Ahora, ya podemos saber el valor de la componente tangencial máxima:

$$F_{tg.max} = F \cdot \cos 67,5^\circ = 66,84 \cdot \cos 67,5 = 32,66N$$

Conocida esta fuerza, y la velocidad angular de la rueda, podemos saber la potencia que se requiere para vencer la fuerza tangencial que se genera al ejercer la compresión del producto.

$$v = \omega \cdot r = \frac{1,5rad}{s} \cdot 0,156m = 0,234m/s$$

$$P_{tg} = 32,66N \cdot \frac{0,234m}{s} = 8,34W = 8,34 \cdot 10^{-3}kW \cdot \frac{1,36CV}{1kW} = 1,13 \cdot 10^{-3}CV$$

$$P_{tg} = 1,13 \cdot 10^{-3}CV$$

Componente radial. El momento donde la componente radial de la fuerza resultante de la compresión del producto se produce en el instante que el eje del brazo es colonial al eje del frasco. En este instante, la componente tangencial es nula, y por lo tanto la componente radial es de igual módulo, dirección y sentido que la resultante.

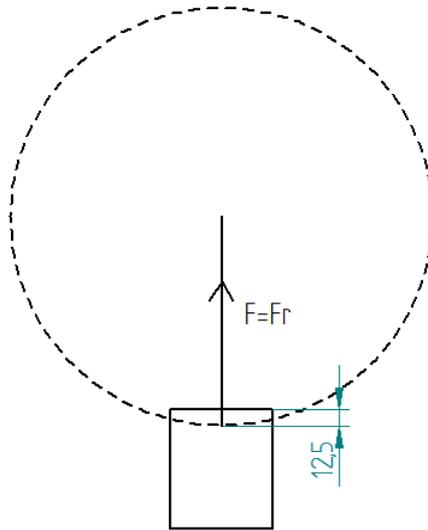


Ilustración 40, Representación de la reacción que se da cuando el embolo es colineal al frasco.

Aplicamos el mismo principio de cálculo que para la componente tangencial, por lo tanto:

$$F = F_r = k \cdot x$$

En este caso, k se mantiene constante, pero x varía, ya que variación de longitud que sufre el producto en este instante sabemos que ha de ser de 12,5mm. Así, el valor máximo para la componente radial es:

$$F_r = k \cdot x = 66,84 \cdot 12,5 = 835,5N$$

Esta fuerza requiere una potencia para ser vencida, que ha de tener la rueda, esta depende de la velocidad lineal de la rueda y es:

$$P_r = F_r \cdot v$$

Siendo la velocidad angular:

$$v = \omega \cdot r = \frac{1,5 \text{ rad}}{\text{s}} \cdot 0,156 \text{ m} = 0,234 \text{ m/s}$$

$$P_r = 835,5 \text{ N} \cdot \frac{0,234 \text{ m}}{\text{s}} = 195,5 \text{ W} = 195,5 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \cdot \frac{1,36 \text{ CV}}{1 \text{ kW}} = 0,26 \text{ CV}$$

$$P_r = 0,26 \text{ CV}$$

Así, la potencia que se requiere para mover la rueda con brazos es:

$$P_R = P_{tg} + P_r = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ CV} + 0,26 \text{ CV} = 0,261 \text{ CV}$$

$P_R = 0,261 \text{ CV}$

Cinta charnelas. Para hallar la potencia que se requiere en el eje motriz para mover el peso de los botes y la charnela a la velocidad necesaria, hemos considerado los siguientes parámetros. El rozamiento existente entre las barras deslizantes y la charnela, la reacción normal causada por el peso del total de los botes que se encuentran en la cinta y el de esta última y la velocidad lineal que lleva la propia cinta. Así, la fórmula resultante sería:

$$P_C = \mu \cdot N \cdot v$$

Donde

P_C = Potencia requerida por la cinta

μ = coeficiente de rozamiento existente entre dos materiales poliméricos.

N = la normal resultante por el peso de los botes y de la charnela

v = velocidad de desplazamiento de la cinta de charnelas

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

El coeficiente de rozamiento se ha obtenido de tablas experimentales en internet, este coeficiente es el existente entre objetos de teflón. En nuestro caso, la barra deslizante es de teflón y la charnela está hecha de otro polímero, para asegurarnos de que los cálculos del par resistente son correctos se ha considerado este valor algo superior. El obtenido en la red es de 0,04, el que se utilizara para los cálculos es de 0,1.

Para calcular la normal, sabemos que en la cinta caben al mismo tiempo 10 botes, considerando que todos ellos van espaciados aproximadamente 50mm pero teniendo en cuenta que justo en la entrada del sinfín se produce acumulación, para una mejor recepción, este número se aumenta a 15 botes. Cada uno de ellos tiene un peso de un kilogramo aproximadamente. Por otro lado, sabemos que cada metro de charnela tiene un peso de 2,71kg/m. La longitud de cadena de la que disponemos algo inferior a tres metros, para mayorar la carga, consideraremos que esta es de 3m. Así, tenemos que la normal resultante es de:

$$N = m \cdot g = \left(15 \cdot 1kg + 3m \cdot \frac{2,71kg}{m} \right) \cdot \frac{9,81m}{s^2} = 226,9N$$

Conociendo el coeficiente de rozamiento, 0,1 y la velocidad lineal de la línea, 352,05mm/s, podemos saber que la potencia requerida en el eje motriz para poner en marcha la cinta:

$$P_C = \mu \cdot N \cdot v = 0,1 \cdot 226,9N \cdot 0,352m/s = 7,97W \approx 8W$$

En el proceso de arranque, esta potencia será mayor, por ello consideramos un factor de seguridad 1,5.

$$P_C = 1,5 \cdot 8W = 12W = 12 \cdot 10^{-3}kW \cdot \frac{1,36CV}{1kW} = 0,016CV$$

$P_C = 0,016CV$

Potencia total requerida. Teniendo todas las potencias exigidas por cada elemento que forman parte de la máquina, podemos calcular la total que necesitamos que nos dé el motor para vencer todas las fuerzas resistentes. Así, a continuación se muestre en la *Tabla 6* las potencias obtenidas para cada elemento.

Tabla 6. Potencias requerida por cada elemento.

Elemento que opone resistencia	Potencia requerida
Sinfín	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Rueda con brazos	0,261
Cinta charnelas	0,016

Así, la potencia total que necesitamos que dé el motor eléctrico es:

$$P_T = P_{s,f} + P_R + P_C = 4,3 \cdot 10^{-3} + 0,261 + 0,016 = 0,281CV$$

Ya que en el proceso de arranque de la máquina, el par resistente es superior debido a que hay que vencer los coeficientes de rozamiento estático, los cuales son superiores a los coeficientes de rozamiento dinámico, se va a poner un coeficiente de seguridad de 2. Así:

$$P_T = 2 \cdot 0,281CV = 0,562CV = 0,562CV \cdot \frac{1kW}{1,36CV} = 0,413kW$$

Por lo tanto, el motor-reductor que necesitamos para nuestra maquina será un motor eléctrico trifásico de 0,55kW.

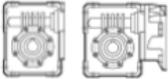
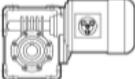
0.55 kW									
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC					
4.7	559	300	WR 86_300	P80	BN80A4				
5.8	483	240	WR 86_240	P80	BN80A4				
7.3	423	192	WR 86_192	P80	BN80A4				
7.8	376	180	WR 75_180	P80	BN80A4				
8.3	383	168	WR 86_168	P80	BN80A4				
9.3	331	150	WR 75_150	P80	BN80A4				
10.1	330	138	WR 86_138	P80	BN80A4				
11.7	287	120	WR 75_120	P80	BN80A4				
14.0	194	100	W 63_100	P80	BN80A4	W 63_100	S1	M1LA4	
17.5	170	80	W 63_80	P80	BN80A4	W 63_80	S1	M1LA4	
21.9	148	64	W 63_64	P80	BN80A4	W 63_64	S1	M1LA4	
23.3	148	60	W 75_60	P80	BN80A4	W 75_60	S1	M1LA4	

Ilustración 41. Tabla motores de 0,55kW

El diseño de las instalaciones eléctricas como el cuadro de arranque y el sistema de emergencia tanto el instalado en el cuadro de arranque como el de las puertas de la cubierta de la máquina, se subcontrata a una ingeniería eléctrica.

5.3. Ensamblaje y distribución de los distintos elementos.

Para realizar el ensamblaje de las partes que forman el módulo diseñado, se sigue el código que se ha designado para numerar los planos. Este código consta de cuatro grupos de dos números cada uno separados por guiones. Tal que así 00-00-00-00.

El 00-00-00-00 es el conjunto total ensamblado. Los tres primeros grupos muestran los subconjuntos. Estando los conjuntos del tercer grupo de números dentro del conjunto indicado en el segundo grupo y este dentro del primero y todo ello dentro del total. El último grupo de número muestra las piezas ya individuales. Así, la máquina, está compuesta por 9 subconjuntos como se muestra en la *Tabla 7* en la cual se indica la descripción, el código y la cantidad que hay de cada uno en el conjunto total.

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

Tabla 7. Subconjuntos que conforman la maquina

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BANCADA	01-00-00-00	1
2	BASTIDOR_1	02-00-00-00	1
3	SINFIN	03-00-00-00	1
4	sinfin	00-00-00-01	1
5	AJUSTE FORMATO 1	04-00-00-00	1
6	RUEDA BRAZADA COMPLETA	05-00-00-00	1
7	ENGRANAJE TRANSMISION REENVIO	06-00-00-00	1
8	VLM0651_1A0-1_1-1340_0000DS063A-4_00-5(-)	07-00-00-00	1
9	ENGRANAJES TRANSMISION RUEDA	08-00-00-00	1
10	SEGURIDADES	09-00-00-00	1

A continuación, en la *Ilustración 42* se muestra el plano en perspectiva del conjunto total, donde podemos ver a que corresponde cada conjunto de la *Tabla 7*.

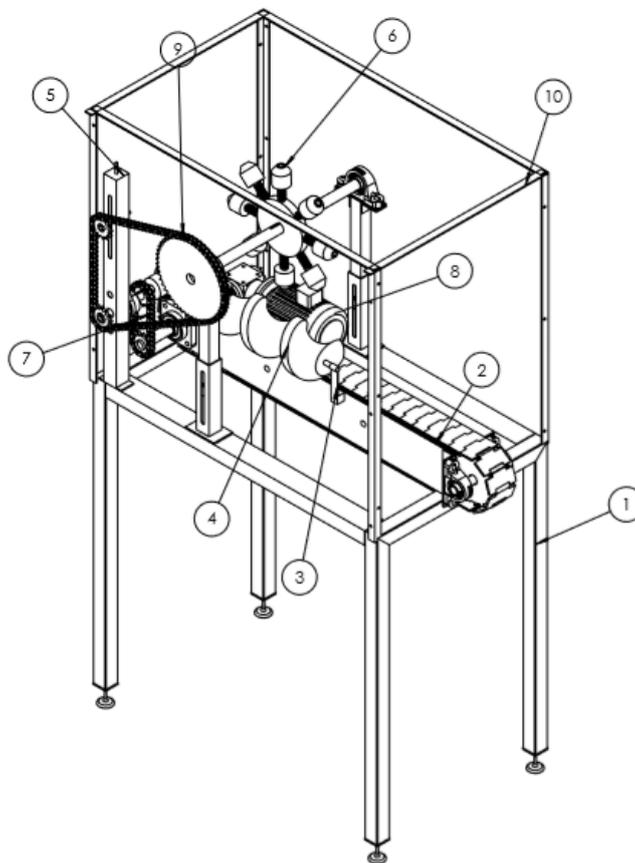


Ilustración 42. Plano en perspectiva conjunto total ensamblado.

Y tiene la siguiente apariencia

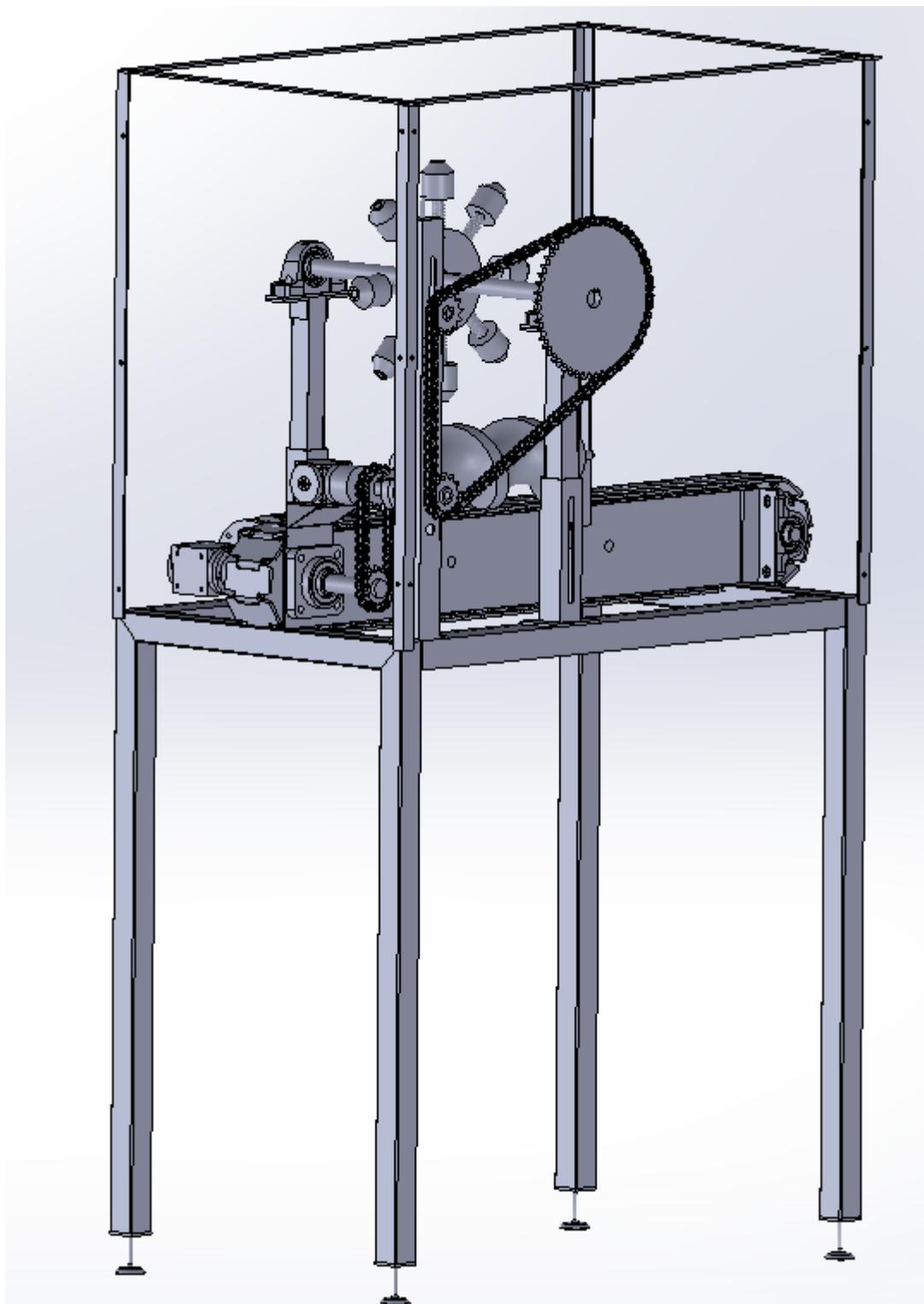


Ilustración 43. Diseño 3D del conjunto total en SolidWorks

6. Presupuesto

El presupuesto que se presenta se enfoca como una aproximación estimada en función a los costes reales habitualmente vistos en el mercado.

Se estructurara por bloques, perteneciendo estos a materiales en función a la parte de la maquina donde ira situado, mano de obra, servicios subcontratados. Como se muestra en la siguiente tabla de referencias.

A continuación se muestra el resumen completo de este, estando detallado y desarrollado en el ANEXO III.

RESUMEN PRESUPUESTO

1. Bancada	151,41
2. Bastidor y cinta de charnelas	441,63
3. Reenvío y sinfín	1260,31
4. Sistema motriz	283,27
5. Ajuste de formato	222,02
6. Transmisión por engranajes	225,07
7. Rueda con brazos	817,68
8. Seguridad	339,88
9. Mano de obra y subcontratas	1652,00

TOTAL PRESUPUESTO..... 5.393,37€

IVA (21%).....1.132,6€

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....6.525,97€

El coste total de la realización de la alternativa propuesta asciende a SEIS MIL QUINIENTOS VEINTICINCO EUROS CON NOVENTAISIETE CENTIMOS.

Como se ha dicho al inicio de esta memoria, se cuenta con un presupuesto de 7.000€, el cual no sería sobrepasado.

7. Proceso de fabricación.

A pesar de que uno de los objetivos de este diseño es conseguir realizarlo con el mayor número de elementos comerciales posibles, no ha sido posible en su totalidad, como es lógico. Hemos de distinguir también, que los elementos comerciales que se han elegido y que necesitan modificaciones, se hacen bajo plano, pero se consideran como tal de igual manera. Por ello, definiremos elementos diseñados por y para este proyecto los cuales haya que encargar fabricar desde cero.

Para estos últimos, se contemplaran las alternativas de fabricación existentes, considerando una fabricación unitaria del producto. Estos elementos son: el sinfín y los émbolos de la rueda con brazos.

Sinfín. El sinfín, como se puede ver en el plano 00-00-00-01, lleva incluido el eje y este lleva sus chaveteros pertinentes. Los distintos procesos o maquinas herramientas con los que se podría realizar son:

Máquina de laminado automático de alta precisión de tornillo



Ilustración 44. Máquina de laminado realizando sinfín (Wu, 2013)

Centro de mecanizado de 4 ejes.



Ilustración 45. Centro de mecanizado de cuatro ejes. (Interempresas, 2015)

Émbolos. Para la fabricación de los émbolos, como se puede ver en el plano 05-01-00-01, que partiendo de un cilindro del diámetro mayor, simplemente sería necesaria la realización del vaciado con disminución de sección para el eje, y el chaflán definido en la parte inferior. Esto se podría realizar con:

Torno.



Ilustración 46. Torno. (Sandvik, 2011)

Centro de mecanizado de 3 ejes.



Ilustración 47. Centro de mecanizado de tres ejes. (Slideshare, 2010)

El resto de elemento utilizados, modificador tras su compra o no, serán elementos comerciales. En el ANEXO II, podemos encontrar las fichas técnicas de estos elementos

8. Comprobación de las especificaciones

Tras haber desarrollado la alternativa elegida, y tener todas las dimensiones, velocidades y potencias definidas, nos disponemos a realizar la comprobación de las especificaciones exigidas por la empresa previamente.

El principal objetivo de este proyecto ha sido desarrollar un mecanismo que nos asegure que todo envase que entre en la cerradora lo haga con la boca del frasco limpia, el peso escurrido adecuado y la distancia de cabeza requerida. Este se cumple gracias al sistema de compresión de émbolos dispuesto circularmente, los cuales tienen la mitad del diámetro que la boca del frasco para comprimir el sólido permitiendo el rebose del líquido. Los productos suspendidos en los bordes son arrastrados hacia el interior por un lado, y a su vez el líquido que es desalojado ayuda a precipitar hacia el exterior, los que no han sido empujados hacia el interior. Con un ajuste de llenado de líquido de cobertura de tal manera que no se sobre bajo ningún concepto, se asegura la exigencia planteada inicialmente.

Al estar compuesta principalmente por elementos comerciales, con los cuales el equipo de mantenimiento está habituado a trabajar, se cumple que todas las tareas de montaje pueden ser llevadas a cabo por este equipo de la empresa. Además, esto hace también que el coste de la totalidad de los materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto sea reducido. Cumpliendo así, otra de las especificaciones más exigentes.

Por otro lado, gracias a lo anteriormente dicho, al tamaño reducido del módulo, y al hecho de no usar cordones de soldadura en una parte de la máquina, se cumple también que sea fácil de montar, desmontar y transportar, para poder utilizarla en las dos fábricas existentes.

Todos los cálculos realizados para el desarrollo de las velocidades y potencias necesarias han partido de la hipótesis de que la velocidad lineal de la cinta transportadora del nuevo módulo debe estar comprendida entre el rango de velocidades lineales de la cinta antecesora y sucesora. Esto nos asegura, que no se crearan cuellos de botas en esta parte de la línea.

Una restricción importante a la hora de diseñar el mecanismo ha sido la necesidad de ajustarlo para ser capaz de adaptarse a los dos formatos utilizados. Esta cuestión se ha abordado colocando en el apoyo del eje de la rueda con brazos un coliso para permitir variar la posición. Y un tercer piñón que girara loco para tensar la cadena y así no tener que variar su longitud en los cambios de formato.

Debido a que se realiza la fabricación de diferentes productos hemos de tener en cuenta las distintas dimensiones, geometrías y propiedades físicas. Por ello, todos los cálculos en los cuales afectan las propiedades del producto, se han considerado las del cardo, ya que es el producto de mayor rigidez y también el de mayor tamaño.

En lo referido a legislación, se subcontratan los servicios de comprobación y aprobación del certificado CE. Con el cumplimiento de la norma vigente relativa al diseño de maquinaria para el sector alimentario 2006/42/CE, quedando así cumplido todo lo relacionado con la normativa que ha de cumplir.

El límite de presupuesto que se marcó es de SIETE MIL EUROS, el cual no se ha superado, ya que, incluyendo todos los gastos de materias primas, fabricación y aprobación de permisos y normativas, el total asciende a SEIS MIL QUINIENTOS VEINTICINCO EUROS CON NOVENTAISIETE CENTIMOS.

9. Conclusiones

Tras la realización de este proyecto para solventar y disminuir las pérdidas de envase y producto por producto suspendido en la boca del frasco.

- El diseño propuesto cumple todas las especificaciones exigidas por la empresa

Las especificaciones más exigentes requeridas por la empresa eran las referidas al presupuesto, al hecho de haber formatos diferentes para realizar una misma función y las velocidades elevadas que se deseaban.

- Método efectivo para la retirada del producto suspendido en el frasco.

Gracias a la compresión realizada por los pisones, dispuestos circularmente, al producto sólido. Introduciendo a este una distancia determinada y adecuada, se consigue la precipitación forzada de los productos ya sea bien por arrastre del líquido que rebosa y lo desaloja o por el empuje del propio pisón hacia el interior del envase.

- El ajuste de formato sirve para todo tipo de frasco siempre que tenga el mismo diámetro de boca.

El ajuste de formato, está pensado esencialmente para los dos formatos utilizados en esta línea de trabajo, pero gracias al diseño planteado, podría adaptarse a frascos de cualquier altura, siempre que tengan un diámetro interior comprendido entre 50 y 80mm.

- El rendimiento y la productividad de la línea aumentaría considerablemente.

Gracias a este sistema de ajuste, no se darían fallos en el cerrado de los frascos, no se rompería envase por atascos, se podría prescindir del puesto de compresión manual del producto, se evitarían las pérdidas por mal aprovechamiento del producto y se evitarían las averías en la cerradora causadas por el producto mal posicionado en el frasco.

Análisis y mejora de línea de llenado de producto en industria alimentaria

- Las pérdidas de envase y producto causada por el mal cerrado de los frasco se reduce en un 80% por turno

Actualmente, estas pérdidas ascienden a un total de aproximada 400bote/turno. Con la instalación de este nuevo módulo previo a la cerradora y considerando que fallase aproximadamente 30 veces por turno, dejando mal ajustado el nivel de 30 botes, las pérdidas de envase y producto se reducirían en un 90% aproximadamente.

10. Líneas futuras

Como ideas futuras para un mejoramiento de la maquina se ha pensado en los siguientes ajustes:

- Recepción desechos de producto

El resto de producto que precipita de los botes que se comprimen, caen por gravedad. La idea es crear un circuito de recirculación que mande este producto de nuevo a la fase de llenado, pasando previamente por un detector para desechar cualquier tipo de desperfecto.

- Modificación ajuste de formato usillo

Para facilitar el ajuste de la modificación de la posición de los distintos elementos de la máquina para adaptarla a los distintos formatos, se plantea implantar un sistema de husillo.

- Insertar ajuste llenado líquido de gobierno.

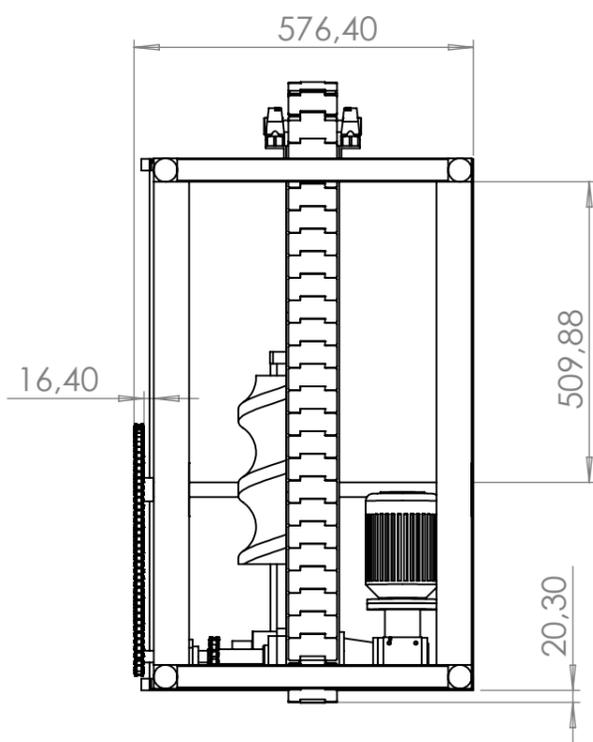
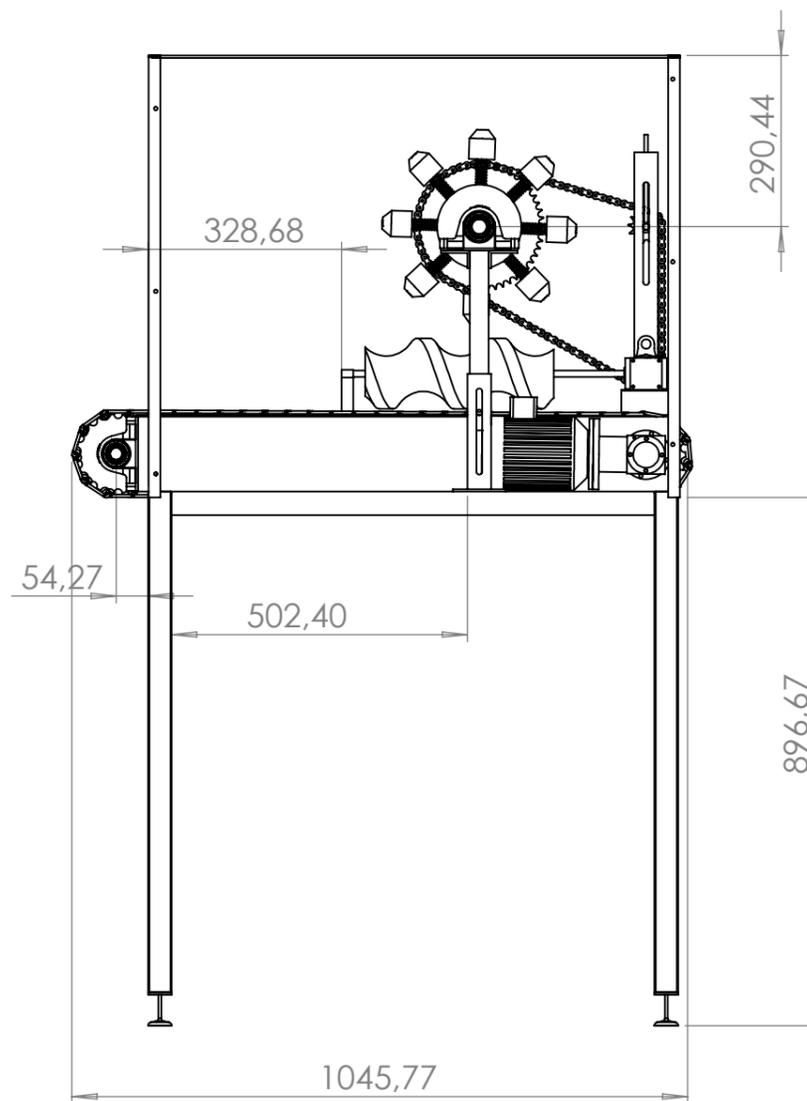
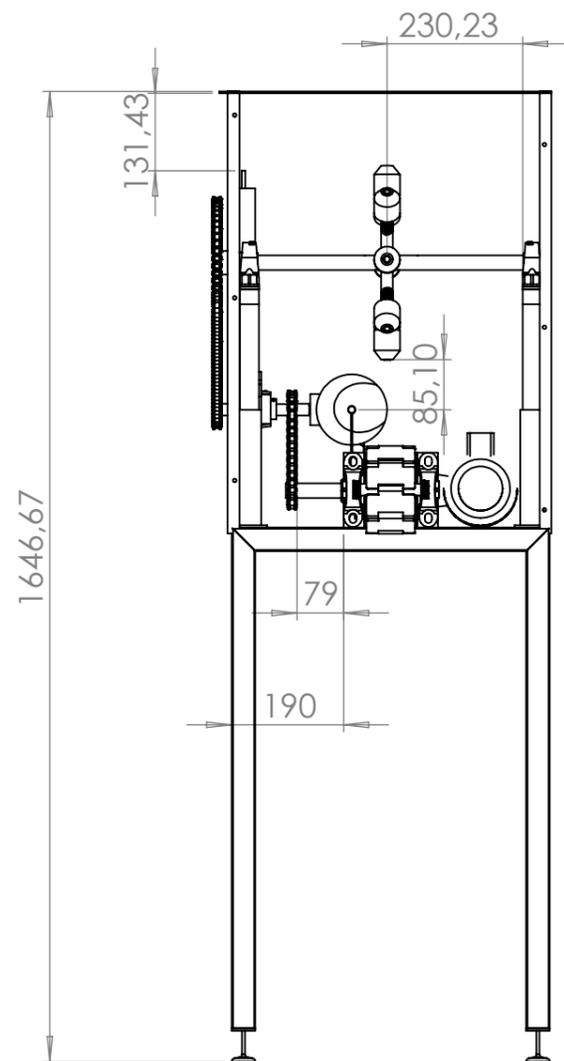
En la compresión del producto sólido, parte del líquido de cobertura es derramado. Se propone la instalación de un sistema volumétrico de llenado de este líquido de tal manera que no rebose, y quede al nivel exigido.

11. Bibliografía

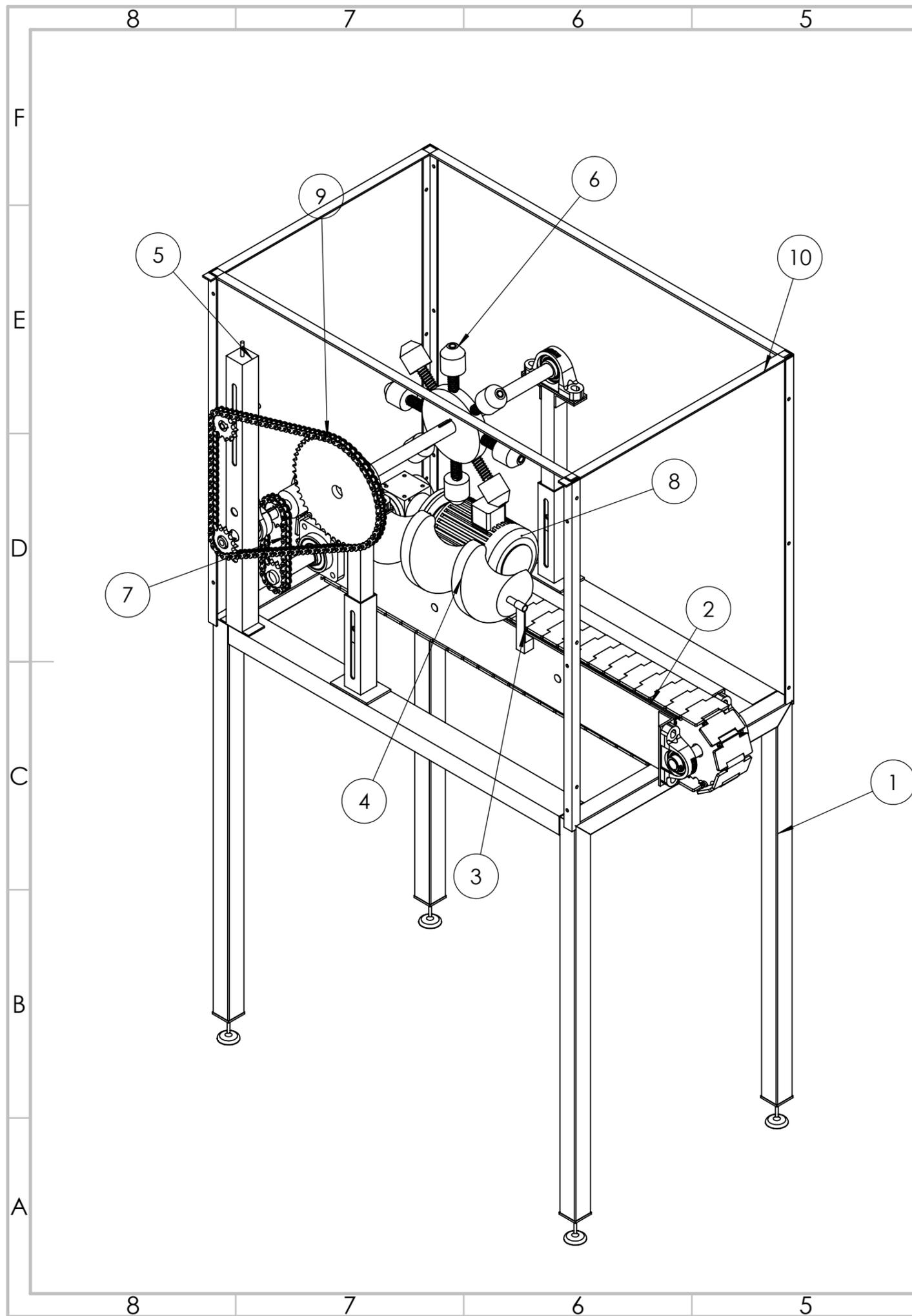
- BOE*. (9 de Junio de 2006). Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/doue/2006/157/L00024-00086.pdf>
- Cabban, M. (2005). *The Physics Factbook*. Obtenido de <http://hypertextbook.com/facts/2005/glass.shtml>
- Comas-machines*. (11 de Octubre de 2012). Obtenido de <http://www.comas-machines.com>
- Interempresas*. (2015). Obtenido de http://www.interempresas.net/cerramientos_y_ventanas/Productos/Lineas-de-mecanizado-para-aluminio.html#
- Penglaichina*. (8 de Septiembre de 2016). Obtenido de <http://www.penglaichina.com/>
- RIOJA, T. (2017). Obtenido de TapasRioja: <http://tapasrioja.es/es/>
- Sandvik*. (2011). Obtenido de Sandvik: http://www.revistatope.com/185_art_SANDVIK_COROMANT_Torneado.html
- Schleifen*. (2017). Obtenido de <http://schleifen.3mdeutschland.de/produktkatalog/scotch-brite-schleifvlies-produkte/scotch-brite-bristle-produkte.html>
- Slideshare*. (2010). Obtenido de <https://image.slidesharecdn.com/centrosdemecanizadocnc-110916081945-phpapp02/95/centros-de-mecanizado-cnc-20-728.jpg?cb=1316161459>
- Smigroup*. (2017). Obtenido de <http://www.smigroup.it/>
- Spain, F. m. (15 de Octubre de 2015). Fabricando made in Spain. *Fabricando made in Spain*. Córdoba, España. Obtenido de <http://www.rtve.es/alacarta/videos/fabricando-made-in-spain/fabricando-made-in-spain-programa-52/3325338/>
- Tecnolactea*. (2017). *Tecnolactea*. Obtenido de <http://www.tecnolactea.com/encurtidos.php>
- Wu, E. (1 de Abril de 2013). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=VgH7QwDyNNQ>
- Zilli&Bellini. (2016). *Zilli&Bellini*. Obtenido de Zilli&Bellini: <http://www.zilli-bellini.com/>

ANEXO I

Planos

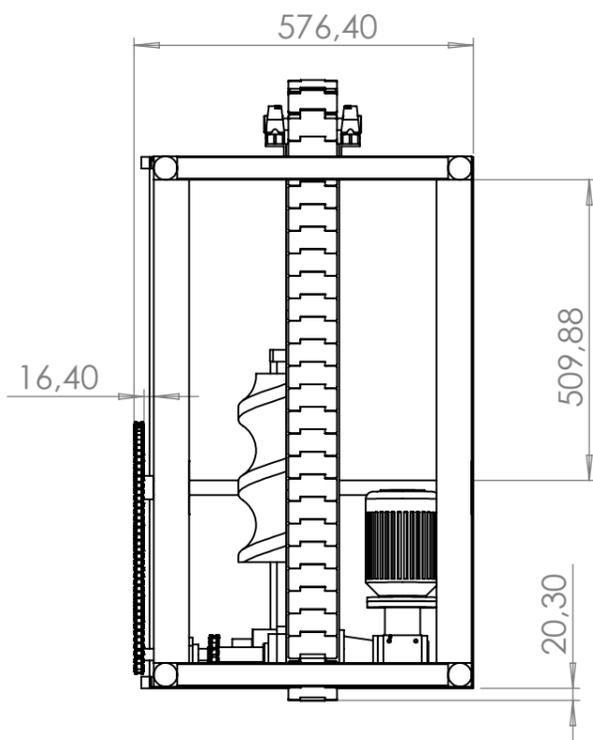
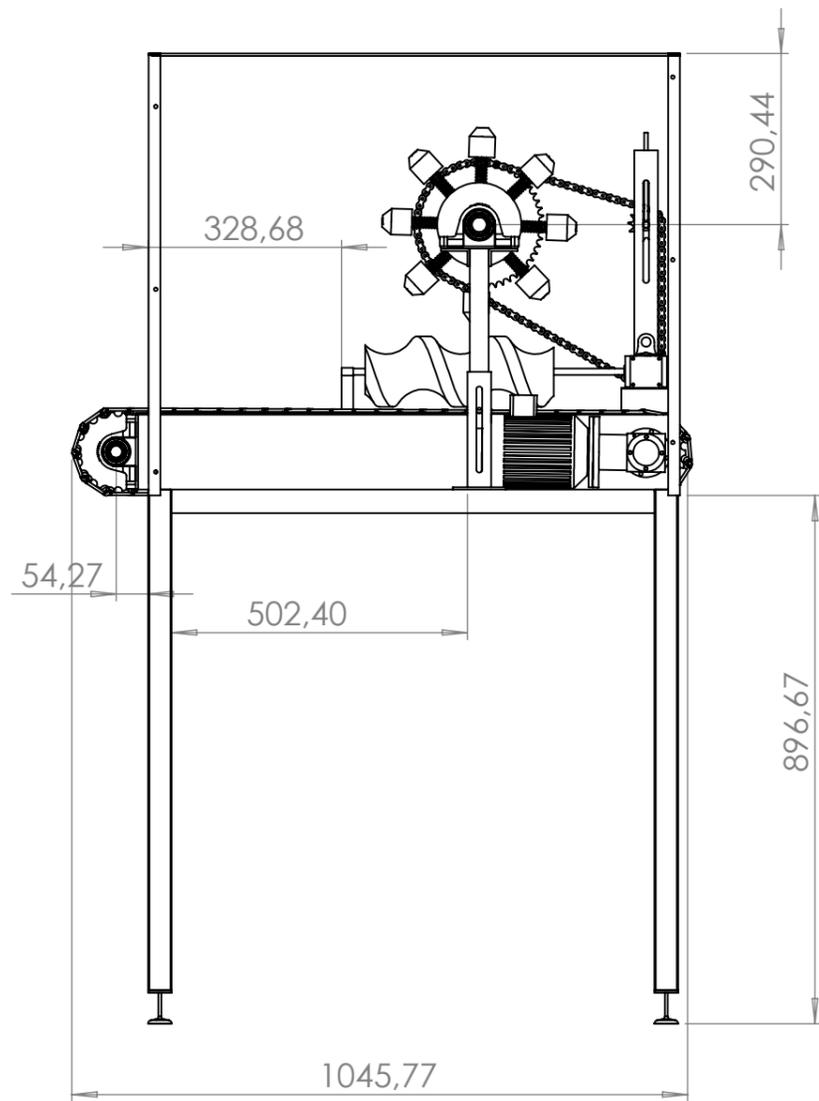
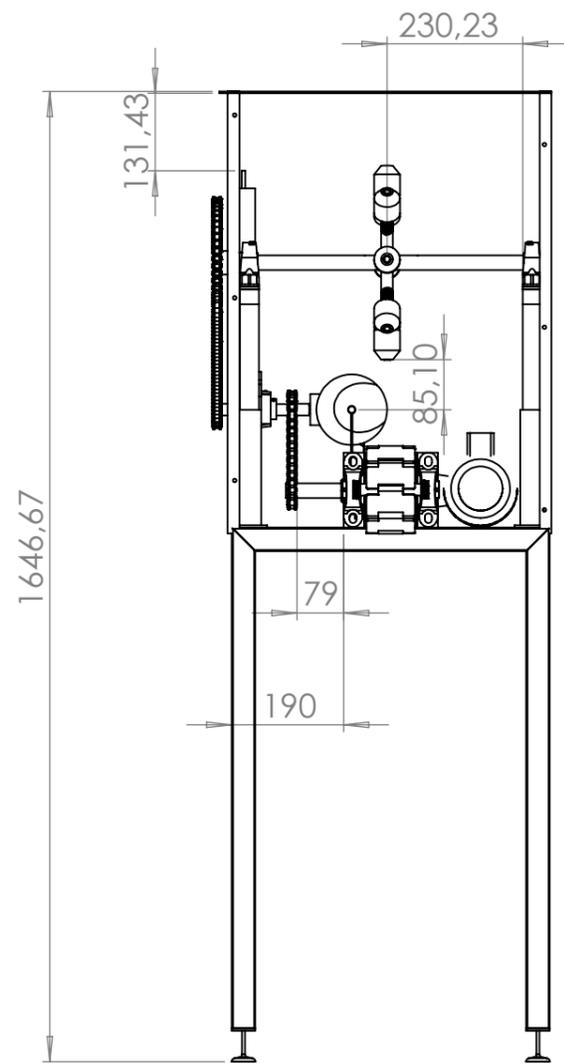


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO:		RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
MAQUINA	14/06/2017	1:12	00-00-00-00

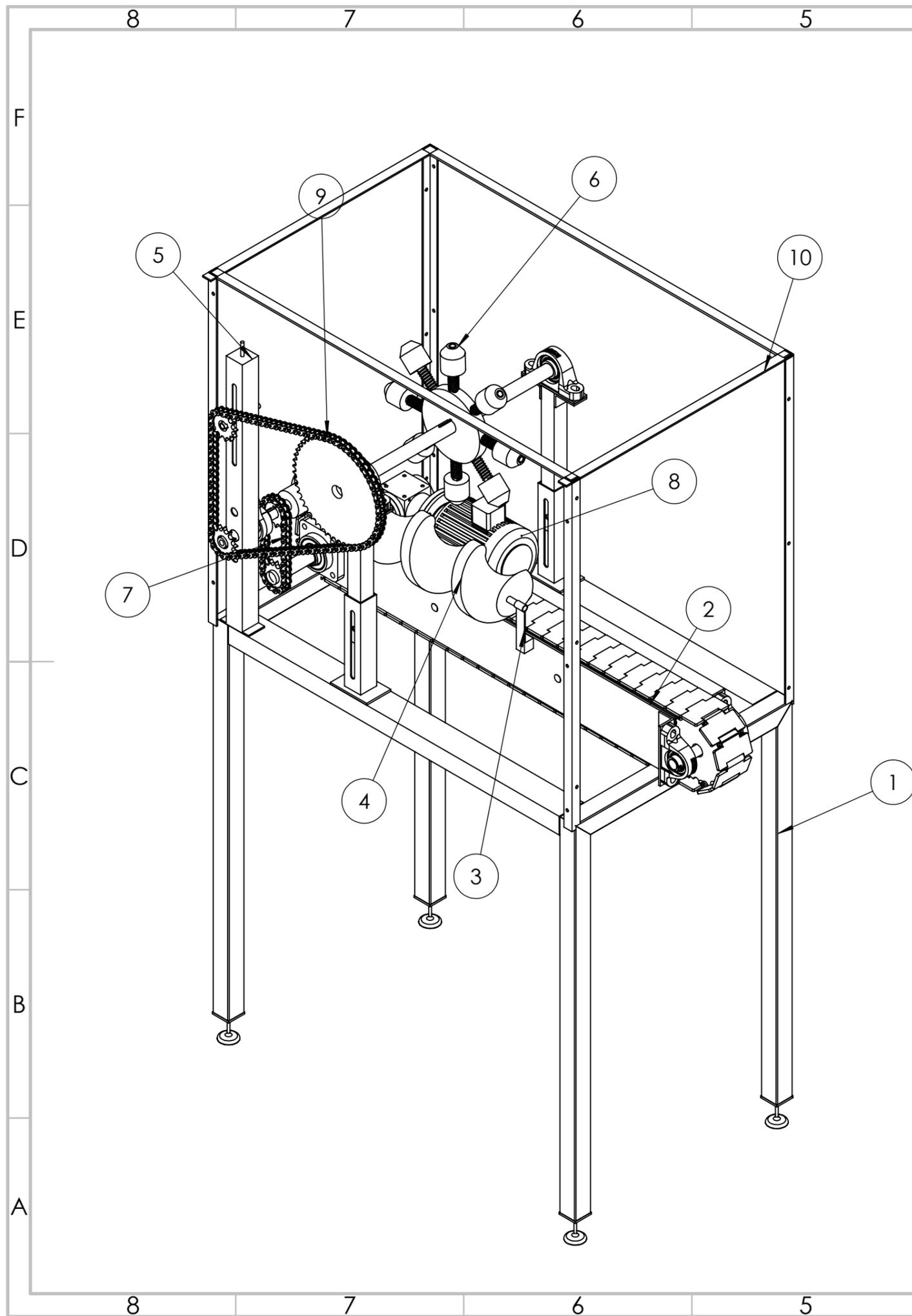


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BANCADA	01-00-00-00	1
2	BASTIDOR_1	02-00-00-00	1
3	SINFIN	03-00-00-00	1
4	sinfin	00-00-00-01	1
5	AJUSTE FORMATO 1	04-00-00-00	1
6	RUEDA BRAZADA COMPLETA	05-00-00-00	1
7	ENGRANAJE TRANSMISION REENVIO	06-00-00-00	1
8	VLM0651_1A0-1_1-1340_0000DS063A-4_00-5(-)	07-00-00-00	1
9	ENGRANAJES TRANSMISION RUEDA	08-00-00-00	1
10	SEGURIDADES	09-00-00-00	1

 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA
PLANO: MAQUINA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:8
		N° PLANO: 00-00-00-00

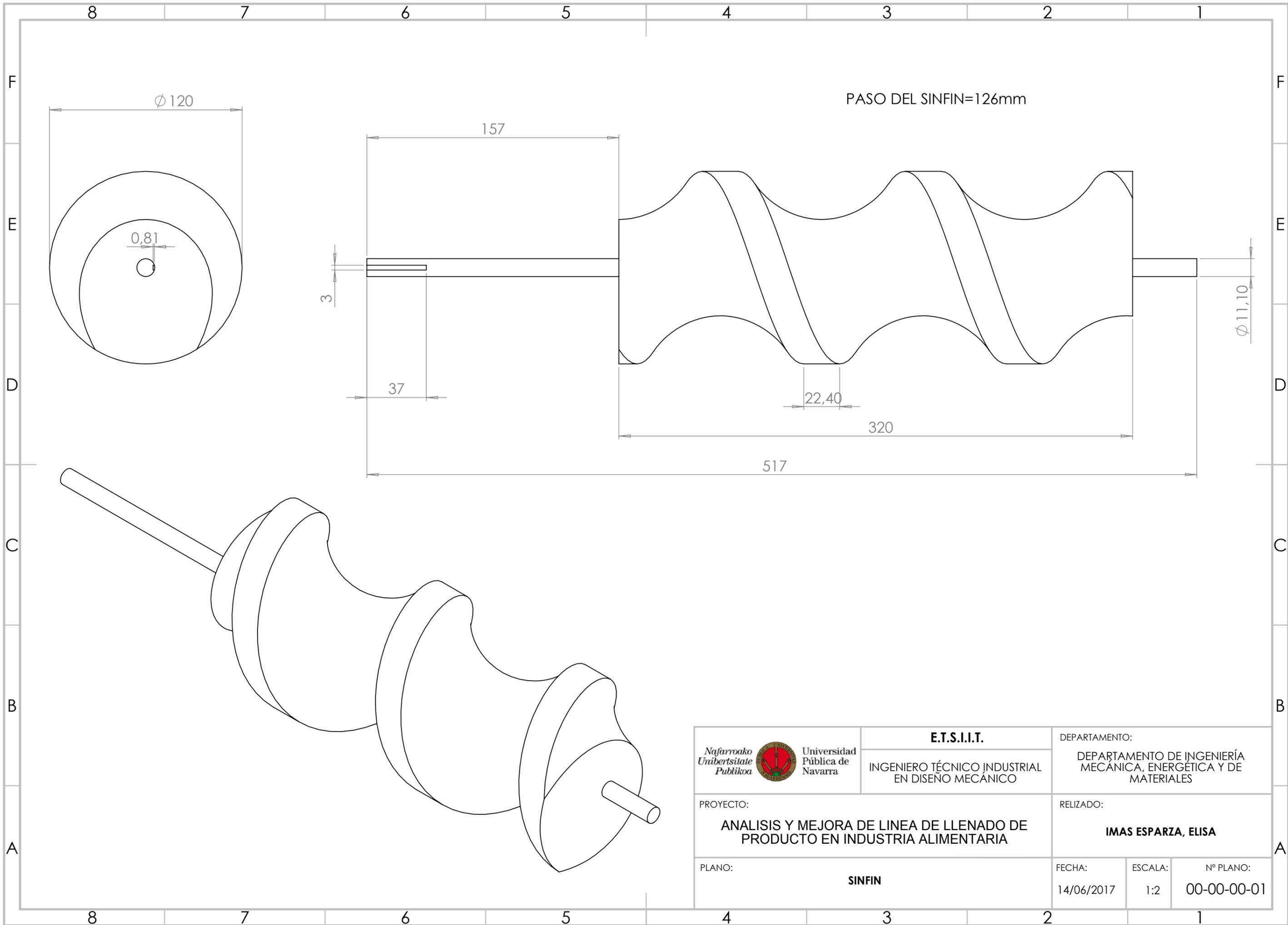


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO: MAQUINA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:12	Nº PLANO: 00-00-00-00

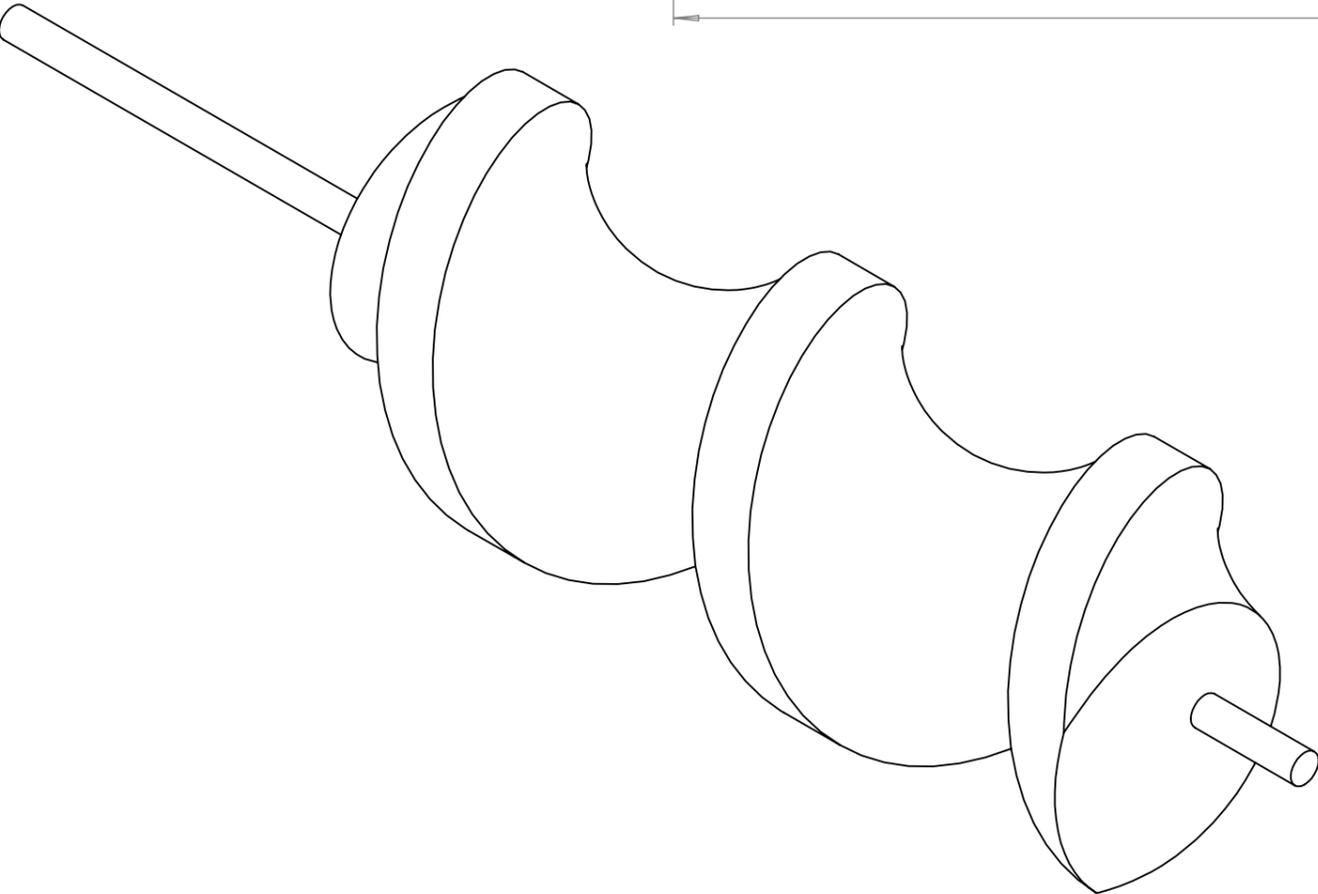
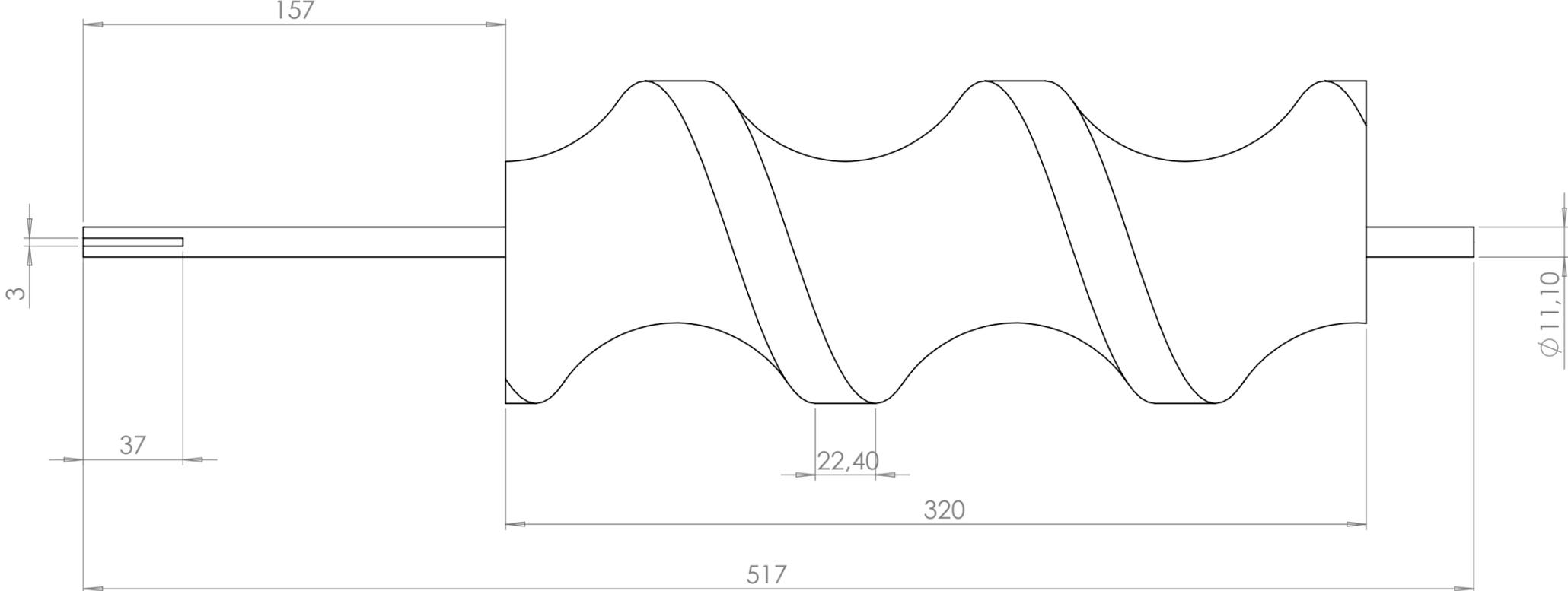
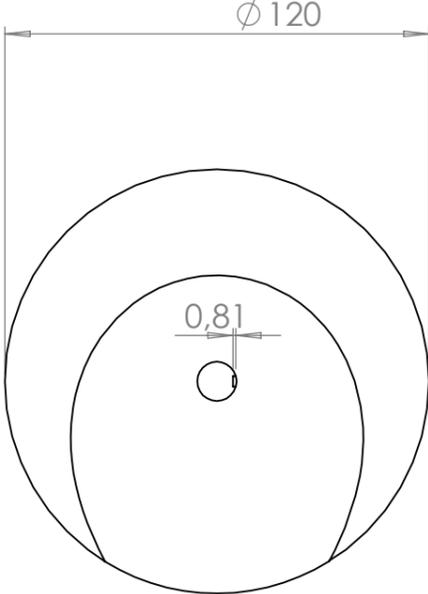


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BANCADA	01-00-00-00	1
2	BASTIDOR_1	02-00-00-00	1
3	SINFIN	03-00-00-00	1
4	sinfin	00-00-00-01	1
5	AJUSTE FORMATO 1	04-00-00-00	1
6	RUEDA BRAZADA COMPLETA	05-00-00-00	1
7	ENGRANAJE TRANSMISION REENVIO	06-00-00-00	1
8	VLM0651_1A0-1_1-1340_0000DS063A-4_00-5(-)	07-00-00-00	1
9	ENGRANAJES TRANSMISION RUEDA	08-00-00-00	1
10	SEGURIDADES	09-00-00-00	1

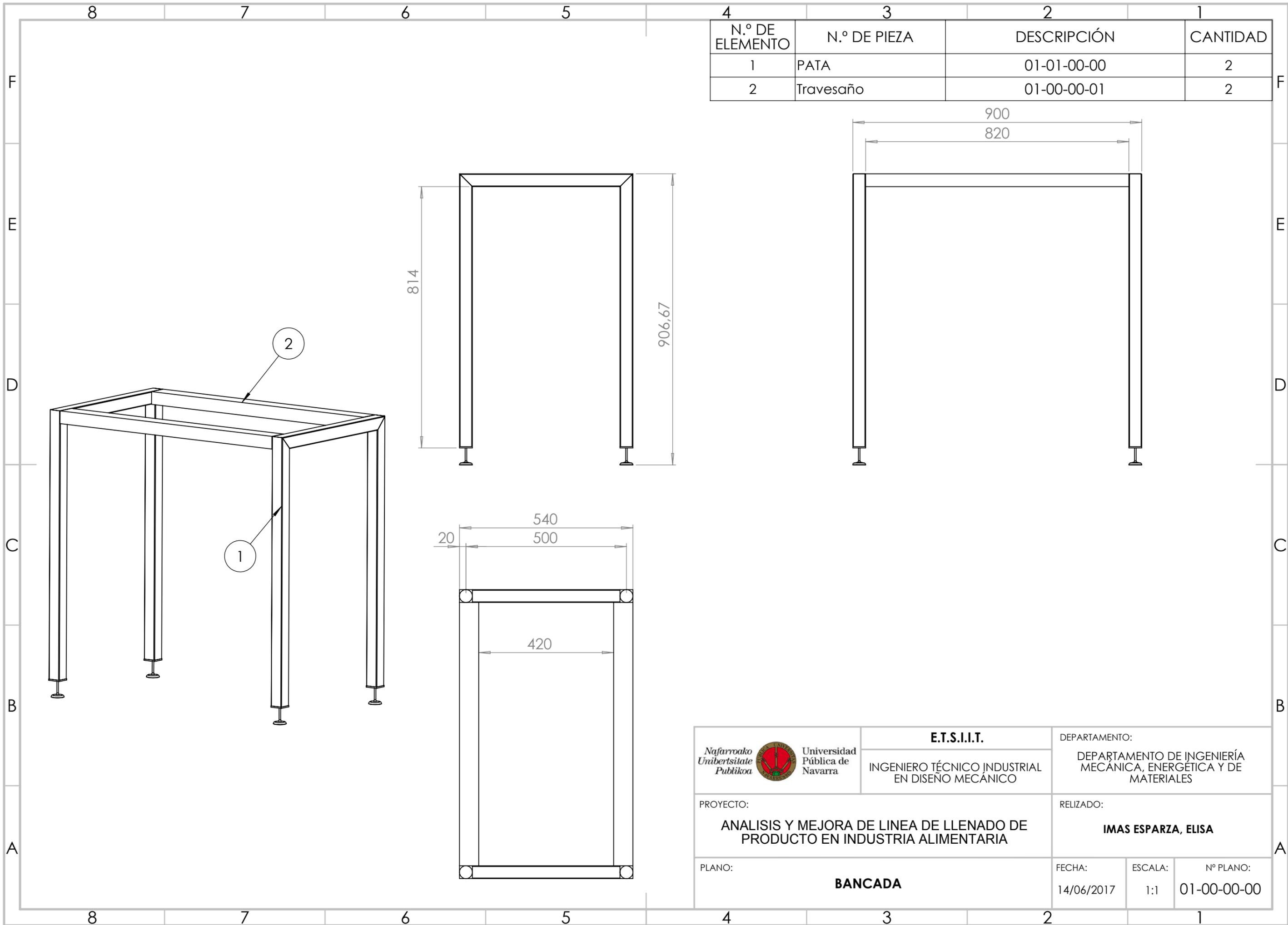
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
MAQUINA	14/06/2017	1:8
		Nº PLANO:
		00-00-00-00



PASO DEL SINFIN=126mm

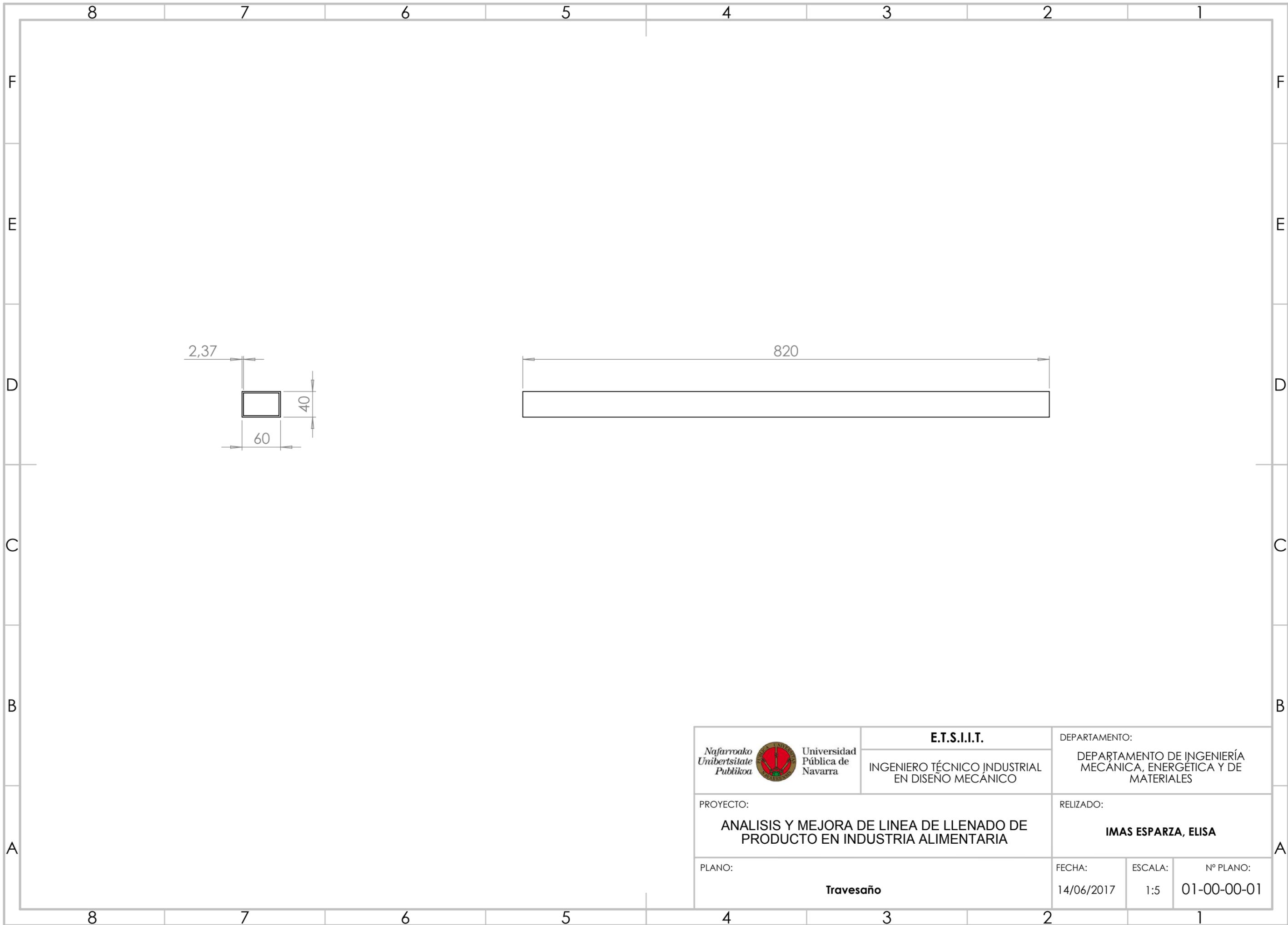


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: SINFIN	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 00-00-00-01	



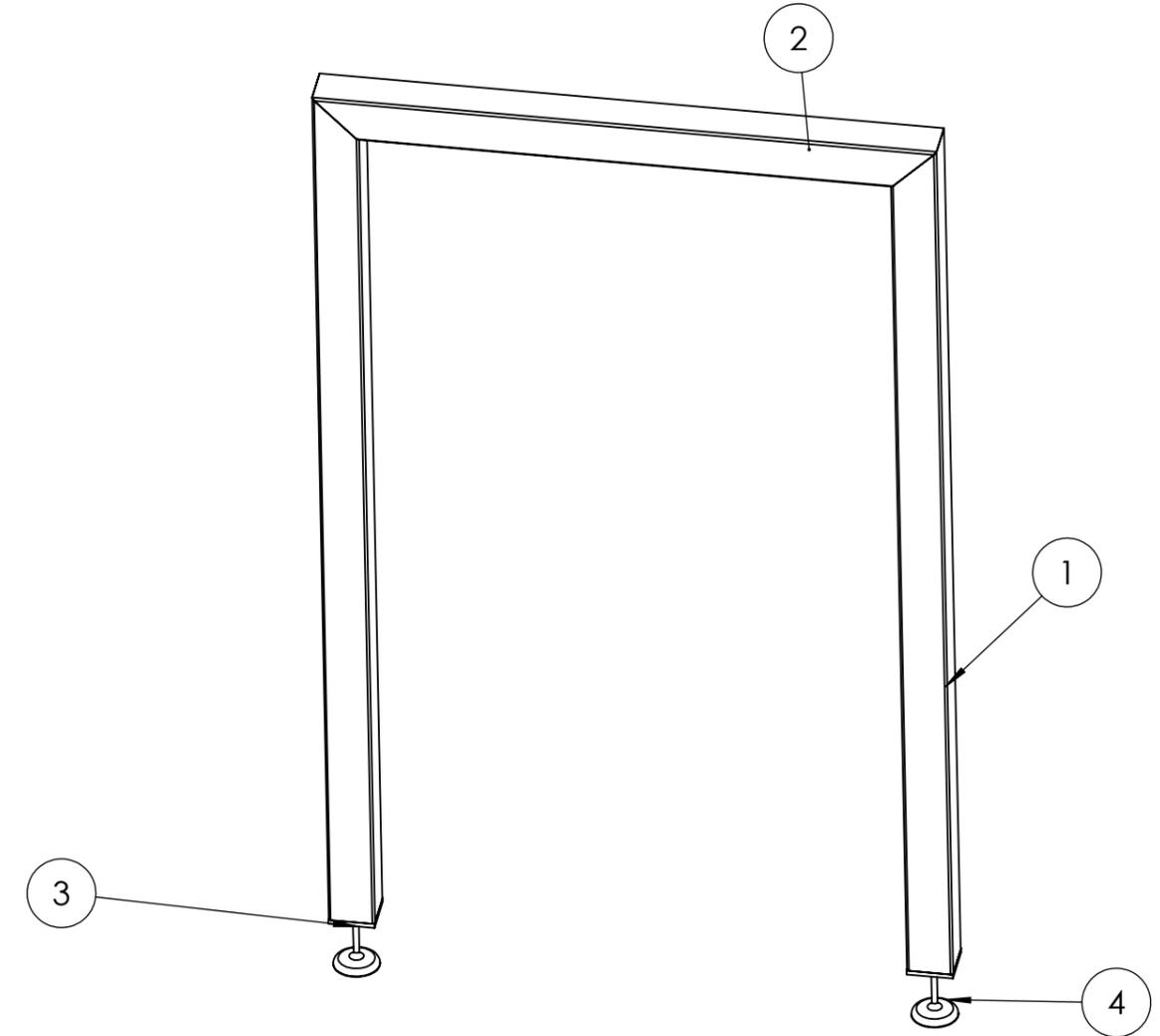
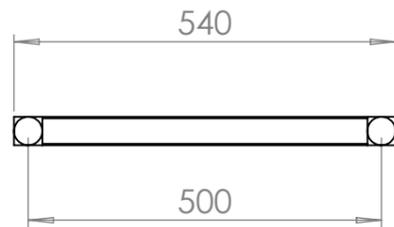
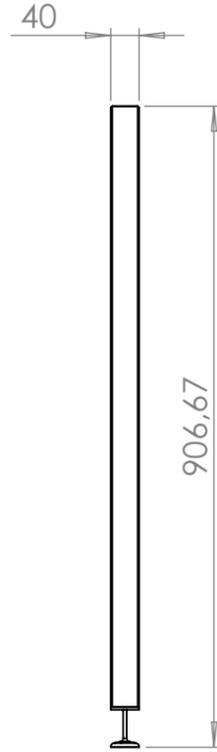
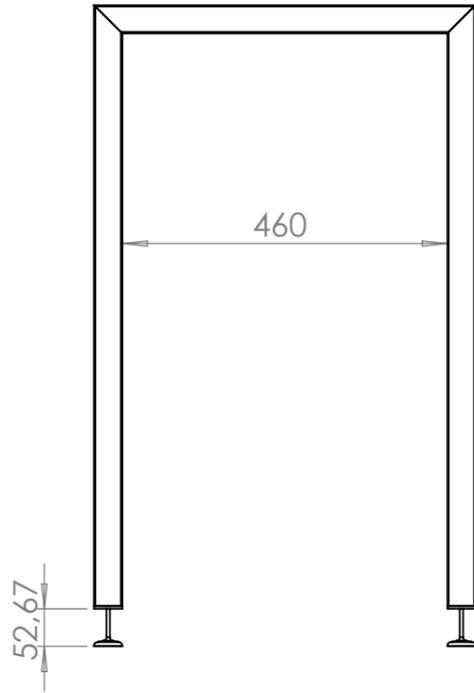
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PATA	01-01-00-00	2
2	Travesaño	01-00-00-01	2

 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
BANCADA	14/06/2017	1:1
		Nº PLANO:
		01-00-00-00

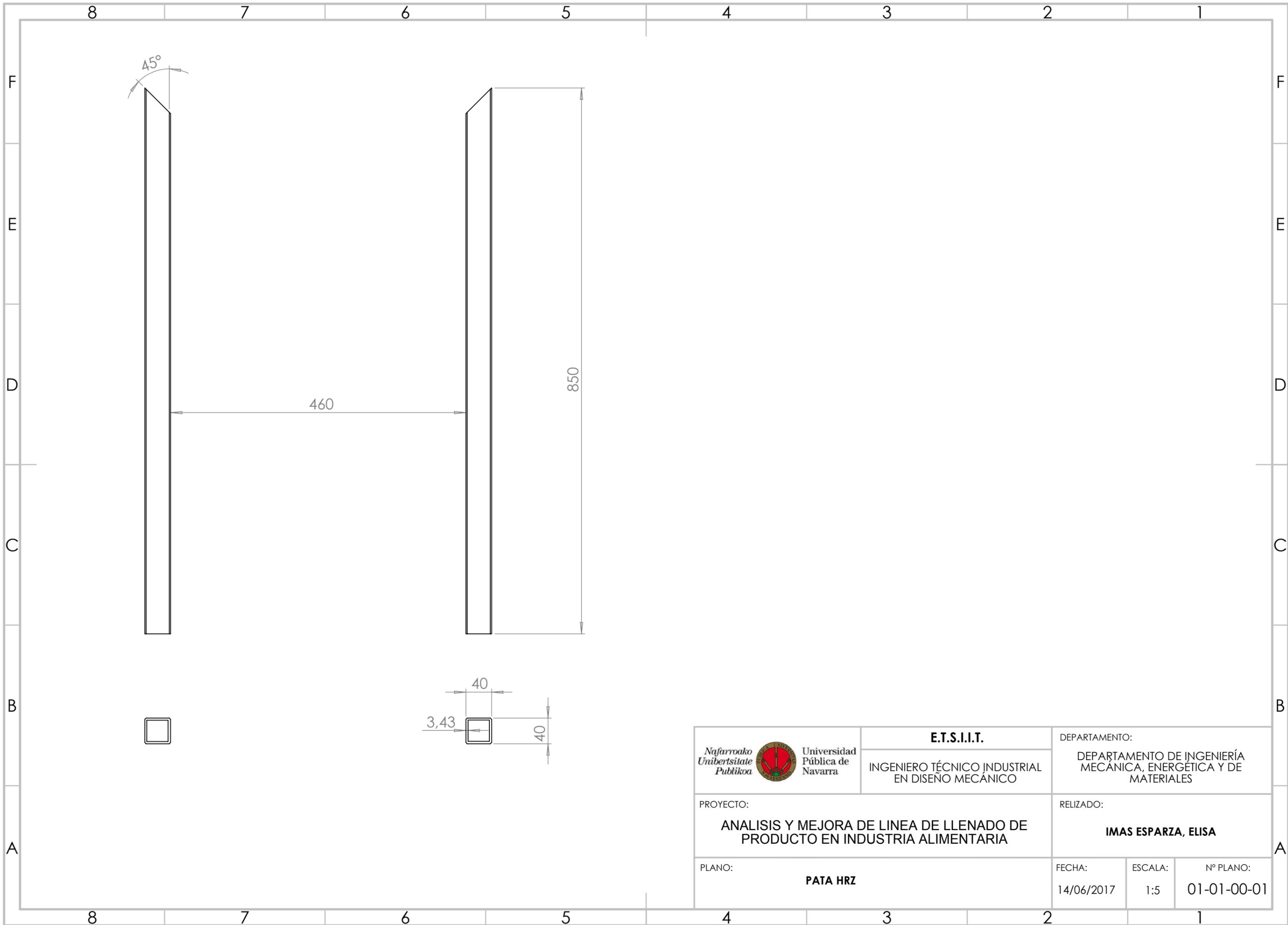


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: Travesaño	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:5	Nº PLANO: 01-00-00-01	

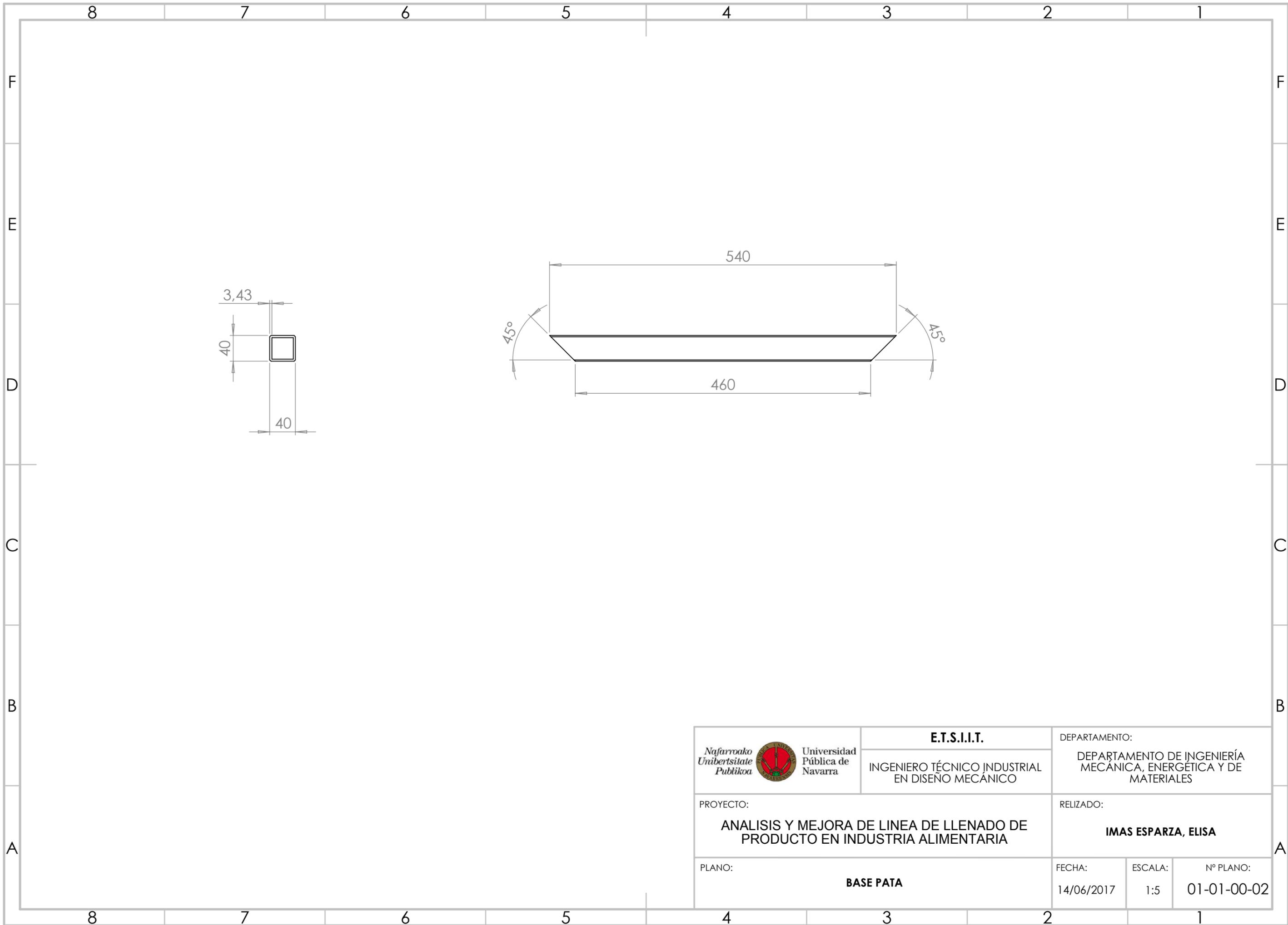
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	patas hrz	01-01-00-01	1
2	base patas	01-01-00-02	1
3	Pz patas	01-01-00-03	2
4	pata patas	Ave chain- 8718114	2



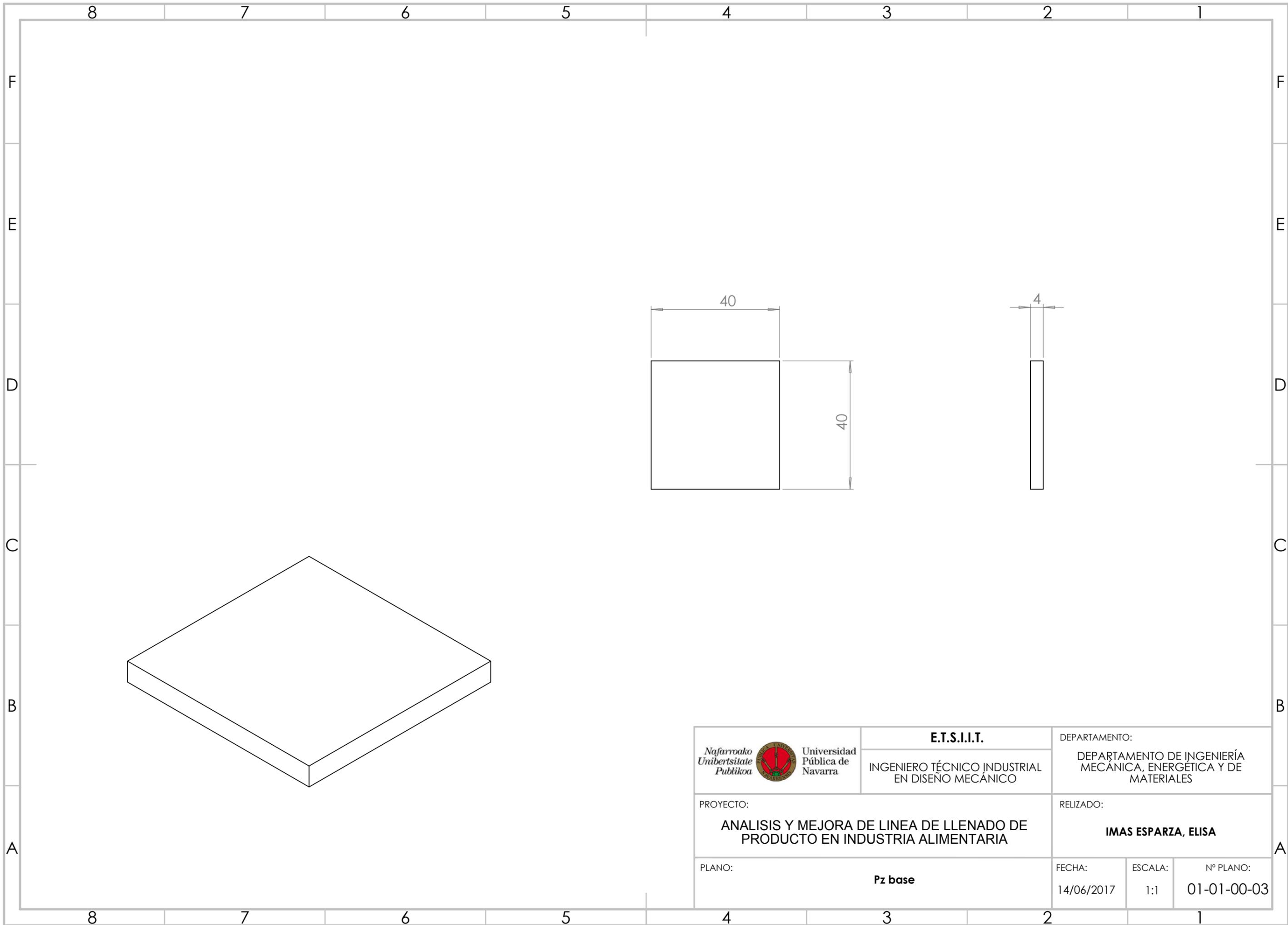
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO:	PATA	FECHA:	ESCALA:	N.º PLANO:
		14/06/2017	1:10	01-01-00-00



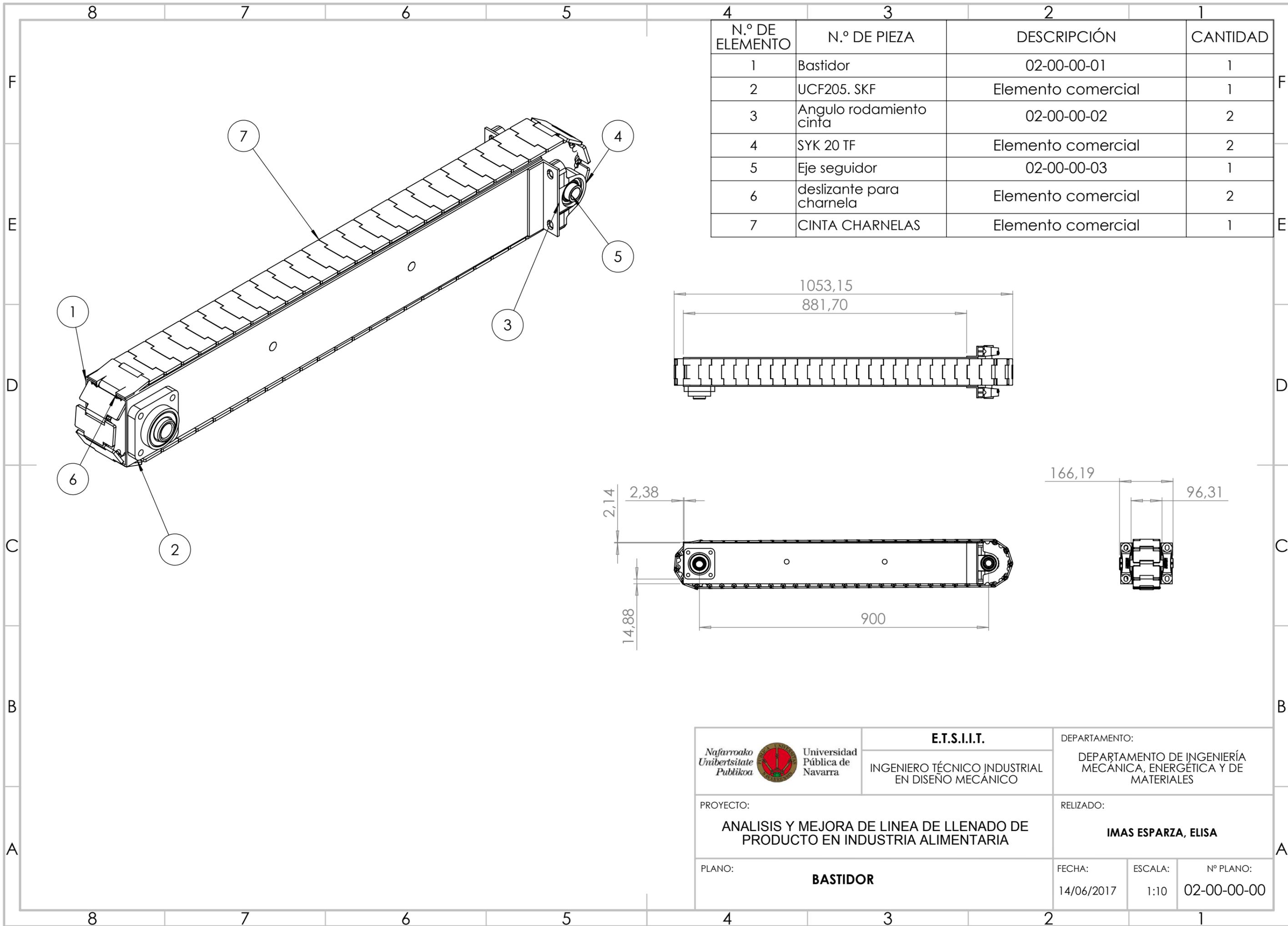
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO:	PATA HRZ	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		14/06/2017	1:5	01-01-00-01



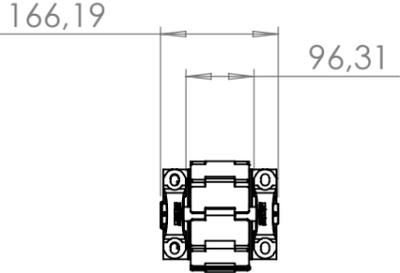
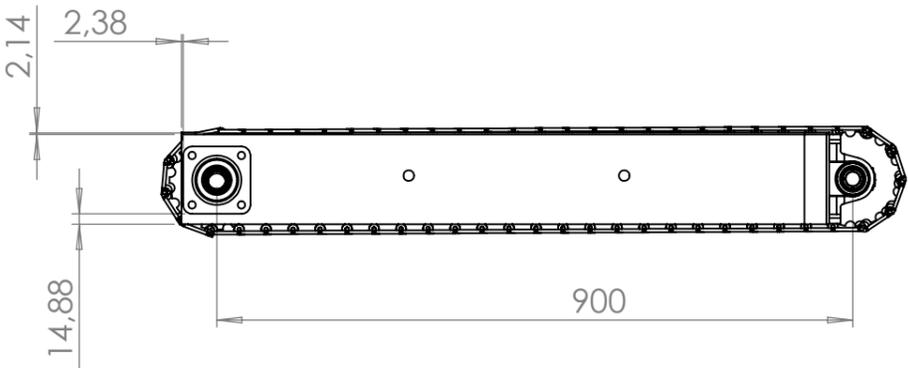
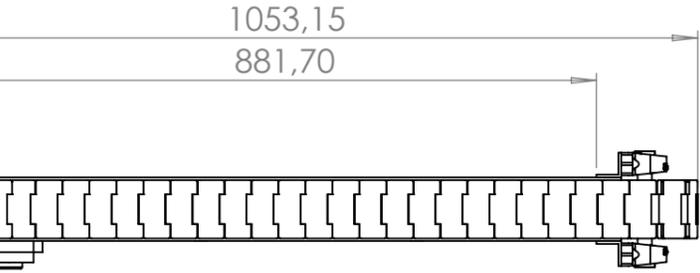
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA
PLANO: BASE PATA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:5
		Nº PLANO: 01-01-00-02



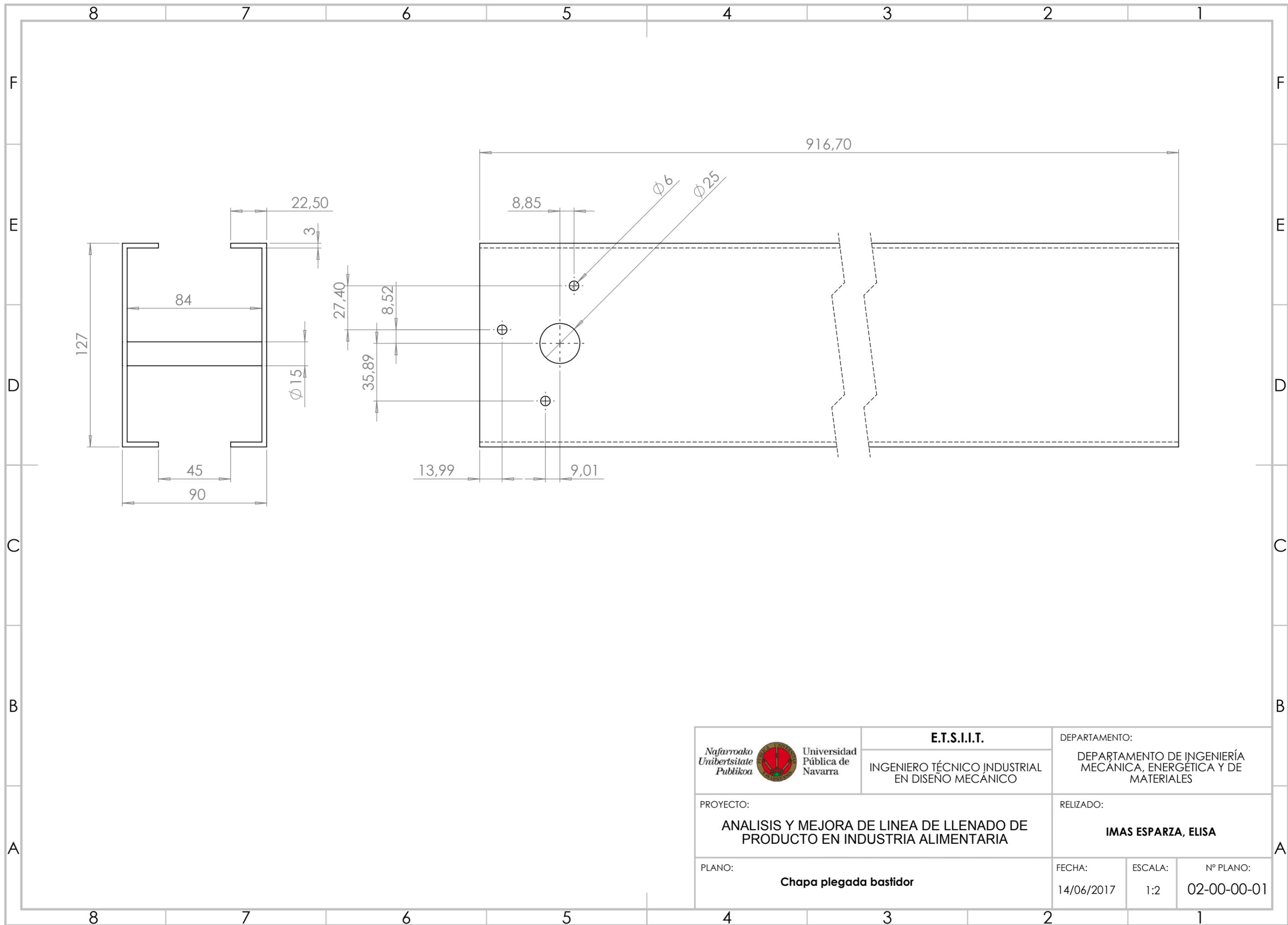
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: Pz base	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 01-01-00-03	



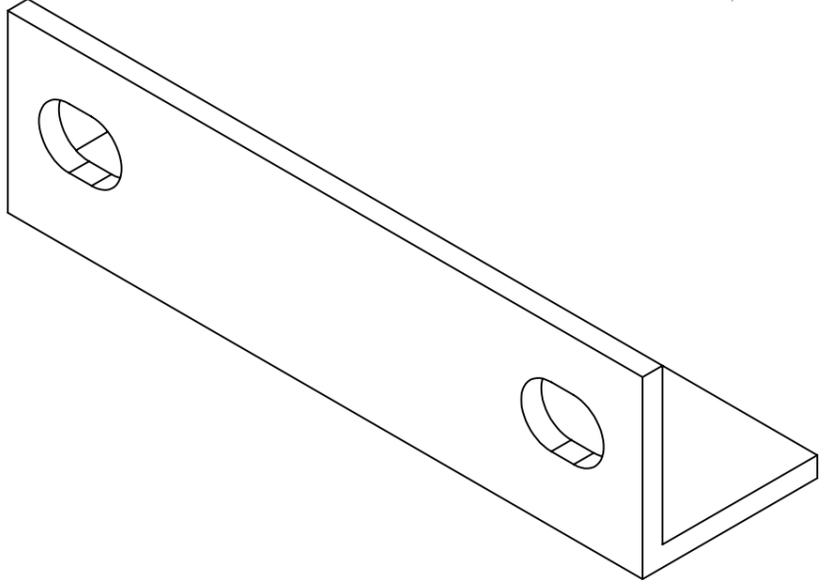
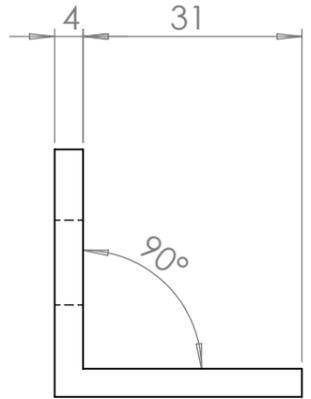
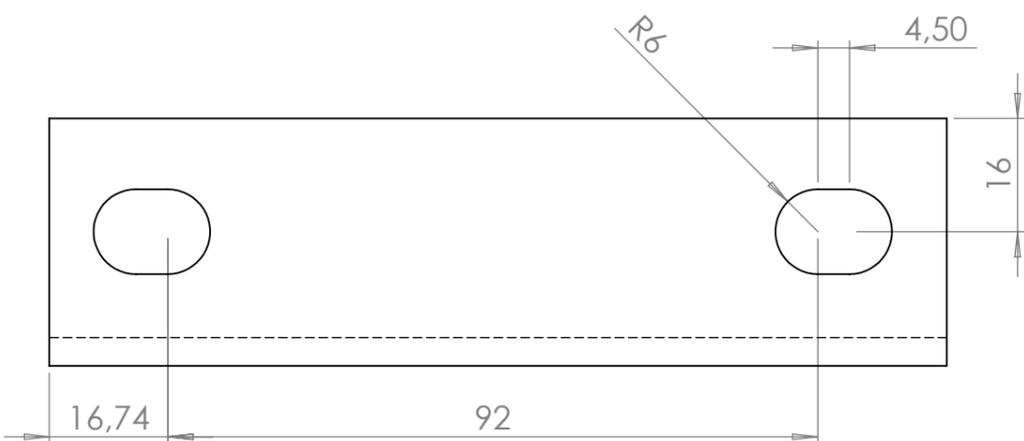
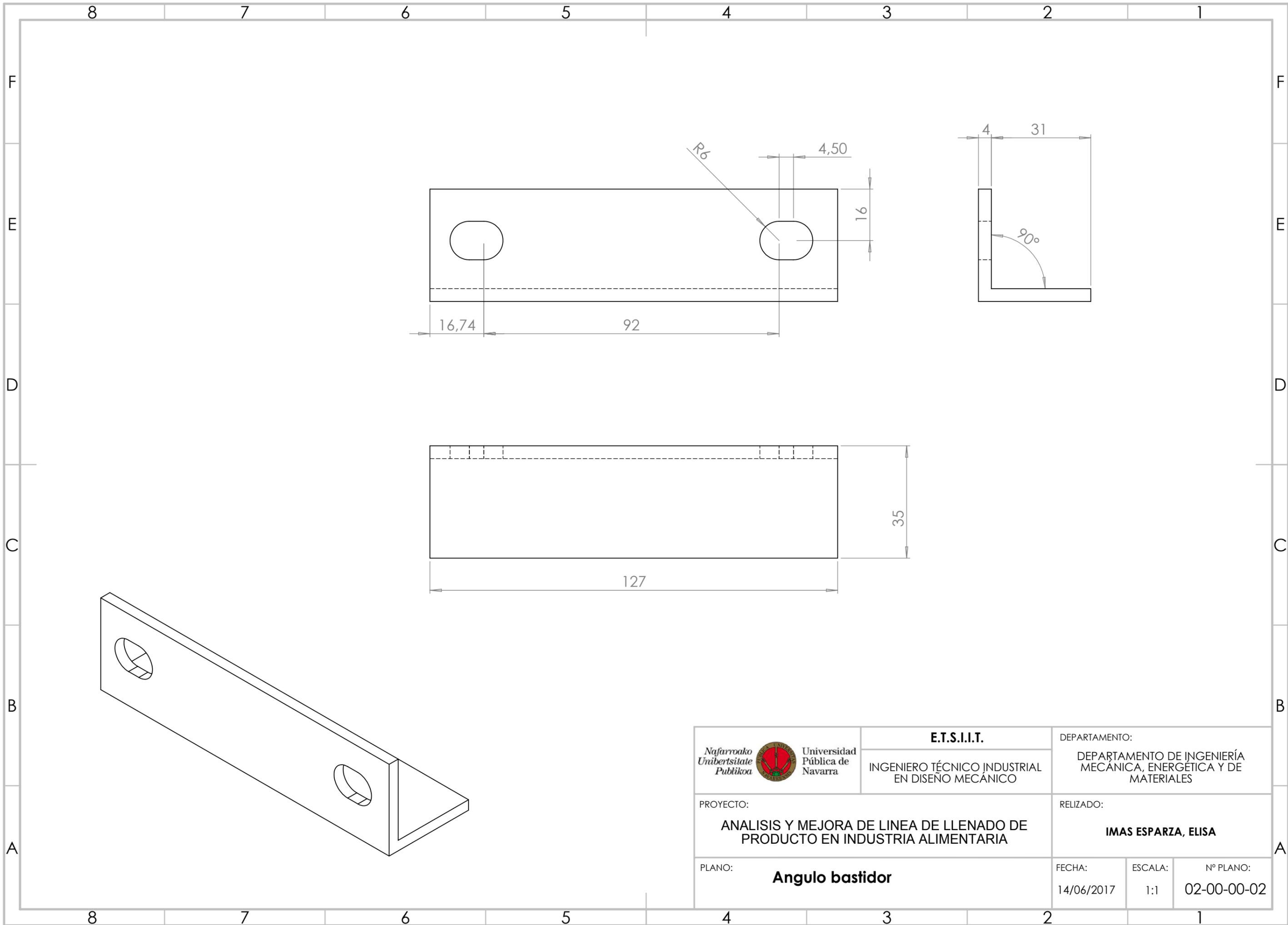
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Bastidor	02-00-00-01	1
2	UCF205. SKF	Elemento comercial	1
3	Angulo rodamiento cinta	02-00-00-02	2
4	SYK 20 TF	Elemento comercial	2
5	Eje seguidor	02-00-00-03	1
6	deslizante para charnela	Elemento comercial	2
7	CINTA CHARNELAS	Elemento comercial	1



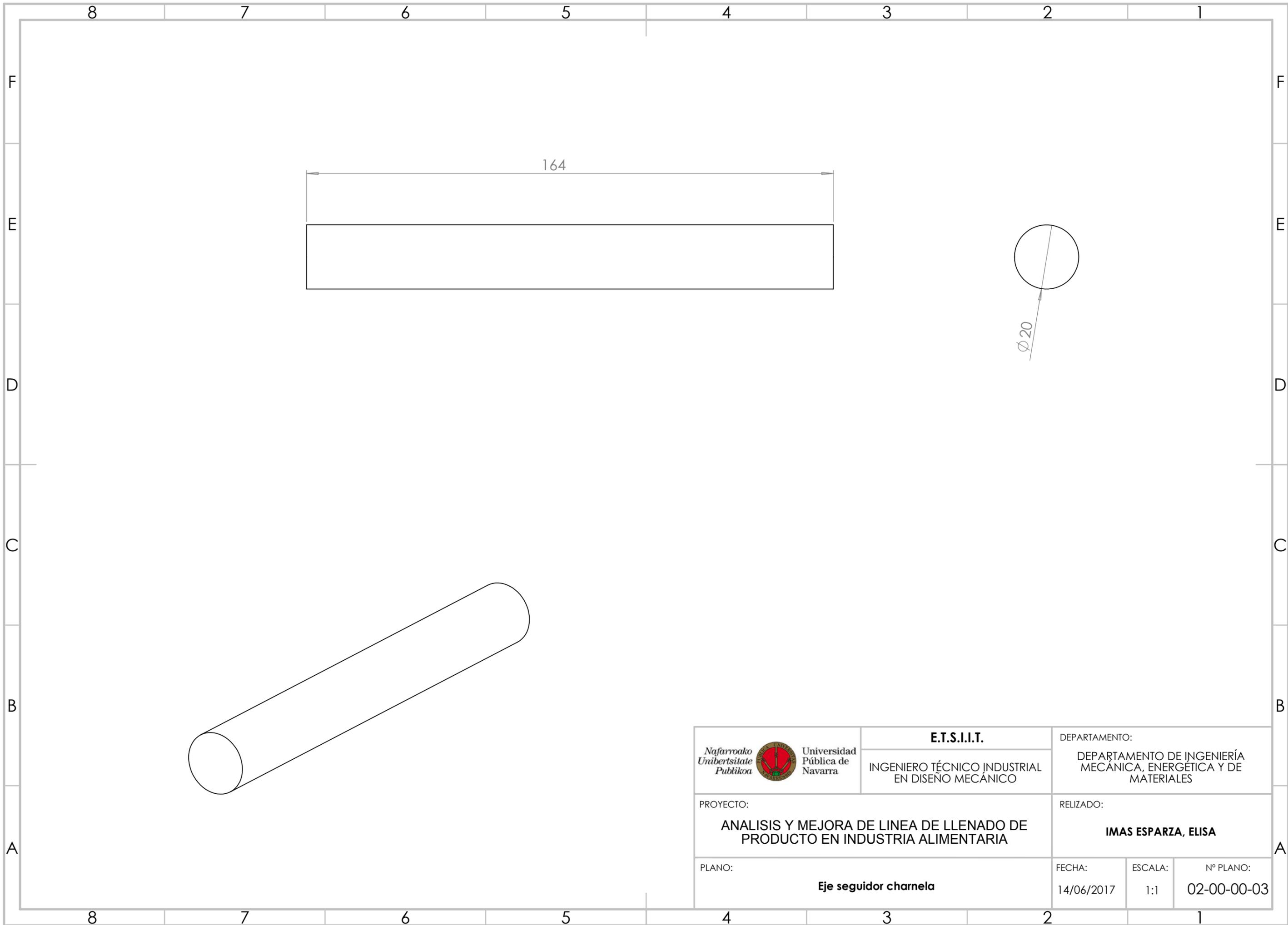
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: BASTIDOR	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:10	N.º PLANO: 02-00-00-00	



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: Chapa plegada bastidor	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 02-00-00-01	

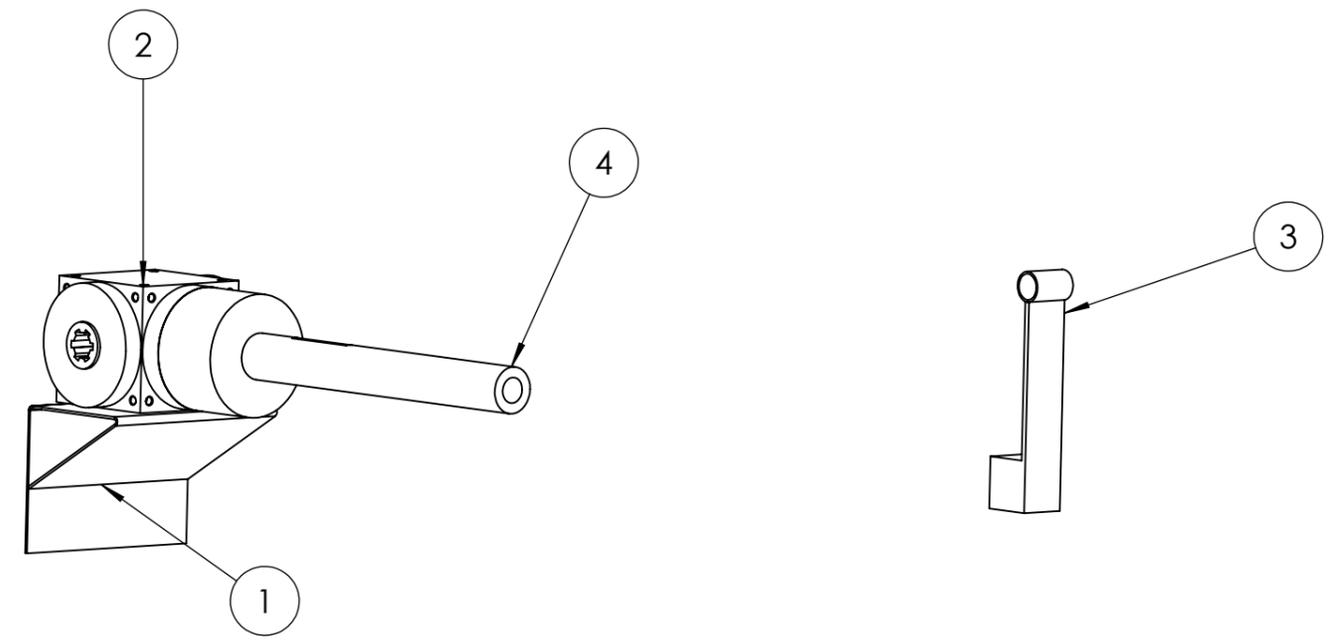
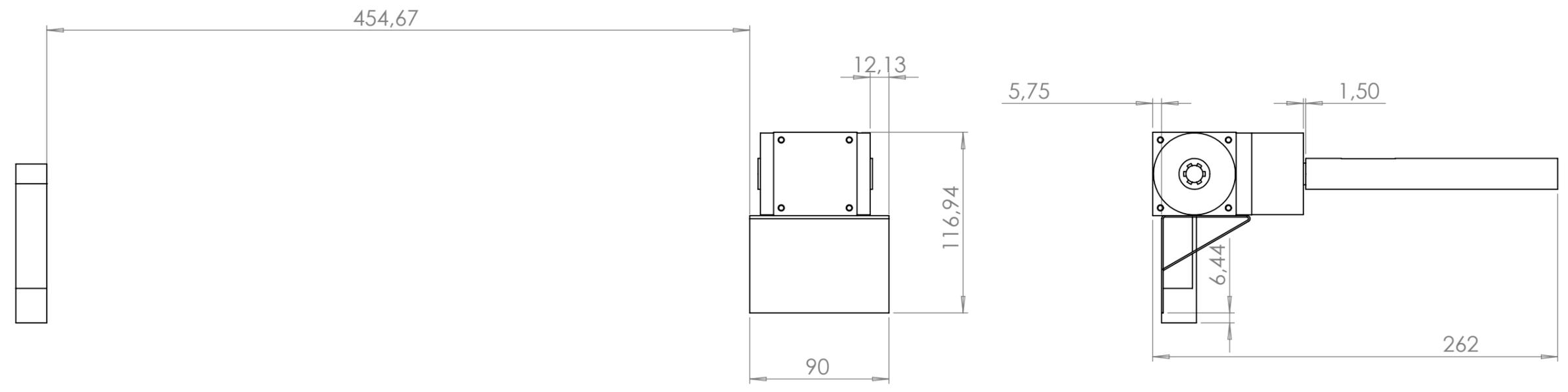


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
ANÁLISIS Y MEJORA DE LINEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO:	Angulo bastidor	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		14/06/2017	1:1	02-00-00-02

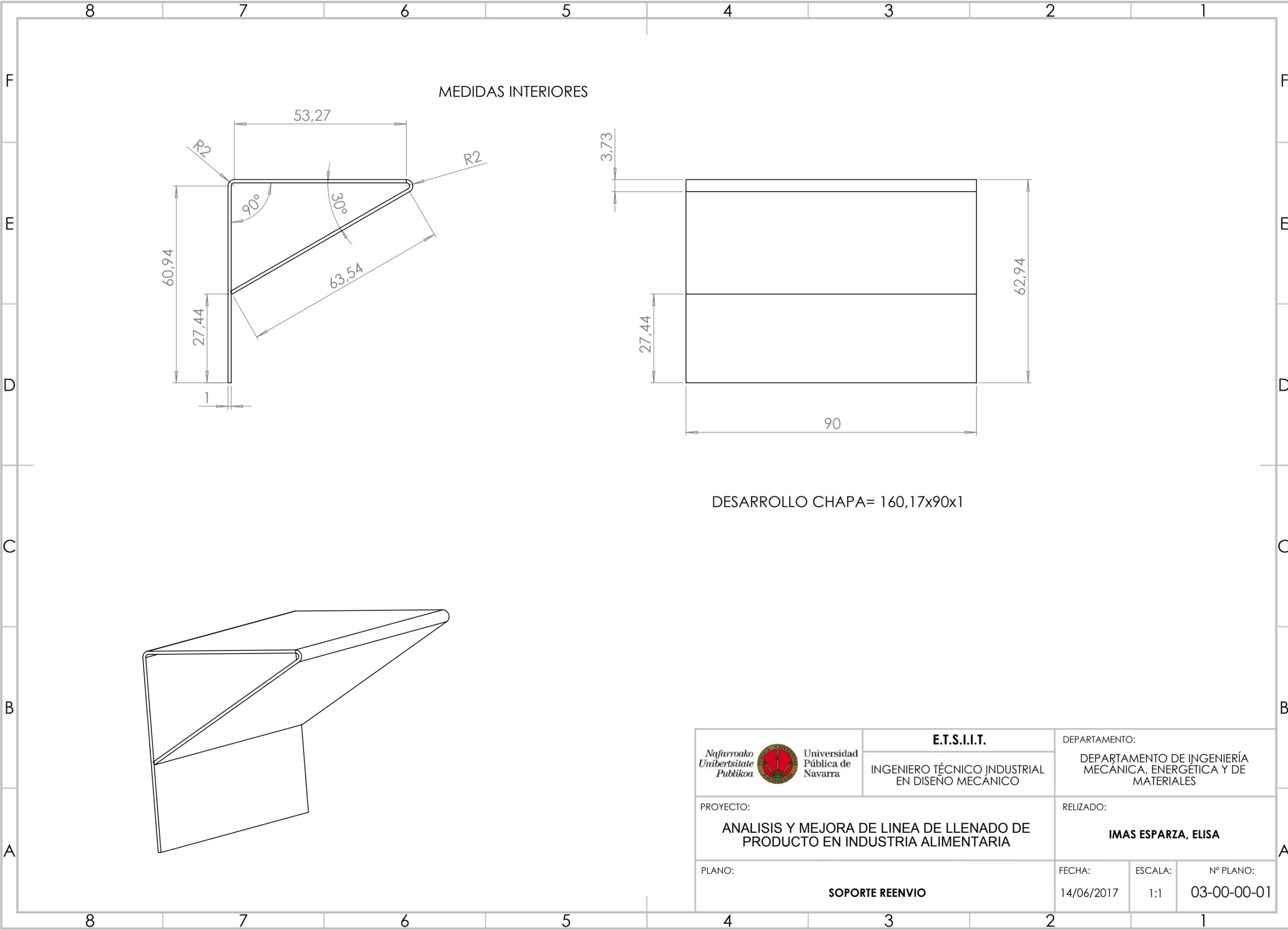


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: Eje seguidor charnela	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 02-00-00-03	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Soporte reenvio	03-00-00-01	1
2	RB54_C1_R_1_1	Elemento comercial	1
3	casquillo salida sinfin	Elemento comercial	1
4	Eje entrada reenvio	03-00-00-02	1



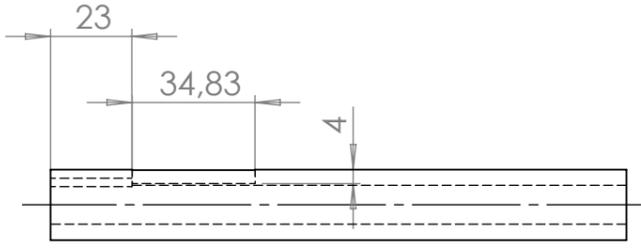
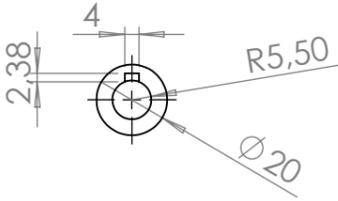
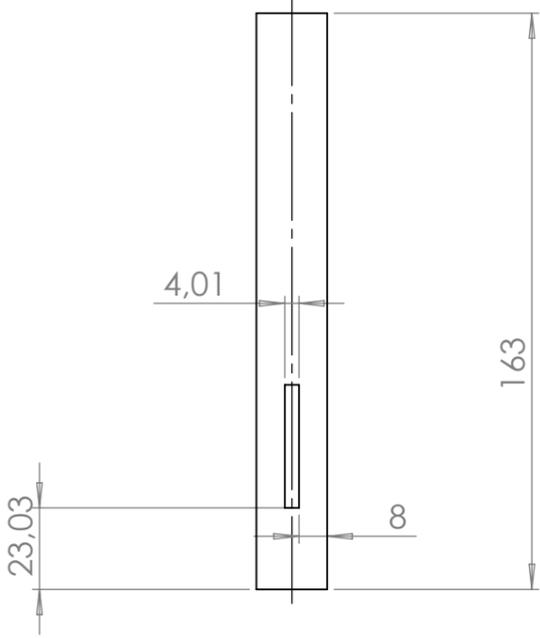
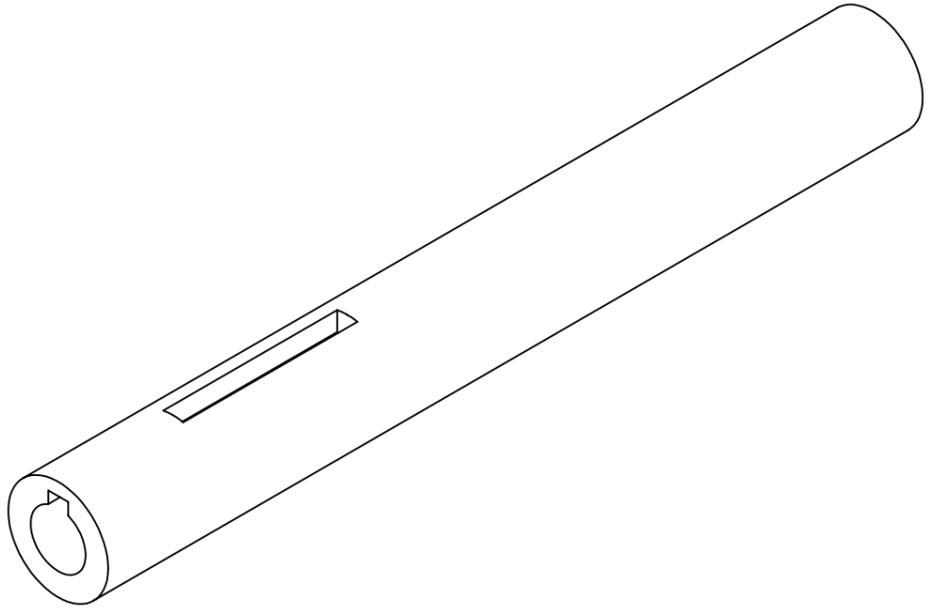
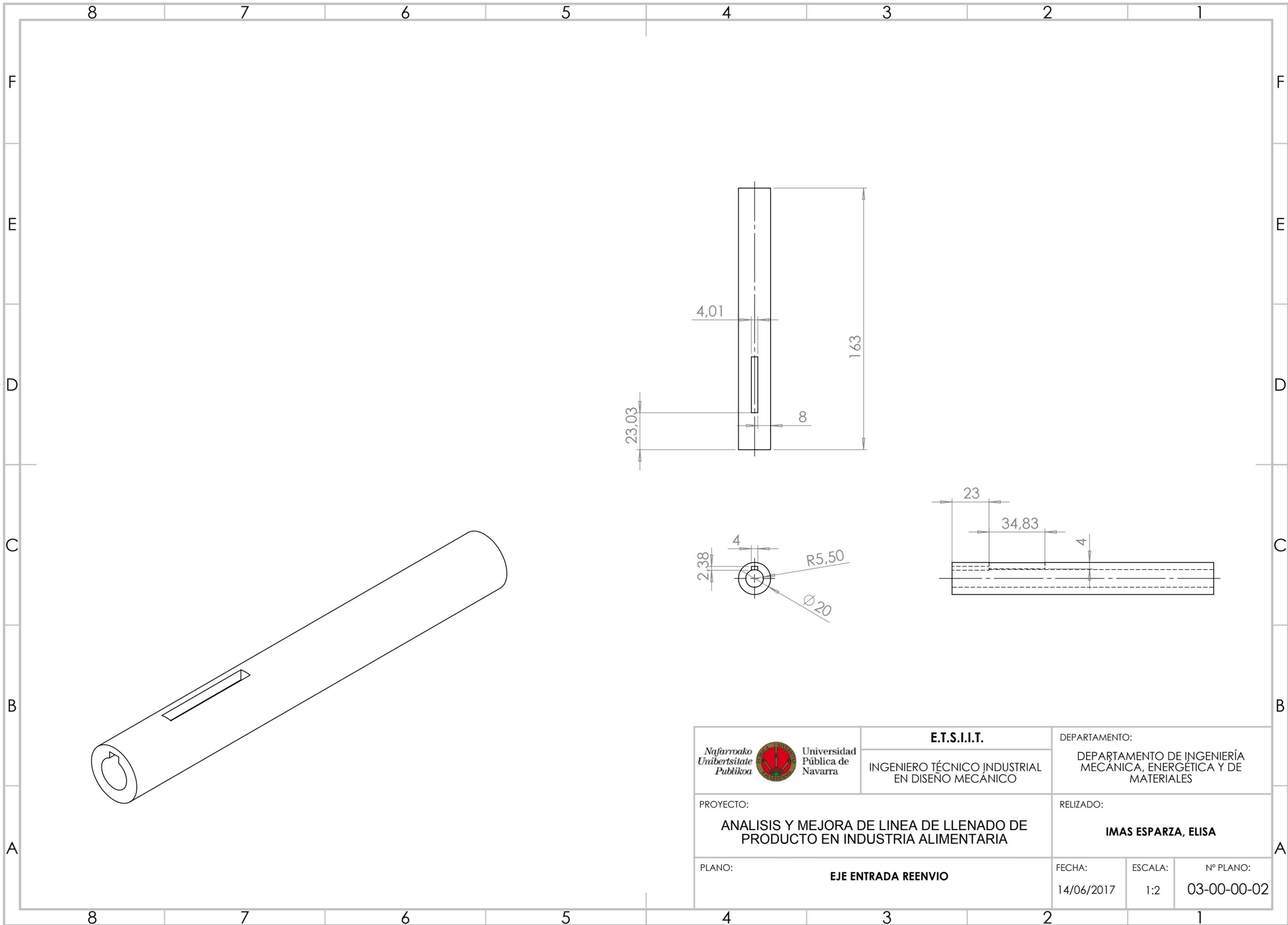
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO:		RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
CONJUNTO SOPORTE SINFIN	14/06/2017	1:3	03-00-00-00



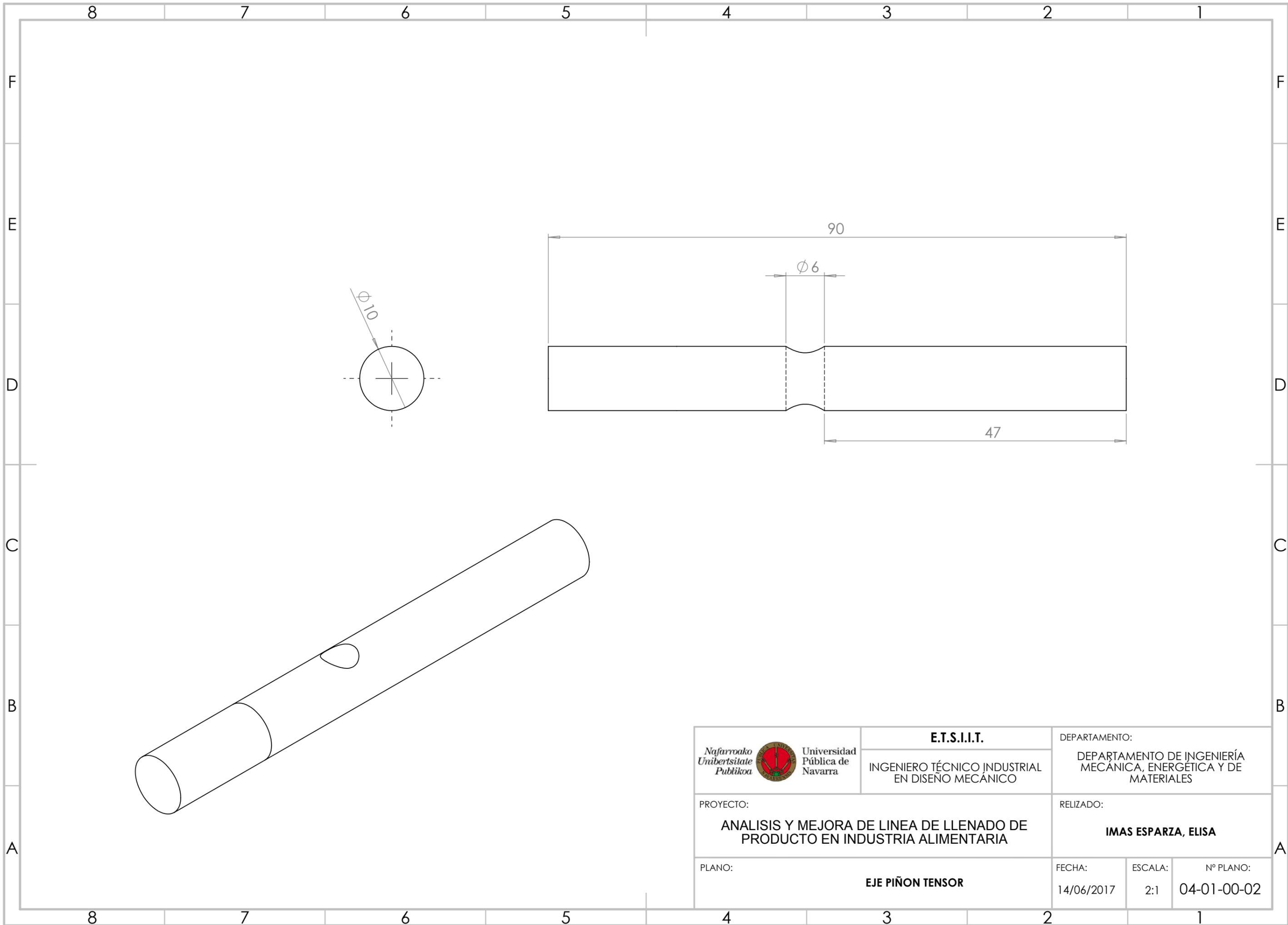
MEDIDAS INTERIORES

DESARROLLO CHAPA= 160,17x90x1

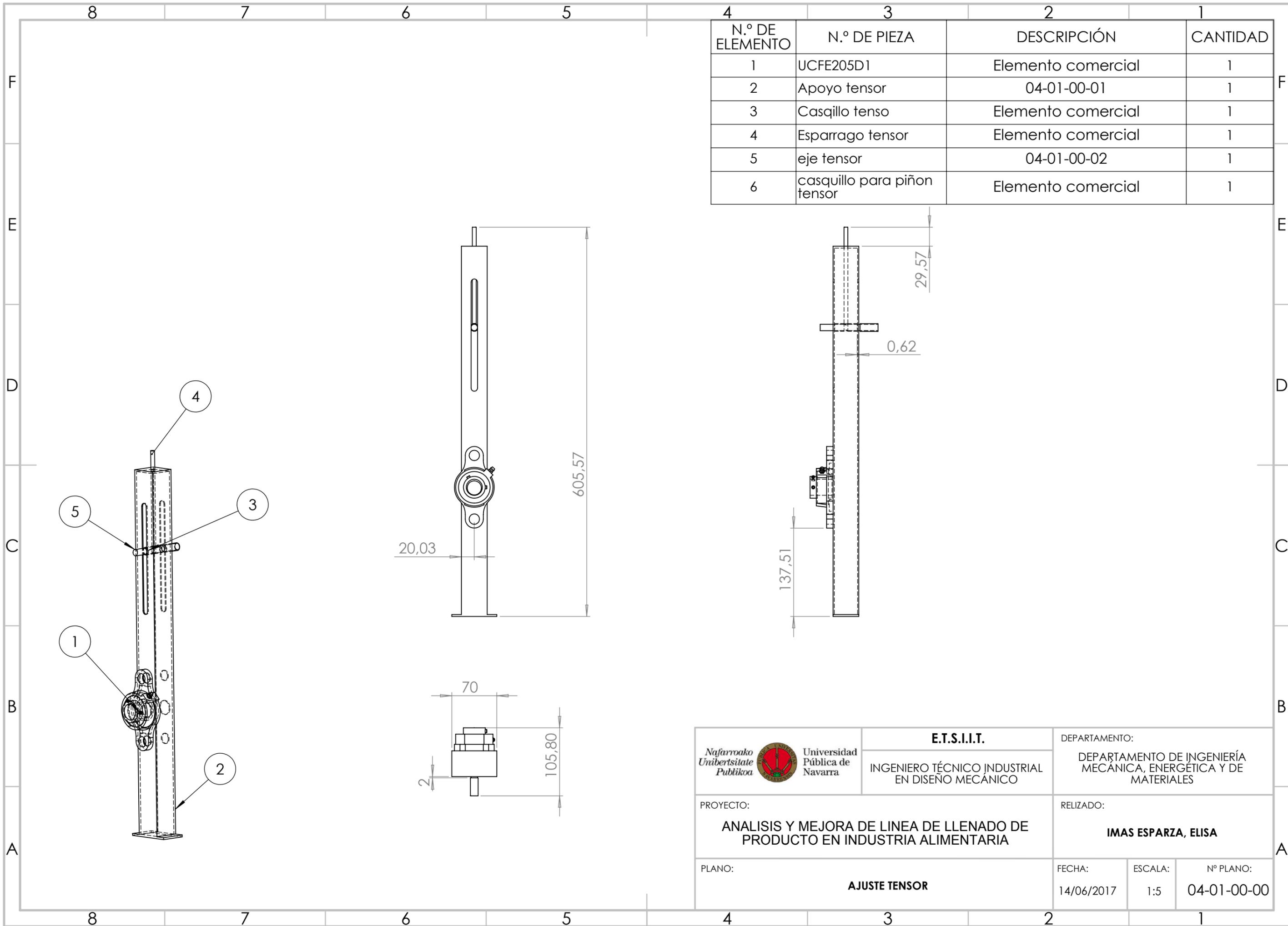
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: SOPORTE REENVIO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 03-00-00-01	



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: EJE ENTRADA REENVIO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 03-00-00-02	

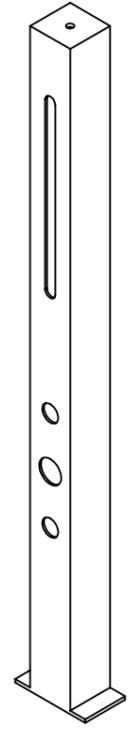
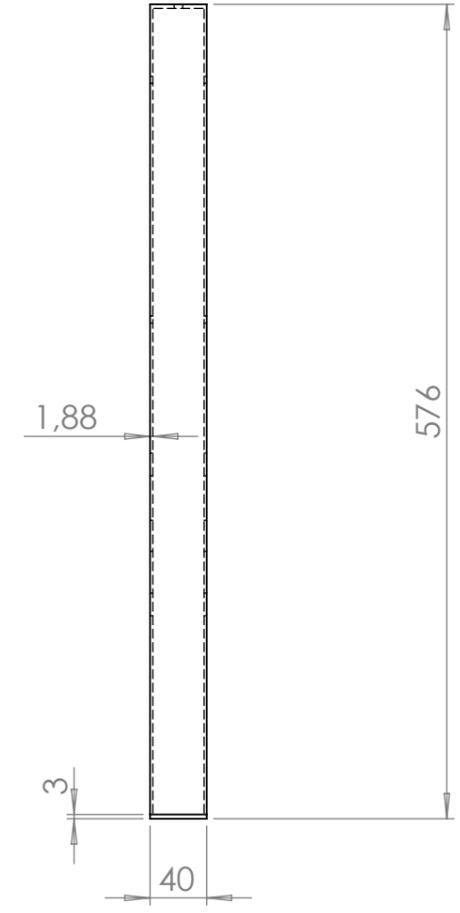
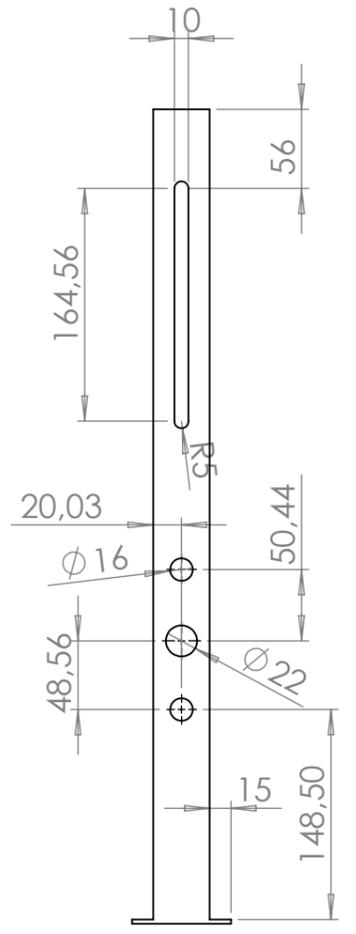
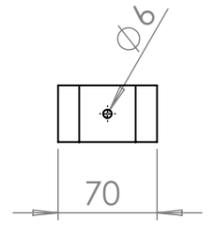


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: EJE PIÑÓN TENSOR	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 2:1	Nº PLANO: 04-01-00-02	

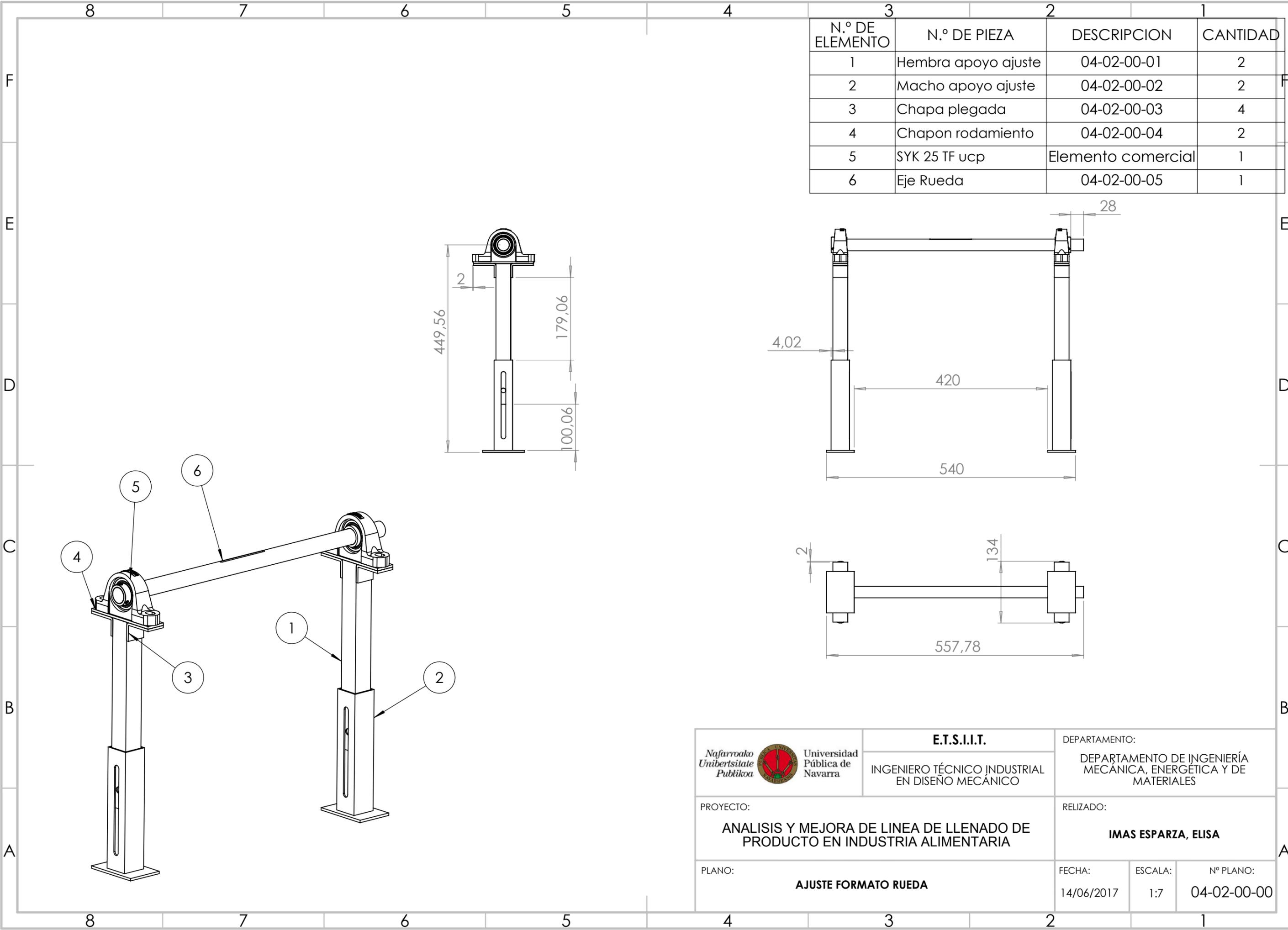


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UCFE205D1	Elemento comercial	1
2	Apoyo tensor	04-01-00-01	1
3	Casquillo tenso	Elemento comercial	1
4	Esparrago tensor	Elemento comercial	1
5	eje tensor	04-01-00-02	1
6	casquillo para piñon tensor	Elemento comercial	1

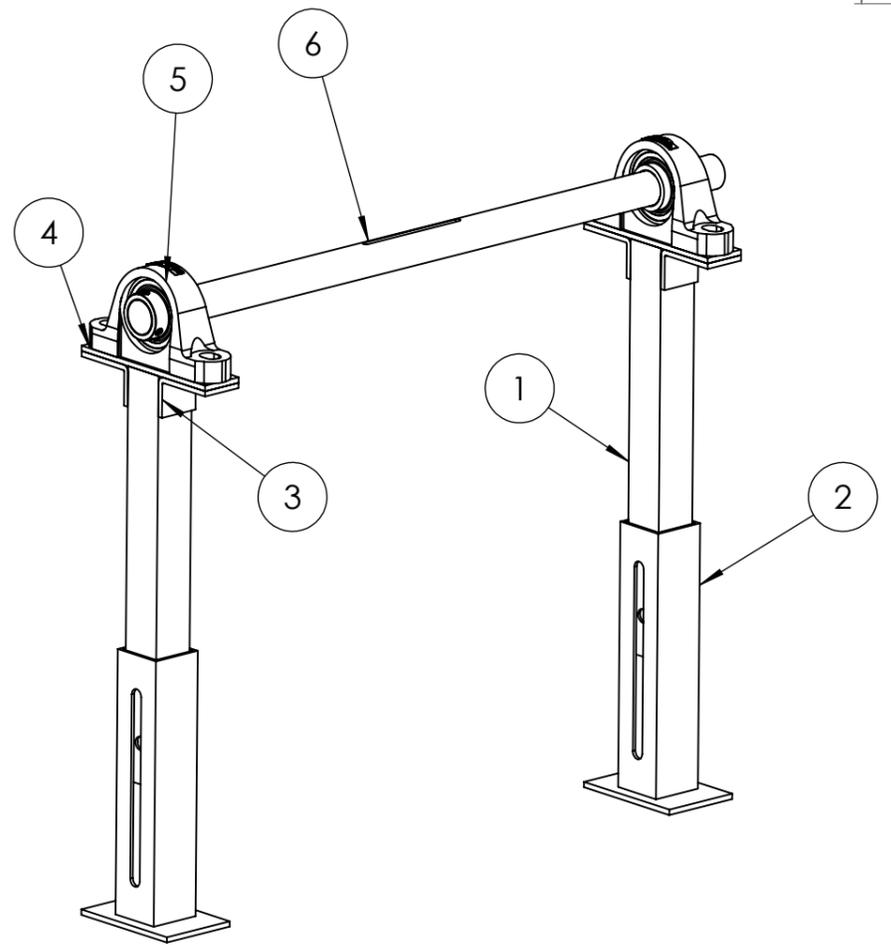
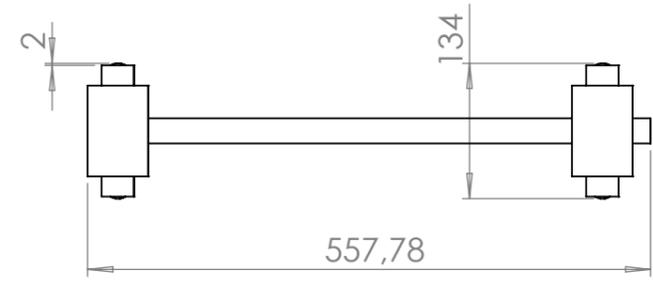
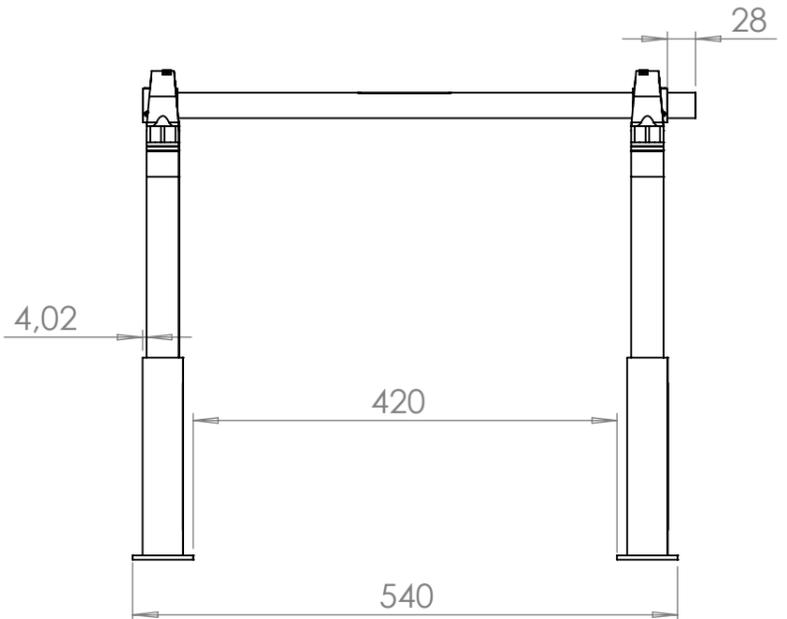
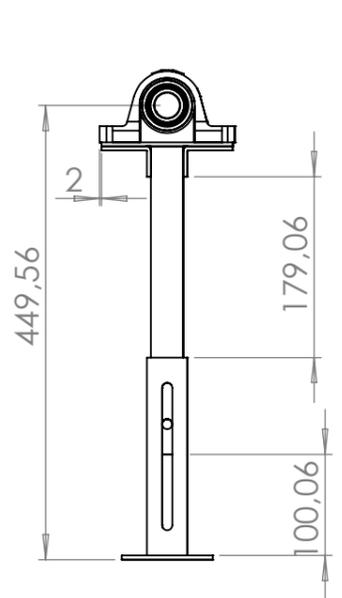
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO: AJUSTE TENSOR	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:5	N.º PLANO: 04-01-00-00



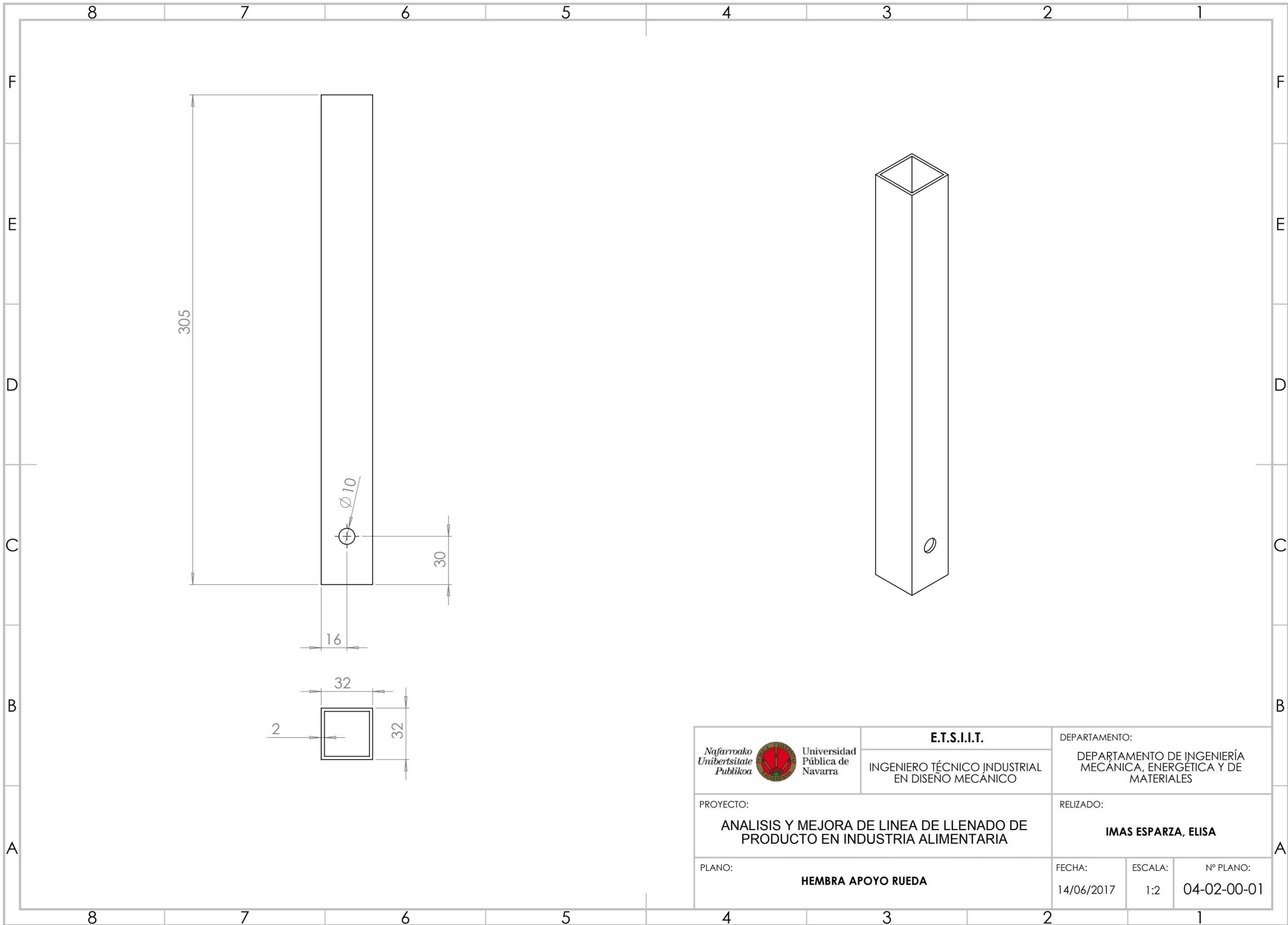
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: PERFIL APOYO TENSOR	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:5	Nº PLANO: 04-01-00-01	



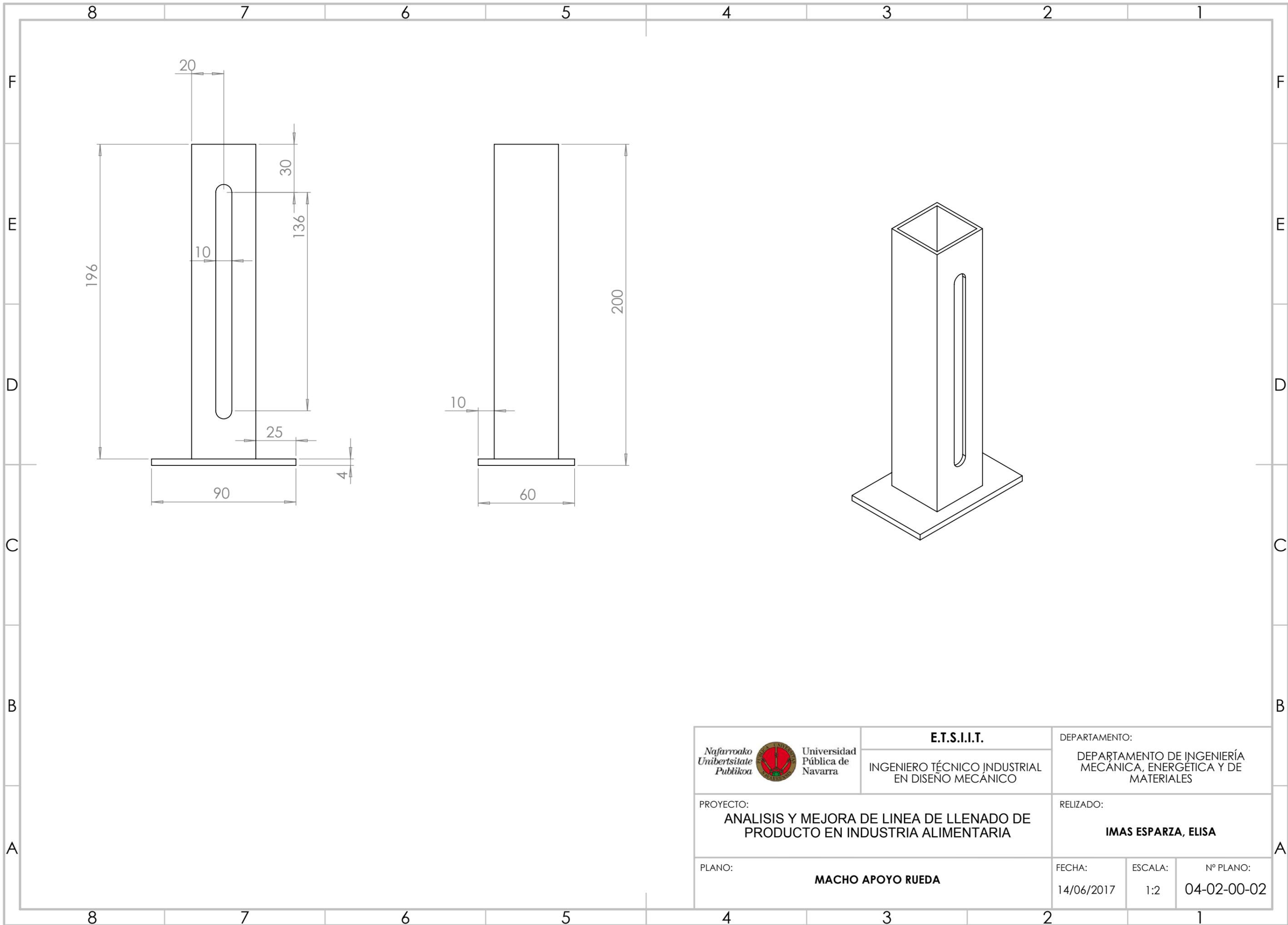
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Hembra apoyo ajuste	04-02-00-01	2
2	Macho apoyo ajuste	04-02-00-02	2
3	Chapa plegada	04-02-00-03	4
4	Chapon rodamiento	04-02-00-04	2
5	SYK 25 TF ucp	Elemento comercial	1
6	Eje Rueda	04-02-00-05	1



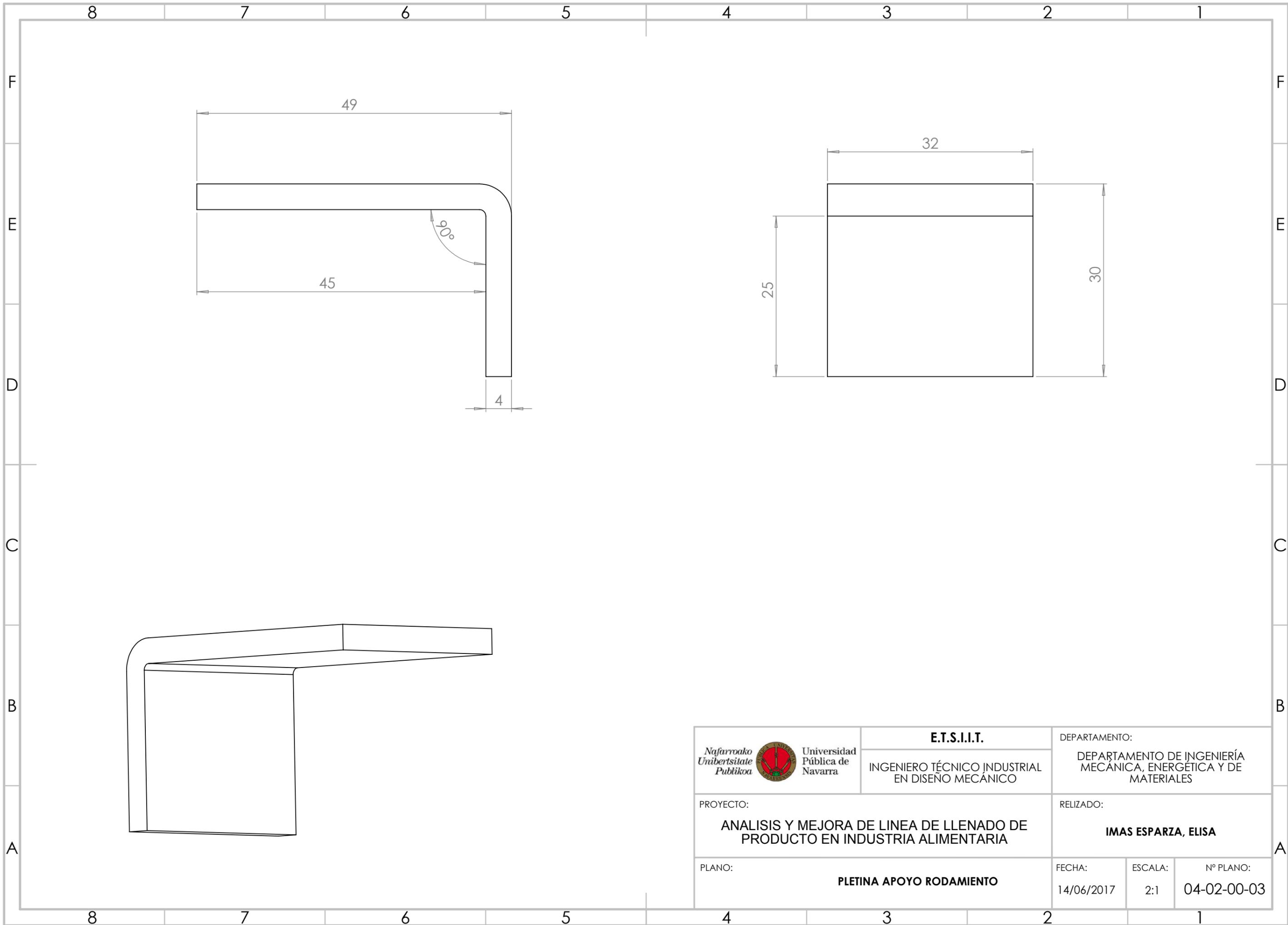
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
AJUSTE FORMATO RUEDA	14/06/2017	1:7
		Nº PLANO:
		04-02-00-00



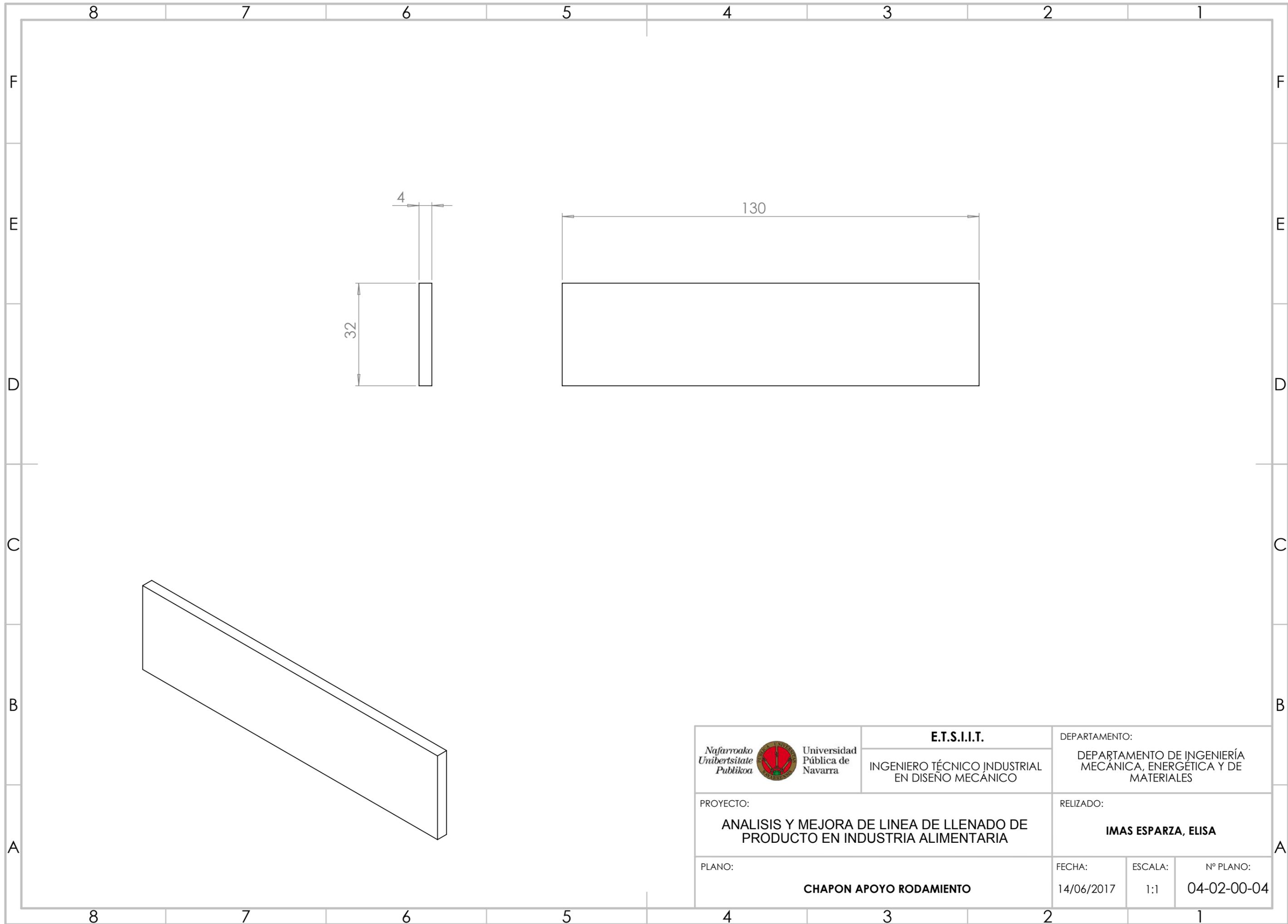
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO: HEMERA APOYO RUEDA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 04-02-00-01



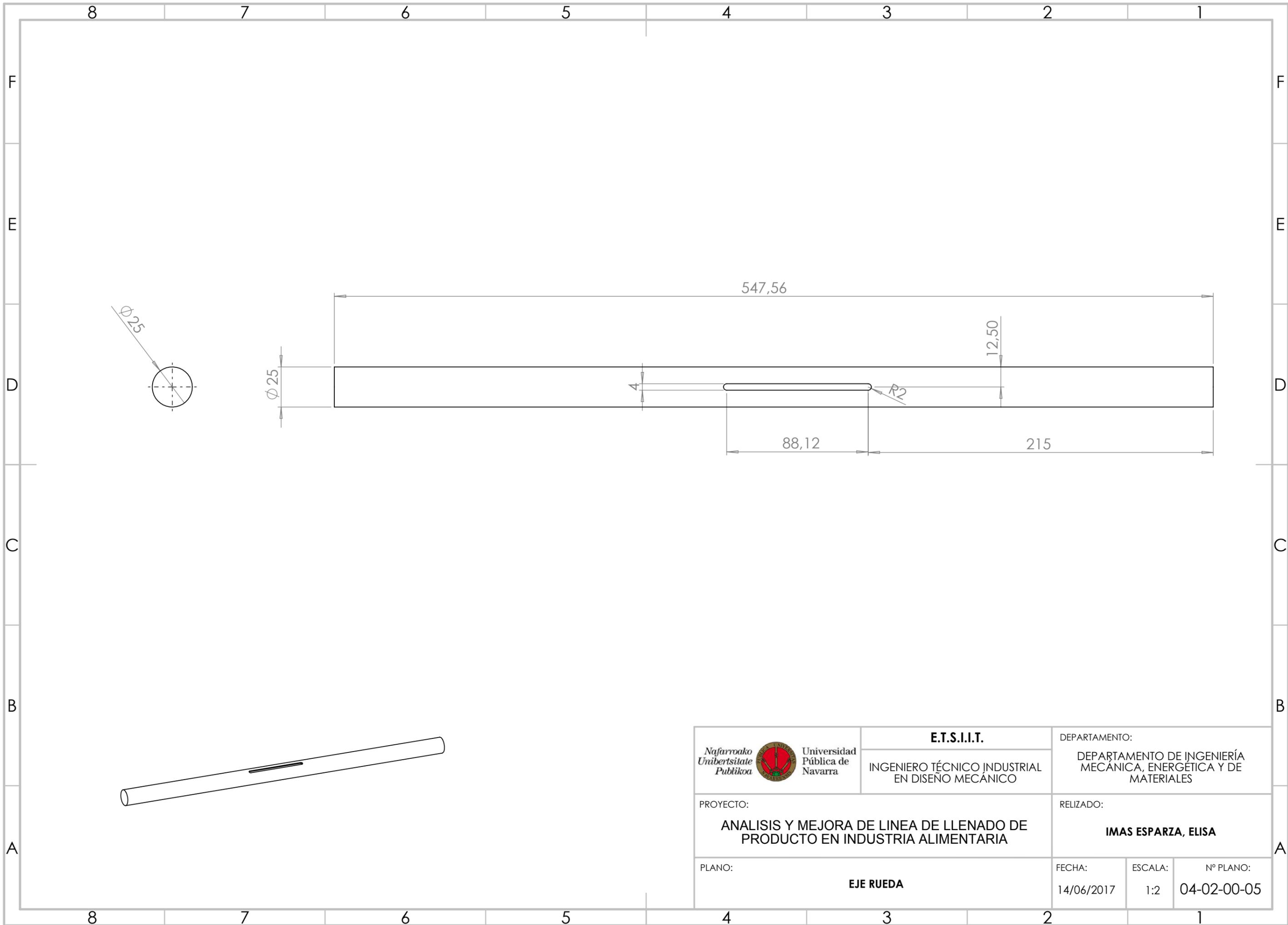
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: MACHO APOYO RUEDA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 04-02-00-02	



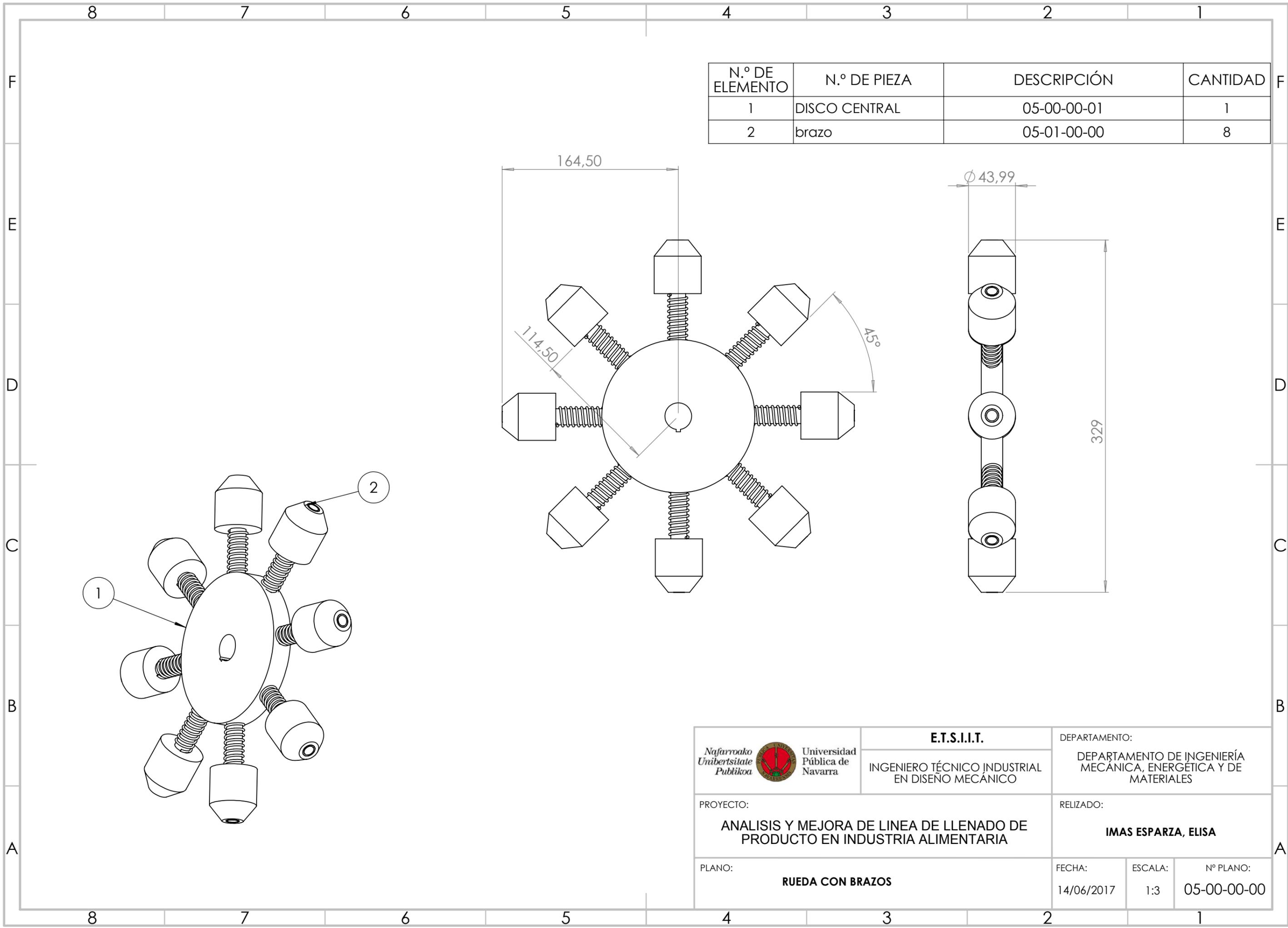
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: PLETINA APOYO RODAMIENTO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 2:1	Nº PLANO: 04-02-00-03	



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: CHAPON APOYO RODAMIENTO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 04-02-00-04	

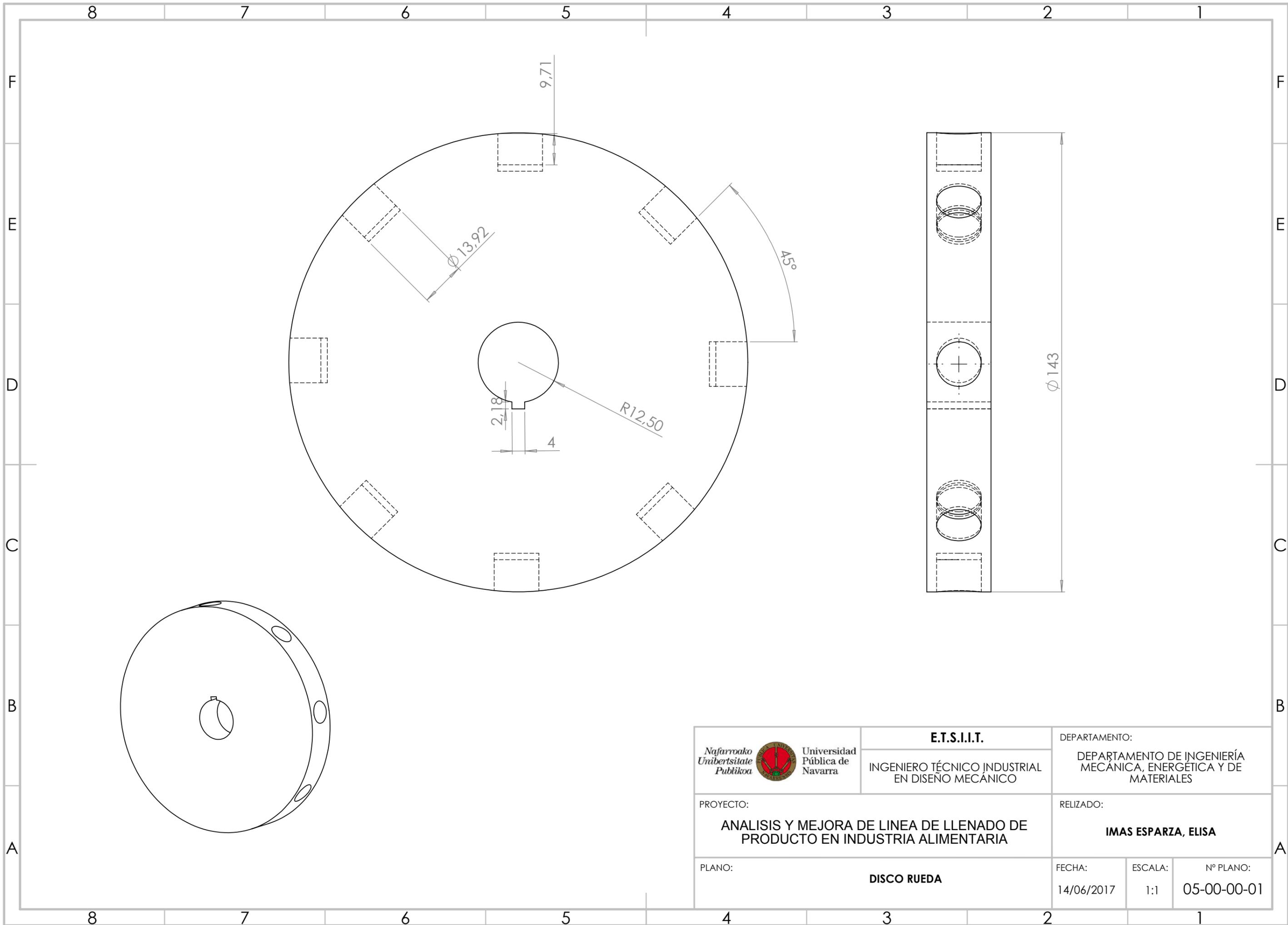


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2
PLANO: EJE RUEDA		N° PLANO: 04-02-00-05	

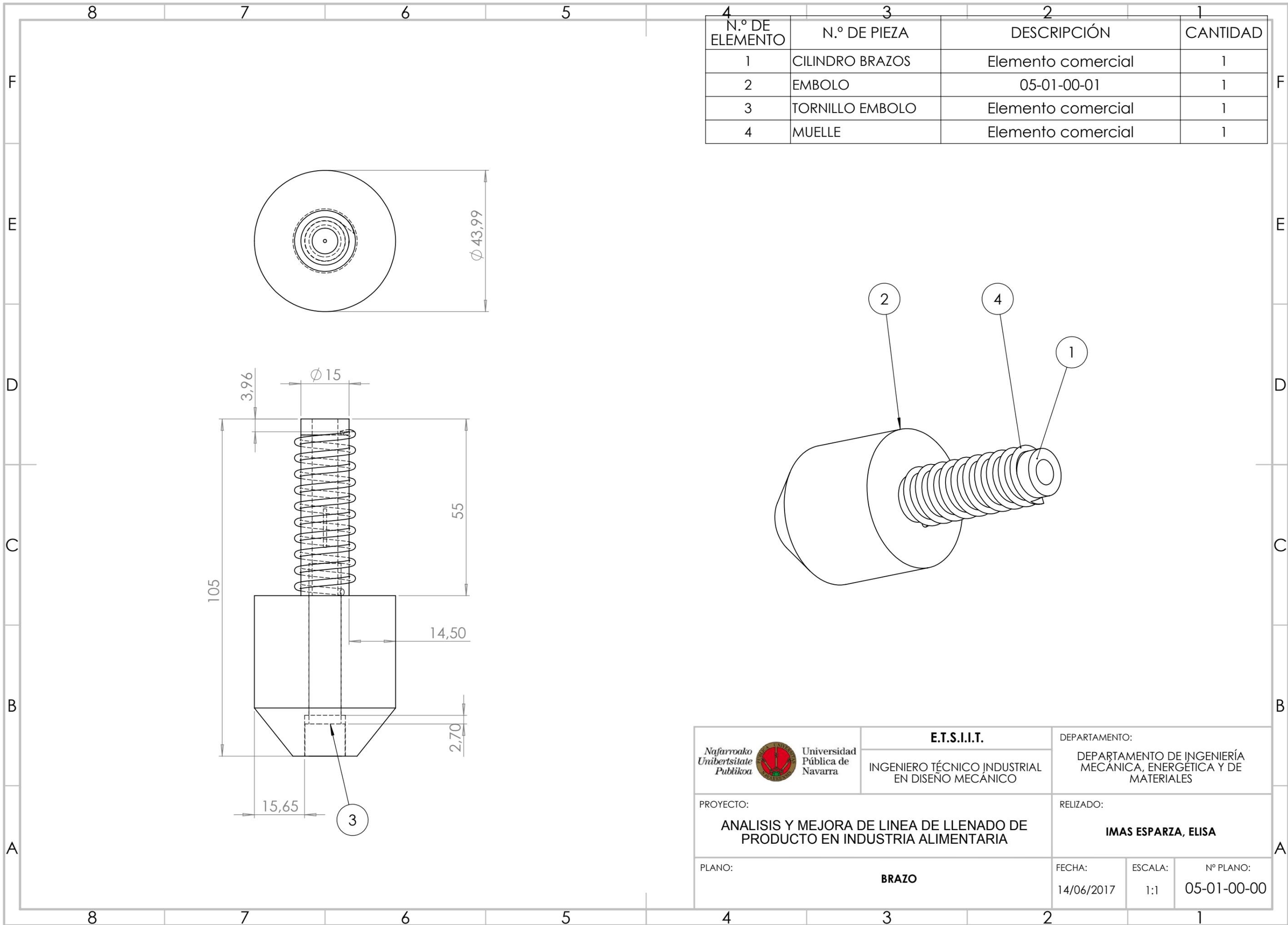


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	DISCO CENTRAL	05-00-00-01	1
2	brazo	05-01-00-00	8

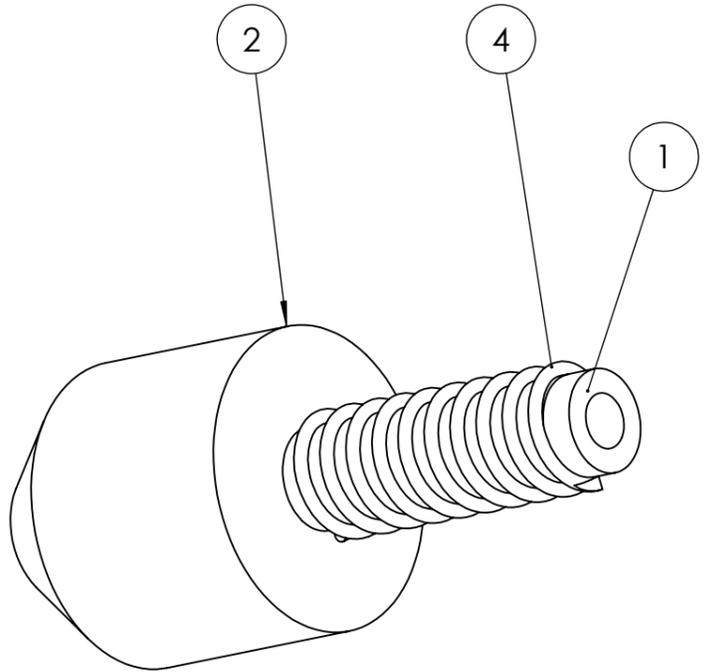
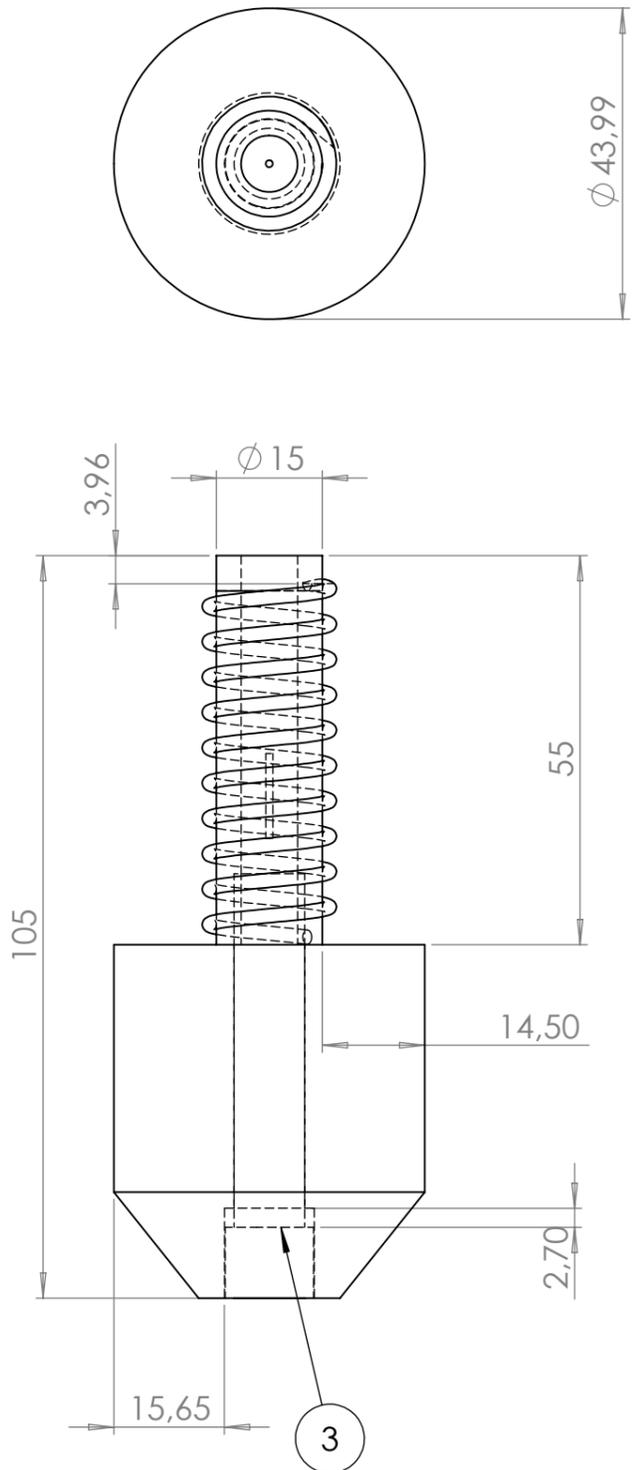
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
RUEDA CON BRAZOS	14/06/2017	1:3
	Nº PLANO:	
	05-00-00-00	



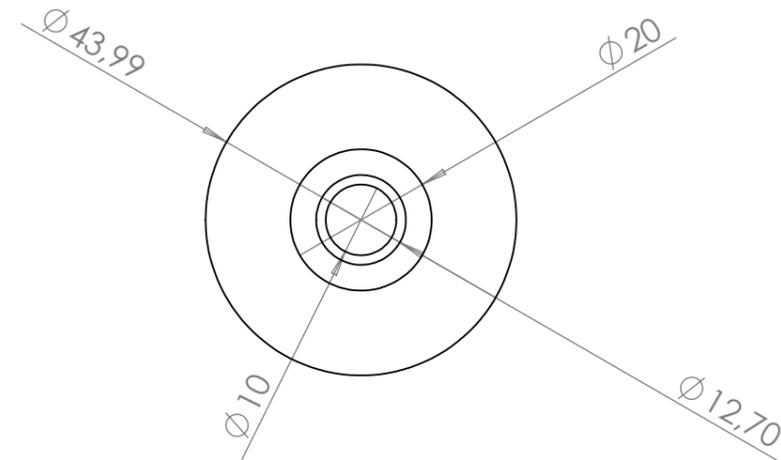
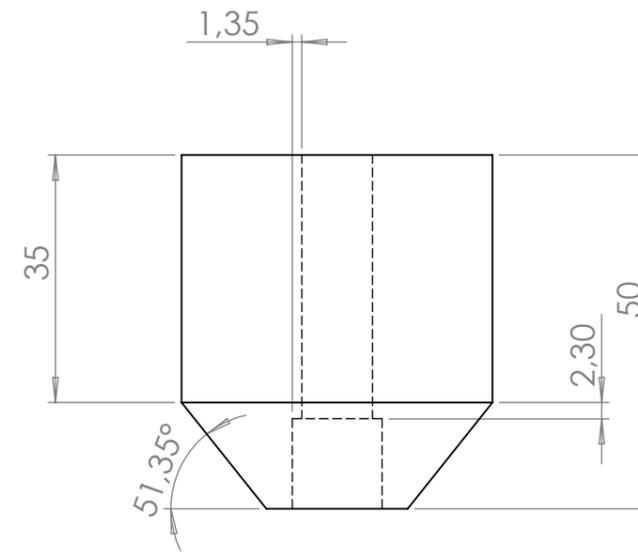
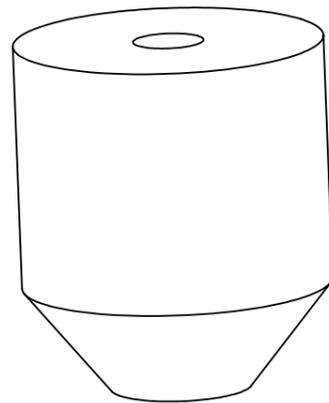
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: DISCO RUEDA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 05-00-00-01	



4	3	2	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CILINDRO BRAZOS	Elemento comercial	1
2	EMBOLO	05-01-00-01	1
3	TORNILLO EMBOLO	Elemento comercial	1
4	MUELLE	Elemento comercial	1

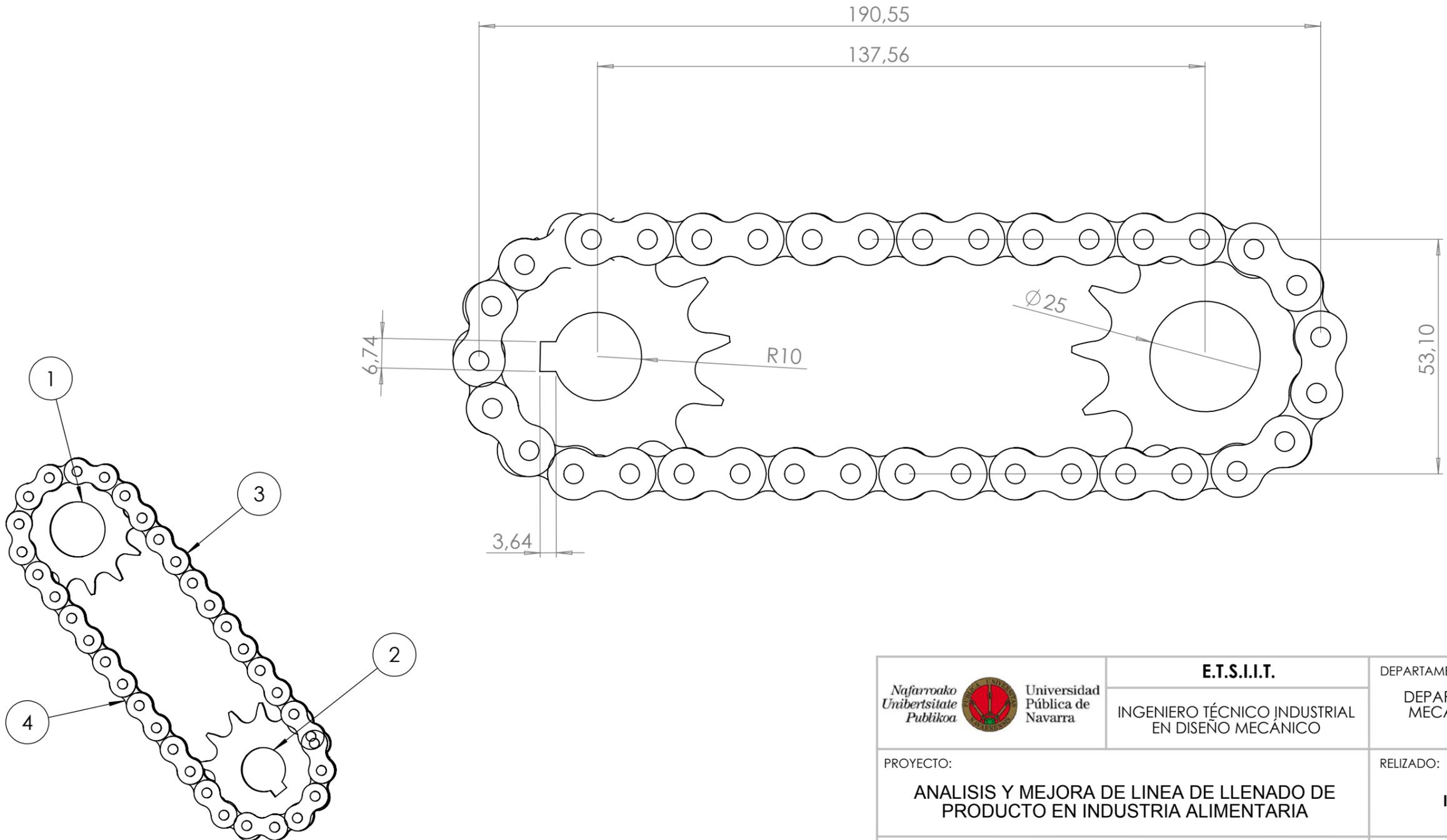


Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	BRAZO	FECHA:	ESCALA:
		14/06/2017	1:1
		Nº PLANO:	05-01-00-00

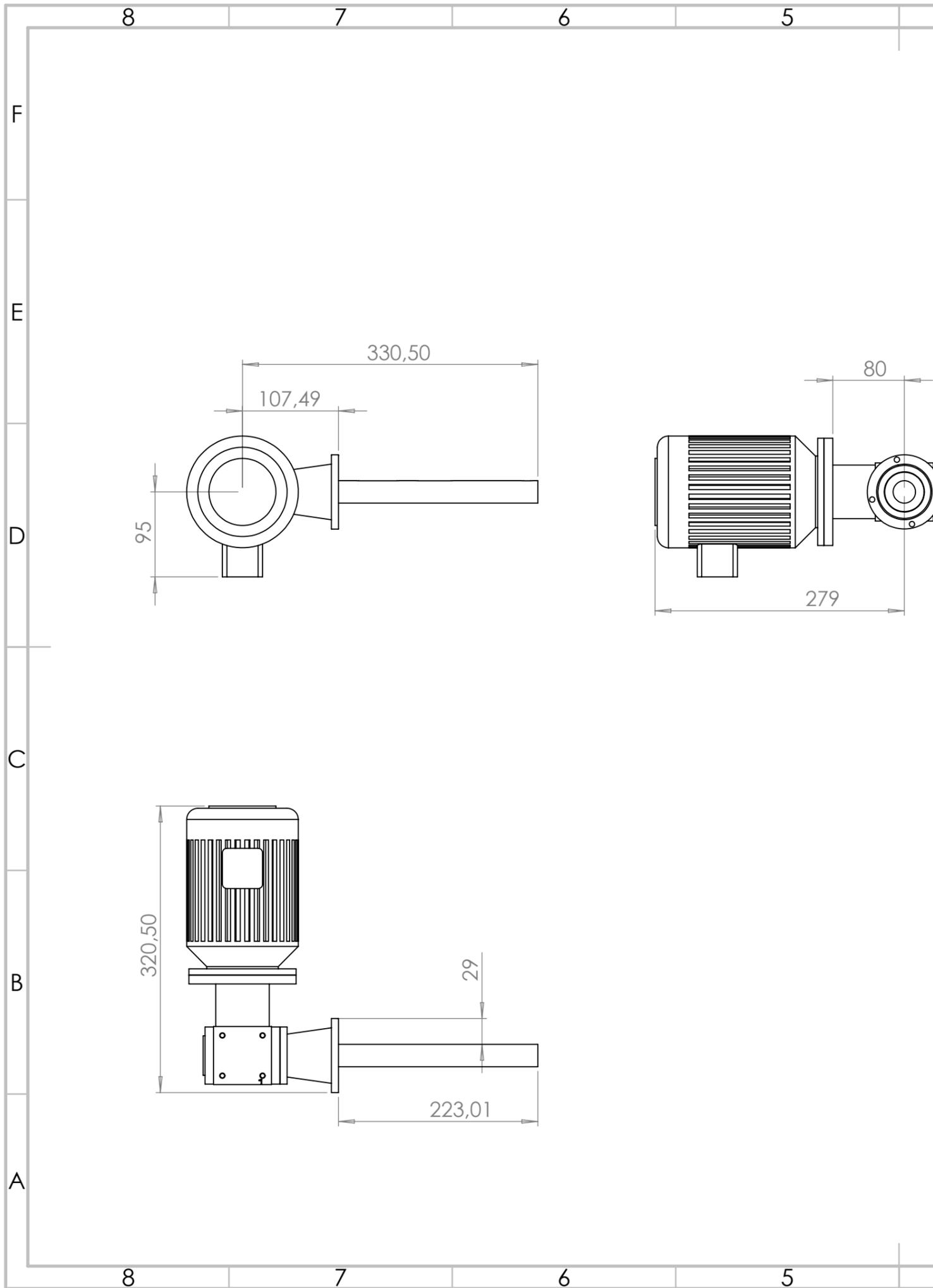


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA: Nº PLANO:
EMOBOLO-PISON	14/06/2017	1:1 05-01-00-01

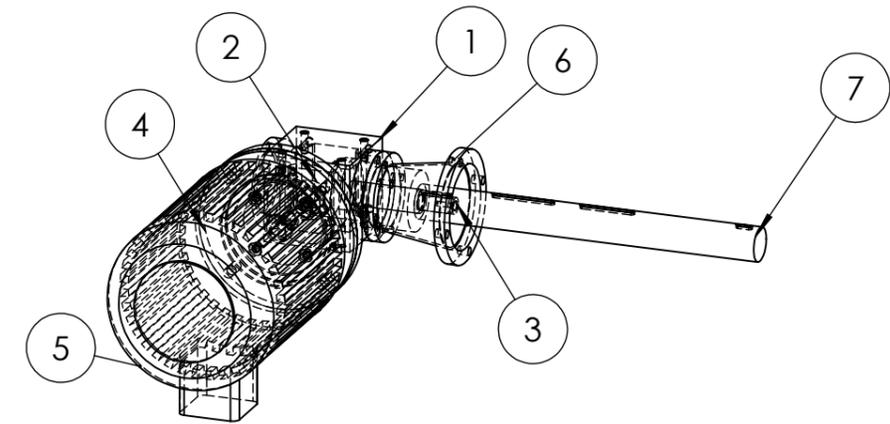
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Piñon 1	Elemento comercial. Z=13. 1/2". D=25	1
2	Piñon 2	Elemento comercial. Z=13.1/2". D=10	1
3	ESLABON MIN 1-2 INCH	Elemento comercial. 1/2"	18
4	ESLABON MAX 1-2 INCH	Elemento comercial. 1/2"	18



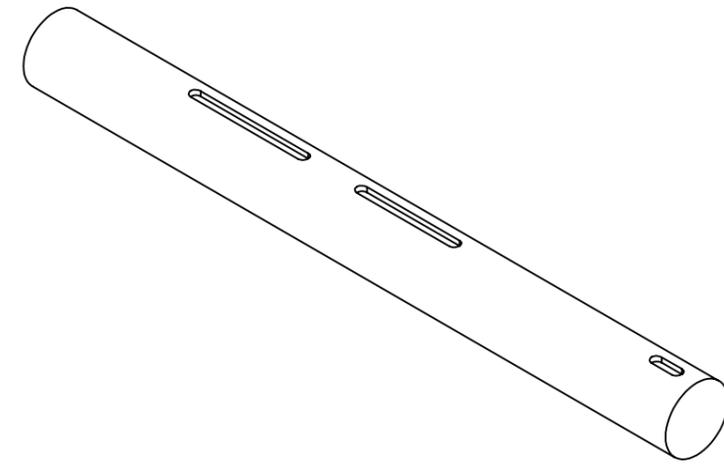
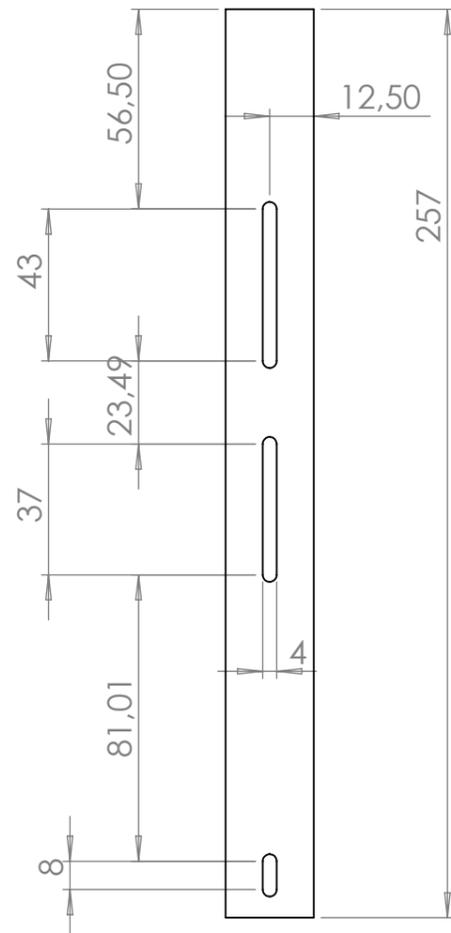
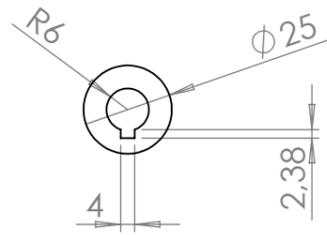
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA
PLANO: TRANSMISION MOTOR REENVIO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1
		N° PLANO: 06-00-00-00



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	VL0651_1A0-1_1-3000_0000(3000,120)b	Reductor i24	1
2	VL0651_1A0(3000)1200631WL	Elemento comercial	1
3	V0651_1A00000(30001)	Elemento comercial	1
4	VL 065-1201	Elemento comercial	1
5	VLM 065-12006351-	Motor estandar 0,55kW	1
6	Corneta para reductor	Elemento comercial	1
7	Eje motor	07-00-00-01	1

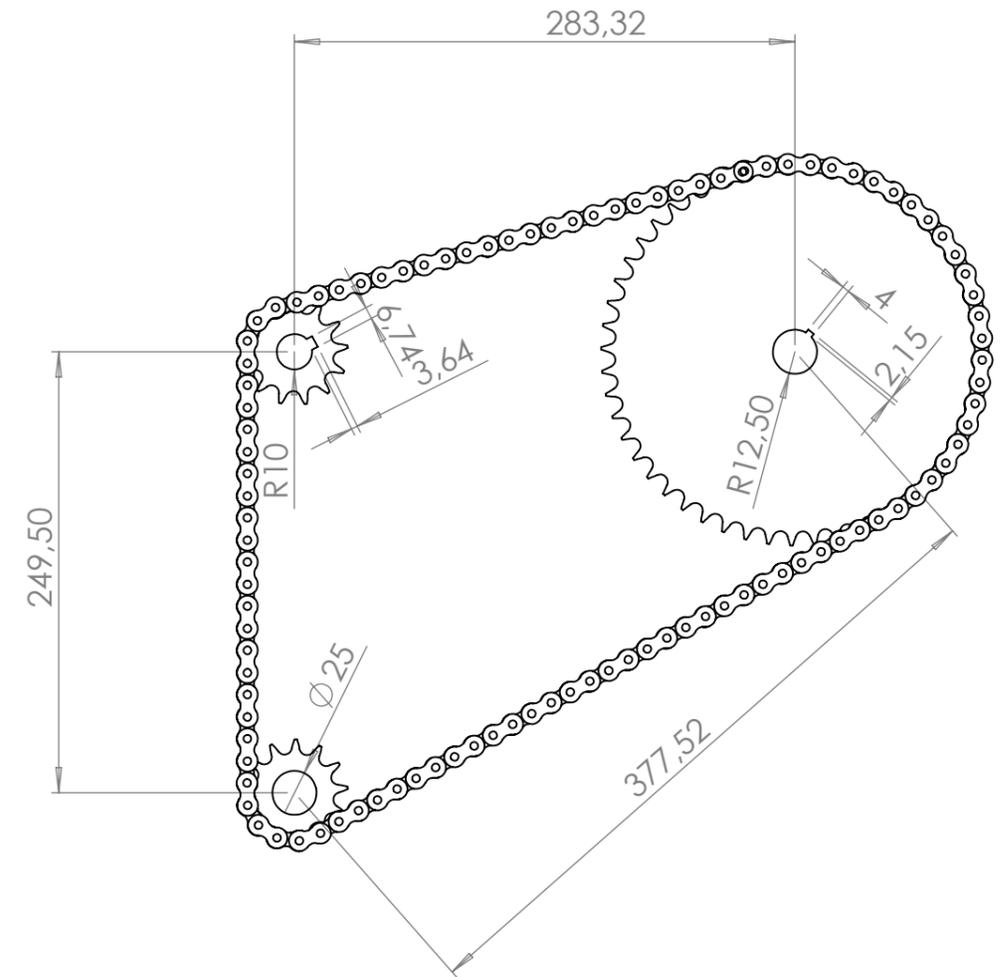
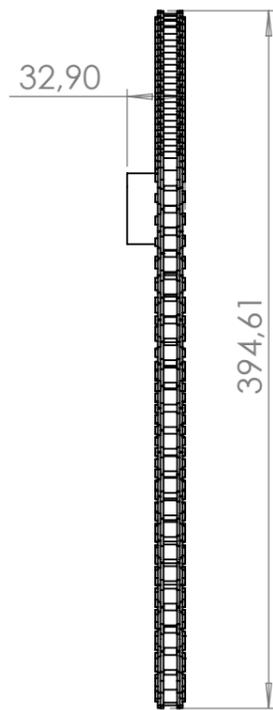
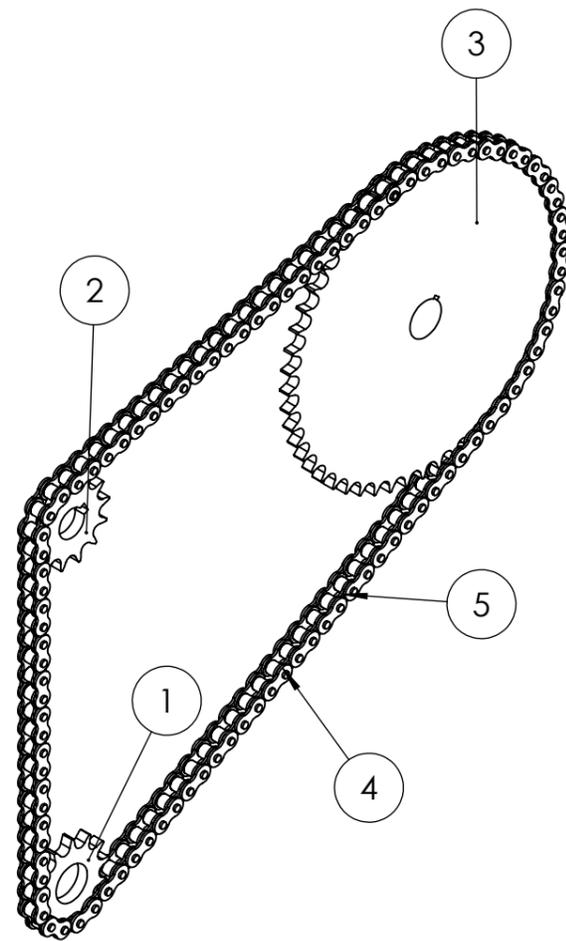


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
CONJUNTO MOTRIZ	14/06/2017	1:5
		Nº PLANO:
		07-00-00-00



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: EJE MOTOR	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 07-00-00-01	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Piñon 1	Z=13; 1/2"	1
2	Piñon 2	Z=13; 1/2"	1
3	Piñon 3	Z=52; 1/2"	1
4	ESLABON MIN 1-2 INCH	Elemento comercial 1/2"	52
5	ESLABON MAX 1-2 INCH	Elemento comercial 1/2"	52

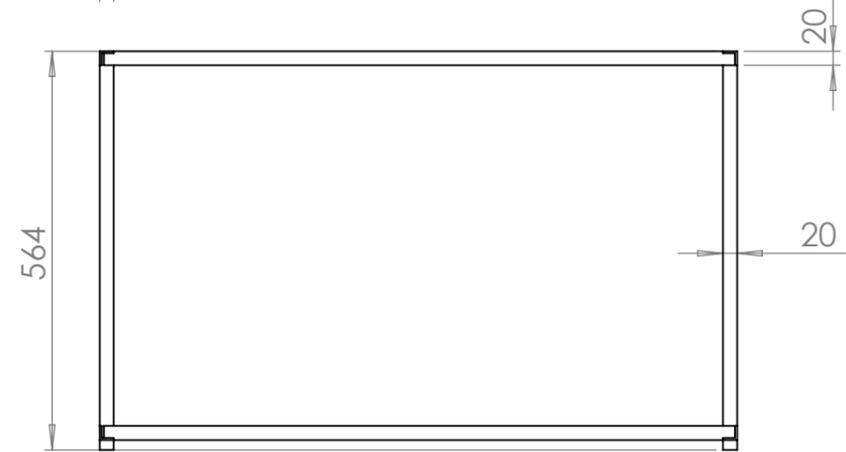
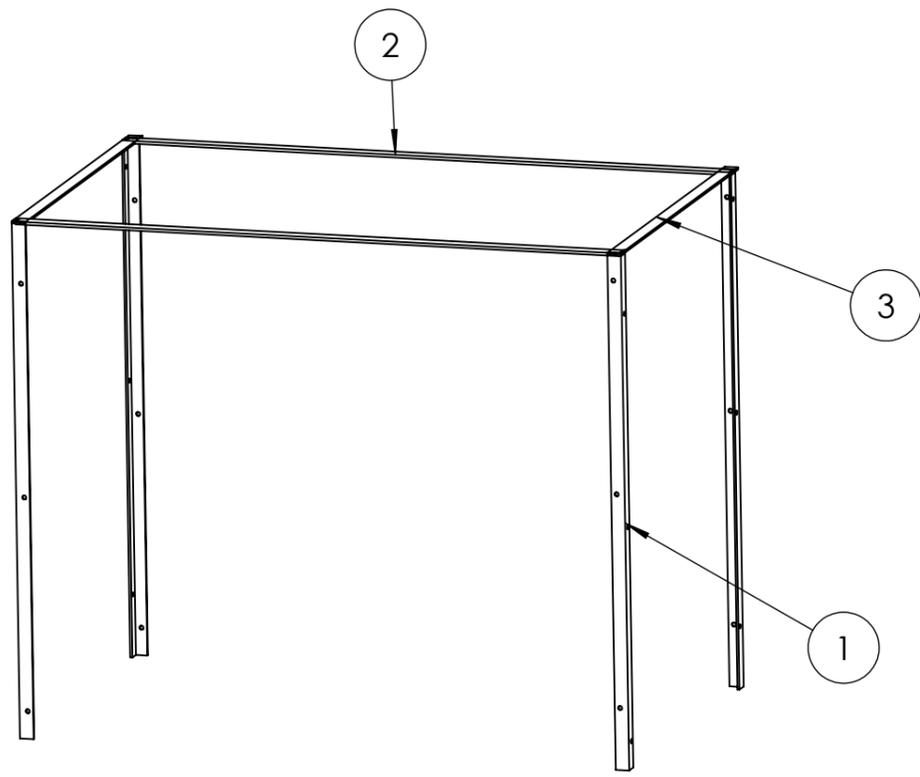
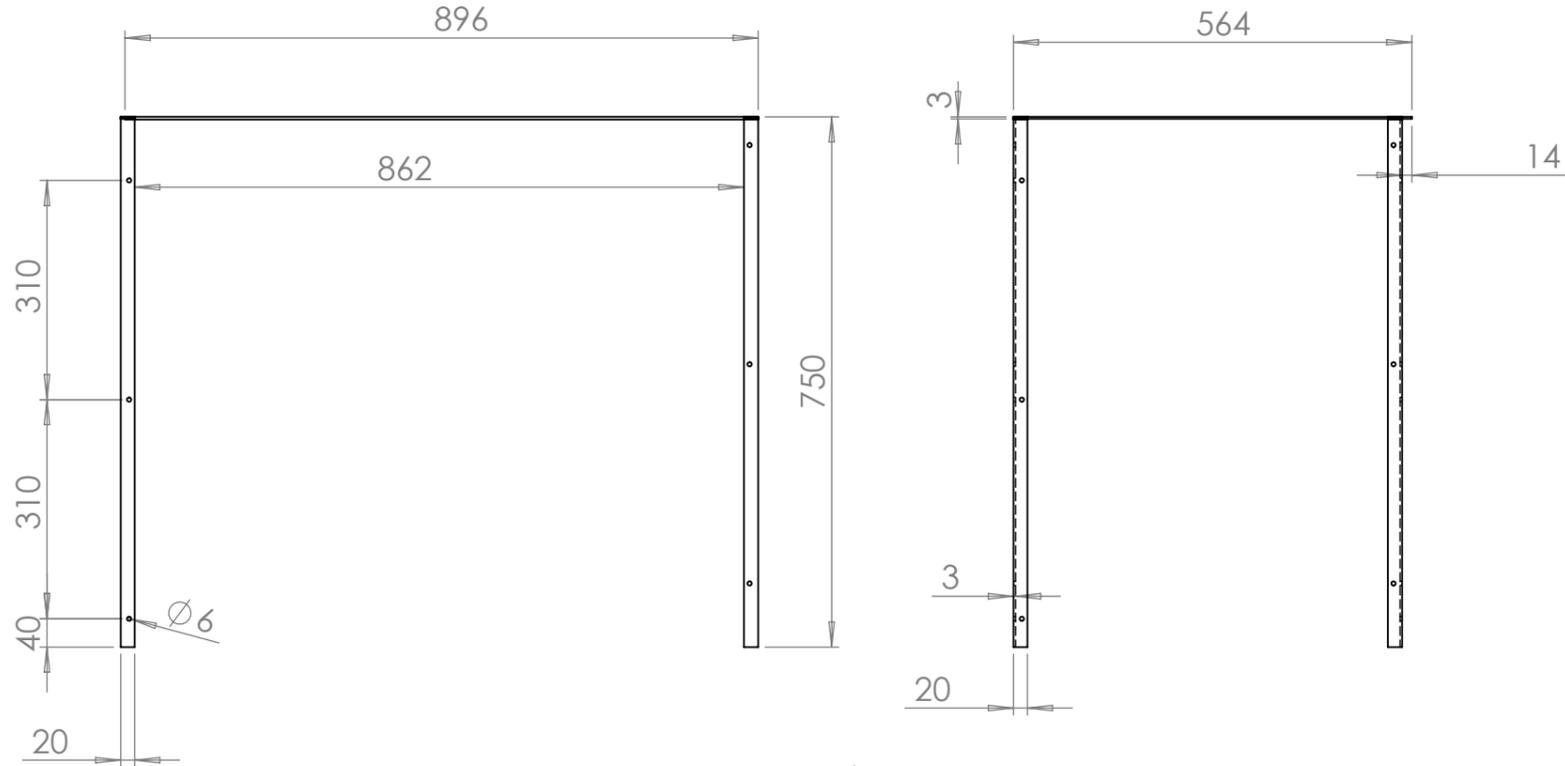


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO: ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA		RELIZADO: IMAS ESPARZA, ELISA		
PLANO: TRANSMISION REENVIO RUEDA	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:4	Nº PLANO: 08-00-00-00	

8 7 6 5 4 3 2 1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PERFILES SEGURIDADES	Angulo comercial 20x20x3	1
2	PERFIL TECHOpar	Chapa AISI 306	2
3	TRANSERVAL TECHO	Chapa AISI 306	2

Todos agujeros de 6mm de diametro



F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
PROYECTO:	RELIZADO:	
ANÁLISIS Y MEJORA DE LÍNEA DE LLENADO DE PRODUCTO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA	IMAS ESPARZA, ELISA	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
PERFILES PARA SEGURIDAD	14/06/2017	1:10
		Nº PLANO:
		09-00-00-00

8 7 6 5 4 3 2 1

ANEXO II

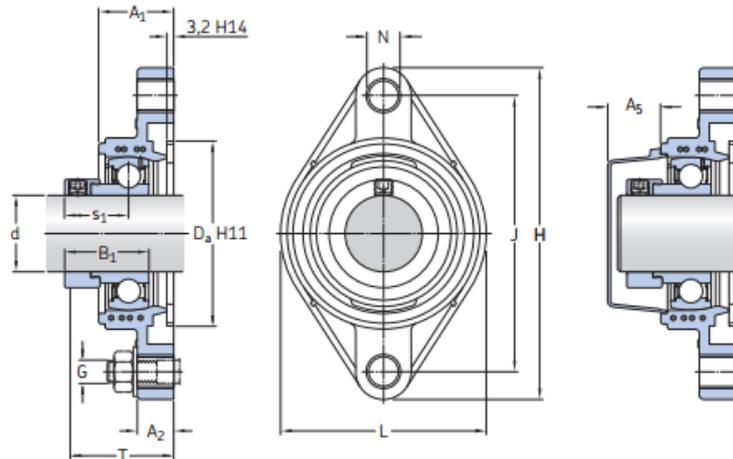
Elementos comerciales

Los principales elementos comerciales que se requieren para la fabricación de esta máquina son los siguientes:

1. Rodamientos UCP SKF E2
2. Rodamiento UCF SKF 205
3. Perfiles
4. Charnela de plástico y rodillos
5. Piñones
6. Cadenas
7. Motor reductor
8. Reenvío

1. Rodamientos UCP SKF E2

Con soporte de brida ovalada de material compuesto con anillo de fijación excéntrico, para ejes métricos

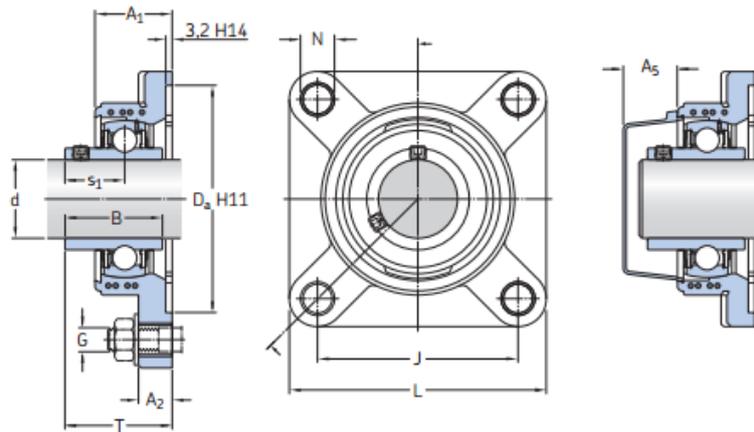


Dimensiones

d	A ₁	A ₂	B ₁	D ₂	H	J	L	N	G	s ₁	T	A ₅
mm												
20	29,5	15	31	50,8	112	90	60,5	12,3	M10	23,9	42,9	18,5
25	30	15	30,9	63,5	124	99	70	12,3	M10	23,4	42,4	18
30	33	15	35,6	76,2	142,5	116,5	83	12,3	M10	26,6	46,6	20
35	35	17	38,8	88,9	156	130	96	14,8	M12	29,3	50,3	22

Capacidad de carga básica dinámica	Carga estática	Carga límite de fatiga	Velocidad límite	Masa	Designación del soporte	Designación del rodamiento	Designación adecuada de la tapa lateral	Designación de la unidad
C	C ₀	P _u						
kN		kN	r. p. m.	kg	-	-	-	-
12,7	6,55	0,28	8 500	0,24	FYTBK 504	E2.YET 204	ECY 204	FYTBK 20 FE
14	7,8	0,335	7 000	0,29	FYTBK 505	E2.YET 205	ECY 205	FYTBK 25 FE
19,5	11,2	0,475	6 300	0,45	FYTBK 506	E2.YET 206	ECY 206	FYTBK 30 FE
25,5	15,3	0,655	5 300	0,63	FYTBK 507	E2.YET 207	ECY 207	FYTBK 35 FE

2. Rodamiento UCF SKF 205



Dimensiones

d	A ₁	A ₂	B	D ₂	J	L	N	G	s ₁	T	A ₅
mm											
20	30	15	31	68,3	63,5	86	12,3	M10	18,3	37,3	18,5
25	31	15	34,1	74,6	70	95	12,3	M10	19,8	38,8	18
30	33	15,3	38,1	93,7	82,5	108	12,3	M10	22,2	42,2	20
35	35	17	42,9	106,4	92	118	14,8	M12	25,4	46,4	22
40	39	17	49,2	115,9	101,5	130	14,8	M12	30,2	54,2	23,5

Capacidad de carga básica dinámica	estática	Carga límite de fatiga	Velocidad límite	Masa	Designación del soporte	Designación del rodamiento	Designación adecuada de la tapa lateral	Designación de la unidad
C	C ₀	P _u	r. p. m.	kg	-	-	-	-
kN	kN	kN	r. p. m.	kg	-	-	-	-
12,7	6,55	0,28	8 500	0,26	FYK 504	E2.YAR 204-2F	ECY 204	FYK 20 TEF
14	7,8	0,335	7 000	0,33	FYK 505	E2.YAR 205-2F	ECY 205	FYK 25 TEF
19,5	11,2	0,475	6 300	0,49	FYK 506	E2.YAR 206-2F	ECY 206	FYK 30 TEF
25,5	15,3	0,655	5 300	0,67	FYK 507	E2.YAR 207-2F	ECY 207	FYK 35 TEF
30,7	19	0,8	4 800	0,88	FYK 508	E2.YAR 208-2F	ECY 208	FYK 40 TEF

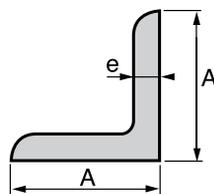
3. Perfiles

Perfiles Comerciales

PERFIL ANGULAR

Suministrados en barras de 6 m. Otras longitudes bajo pedido.

Calidad de acero S275JR.



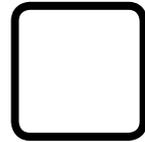
DIMENSIONES EN MM		PESO	SECCIÓN
A x A	e	kg/m	cm ²
20 x 20	3	0,92	1,13
25 x 25	3	1,16	1,43
30 x 30	3	1,62	1,74
35 x 35	4	2,17	2,27
40 x 40	4	2,52	2,78
40 x 40	6	3,66	2,35
45 x 45	5	3,52	2,67
50 x 50	5	3,92	3,28
50 x 50	7	5,36	3,08
55 x 55	6	5,23	3,79
60 x 60	6	5,64	4,48
60 x 60	8	7,37	4,30
65 x 65	7	7,21	4,80
70 x 70	7	7,68	5,69
70 x 70	9	9,69	6,56
75 x 75	8	9,31	6,91
80 x 80	8	10,02	9,03
80 x 80	10	12,38	11,10
90 x 90	9	12,56	9,40
100 x 100	10	15,60	12,30
100 x 100	12	18,51	15,10
110 x 110	8	14,04	17,90
120 x 120	11	20,70	15,50
120 x 120	12	22,46	19,20
150 x 150	14	32,86	22,70
150 x 150	15	35,15	27,50
150 x 150	18	41,70	33,90
180 x 180	18	50,54	43,00
200 x 200	20	62,30	51,00

SOLDADOS CUADRADOS

Laminados en frío, caliente, decapados, galvanizados.

Suministro en barras a largo comercial.

Otras longitudes bajo pedido.



PESO EN KG/M PARA ESPESORES DE:

Medidas (mm)	1	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	12,5
10x10	0,32	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12x12	0,38	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14x14	0,44	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16x16	0,49	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18x18	0,54	0,80	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-
20x20	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-
22x22	0,68	1,00	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-
25x25	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-
28x28	0,87	1,29	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-
30x30	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-
32x32	1,03	1,52	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
35x35	1,10	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-
38x38	1,21	-	-	3,24	-	-	-	-	-	-	-
40x40	1,26	1,88	2,48	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-
45x45	-	2,13	2,80	3,92	-	-	-	-	-	-	-
50x50	-	2,37	3,13	4,42	5,67	6,82	7,86	-	-	-	-
55x55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x60	-	2,87	3,79	5,40	6,98	8,46	9,83	-	-	-	-
70x70	-	3,37	4,43	6,38	8,29	10,09	11,75	-	-	-	-
75x75	-	-	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
80x80	-	3,85	5,10	7,35	9,59	11,75	13,73	17,06	-	-	-
90x90	-	-	5,75	8,33	10,92	13,31	15,70	19,66	-	-	-
100x100	-	-	6,31	9,32	12,17	14,98	17,68	22,26	26,73	-	-
110x110	-	-	-	10,30	13,52	16,64	19,66	24,86	29,85	-	-
120x120	-	-	-	11,23	14,77	18,20	21,53	27,46	33,28	37,44	38,48
125x125	-	-	-	11,75	15,50	19,03	22,57	28,81	34,84	39,42	40,56
130x130	-	-	-	12,27	16,12	19,86	23,50	30,06	36,40	41,19	42,54
140x140	-	-	-	13,31	17,47	21,53	25,48	32,66	39,73	45,24	46,80
150x150	-	-	-	14,25	18,72	23,19	27,46	35,26	43,16	49,40	50,96
160x160	-	-	-	15,18	20,07	24,75	29,43	37,96	46,28	53,04	54,81
175x175	-	-	-	16,64	22,05	27,25	32,34	41,81	51,48	59,28	61,05
180x180	-	-	-	17,16	22,67	28,08	33,38	43,16	52,73	60,84	62,92
200x200	-	-	-	-	25,27	31,30	37,23	48,36	59,28	68,64	71,03
220x220	-	-	-	-	-	-	41,18	53,56	65,73	76,44	79,25
250x250	-	-	-	-	-	-	47,01	61,46	75,61	88,19	91,52
260x260	-	-	-	-	-	-	-	64,06	78,83	92,14	95,58

SOLDADOS RECTANGULARES

Laminados en frío, caliente, decapados, galvanizados.

Suministro en barras a largo comercial.

Otras longitudes bajo pedido.

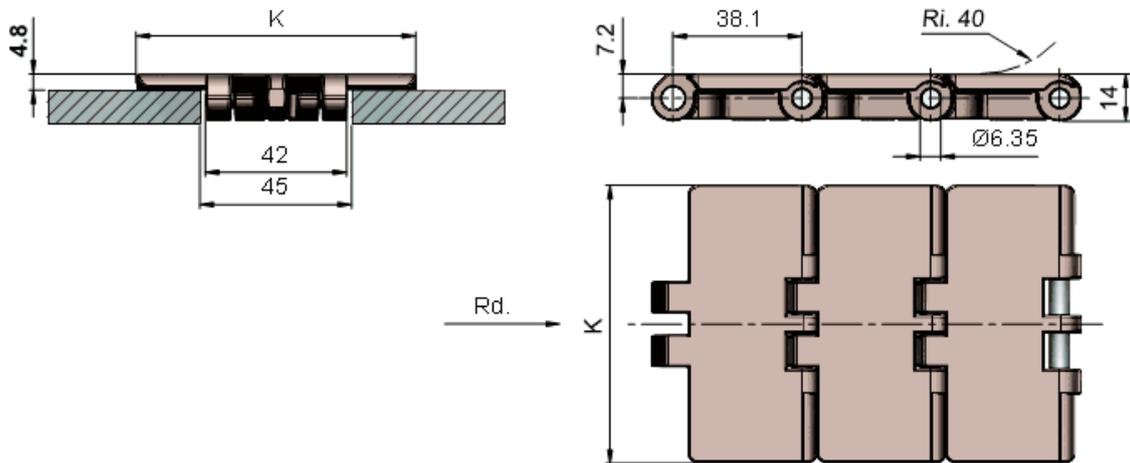


PESO EN KG/M PARA ESPEORES DE:

Esesor (mm)	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	12	12,5
16x10	0,38	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20x10	0,46	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20x15	0,54	0,78	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x10	0,54	0,78	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x15	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25x20	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x10	0,62	0,90	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x15	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x20	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30x25	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x10	0,70	1,02	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x15	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x20	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35x25	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x10	0,78	1,14	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x15	0,87	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x20	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40x25	1,03	1,52	1,99	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-
40x27	-	-	2,80	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-
40x30	1,10	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	2,15	-	-
40x35	-	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x10	-	1,27	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x15	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x20	-	1,52	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45x25	-	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
45x30	-	1,76	2,31	3,19	-	-	-	-	-	-	-	-
45x35	-	1,88	2,48	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-	-
50x10	0,95	1,39	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50x15	1,03	1,52	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50x20	-	1,63	2,15	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
50x25	-	1,76	2,31	3,19	-	-	-	-	-	-	-	-
50x30	-	1,88	2,47	3,43	4,37	-	-	-	-	-	-	-
50x35	-	2,00	2,64	3,68	-	-	-	-	-	-	-	-
50x40	-	2,13	2,80	3,92	5,02	-	-	-	-	-	-	-
60x10	-	1,63	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x15	-	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x20	-	1,88	2,48	3,43	-	-	-	-	-	-	-	-
60x25	-	2,00	2,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60x30	-	2,13	2,80	3,92	-	-	-	-	-	-	-	-
60x40	-	2,37	3,13	4,42	5,67	6,82	7,86	-	-	-	-	-
60x50	-	2,64	3,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70x20	-	2,13	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-

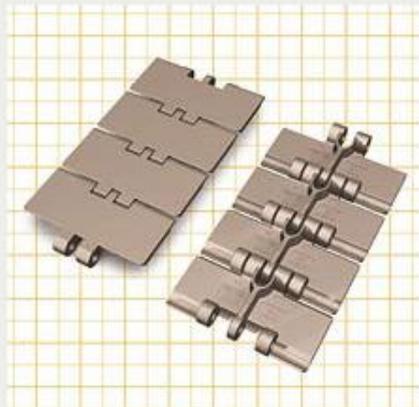
4. Charnela de plástico y rodillos

Charnelas



CADENA DE PLATILLOS 831

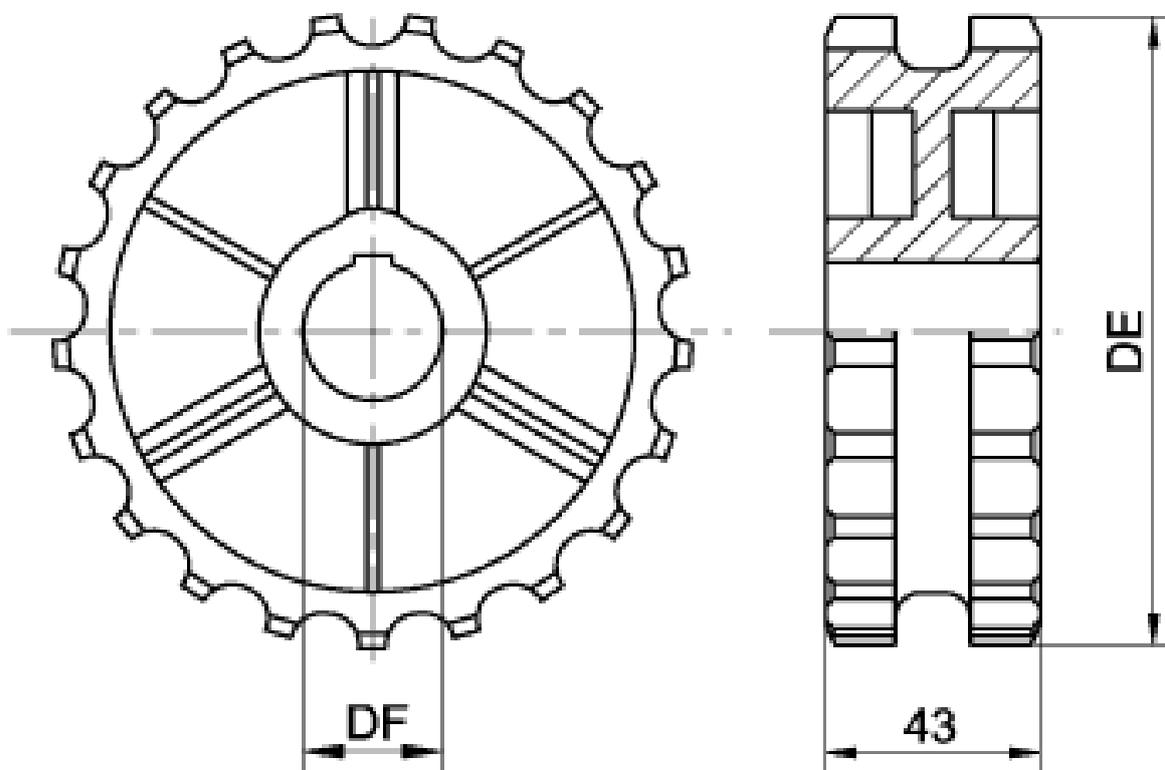
Código: LF831325



3,05M.CAD.PLTLF 831 K 82,5

CODIGO	LF831325
Kg/m.	2,71
EMBALAJE	
K mm.	82,5
K inch.	3,25
Material cadena	LF
Material eje	SS304

Piñones para charnela



RUEDAS Rueda de tracción

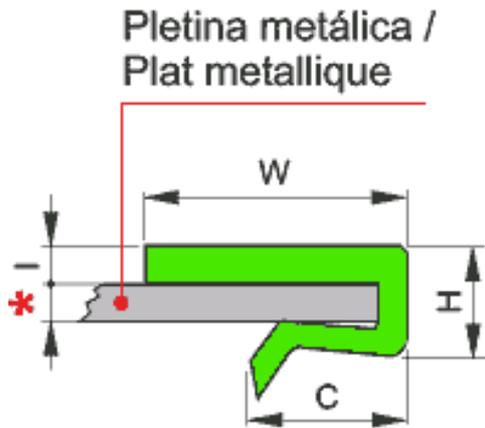
Código: 6319088



RUEDA PLTZ-19 DST CAD.820 -25

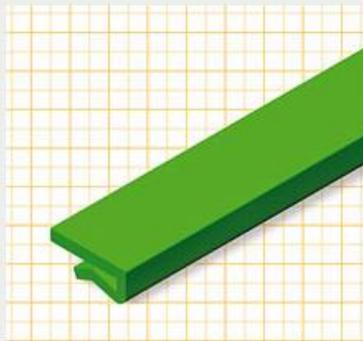
CODIGO	6319088
Kg.	0,2
EMBALAJE	8
Z	19
DE	117,0
DP	117,34
DF	25

Deslizante para charnela



PERFILES PARA EMBOTELLADO Y ENVASADO

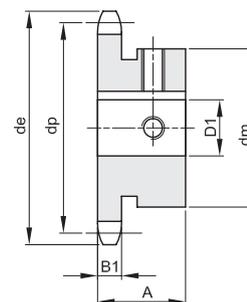
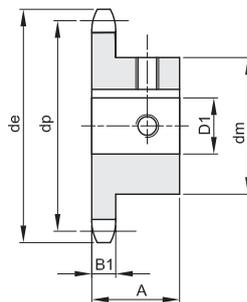
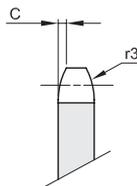
Código: P20269



PERFIL PINZA P-20 DESL.VERDE

Kg/m.	0,11
EMBALAJE	50 mts
COLOR	Verde / Green / Vert / Grün
W	20
H	10,5
C	14,5
I	3
A	-

5. Piñones

1/2" x 5/16"**12,7 x 7,75 mm****Rullo 8,51 mm****08B-1**

B1	C	r3
7,2	1,3	13

Materiale acciaio C45**TIPO ***

Z	de	dp	dm	D1	A	Kg.
10	45,9	41,10	26	12	25	0,12
10	45,9	41,10	26	14	25	0,11
10	45,9	41,10	31*	15	25	0,12
10	45,9	41,10	31*	16	25	0,12
11	49,9	45,07	29	12	25	0,15
11	49,9	45,07	29	14	25	0,14
11	49,9	45,07	31*	15	25	0,14
11	49,9	45,07	31*	16	25	0,14
11	49,9	45,07	37*	18	25	0,16
11	49,9	45,07	37*	19	25	0,16
12	53,9	49,07	33	12	28	0,21
12	53,9	49,07	33	14	28	0,20
12	53,9	49,07	33	15	28	0,19
12	53,9	49,07	33	16	28	0,19
12	53,9	49,07	33	18	28	0,18
12	53,9	49,07	33	19	28	0,17
12	53,9	49,07	33	20	28	0,17
12	53,9	49,07	40*	22	28	0,20
12	53,9	49,07	41*	24	28	0,19
12	53,9	49,07	42*	25	28	0,19
13	57,9	56,06	33	12	28	0,27
13	57,9	56,06	33	14	28	0,26
13	57,9	56,06	37	15	28	0,26
13	57,9	56,06	37	16	28	0,25
13	57,9	56,06	37	18	28	0,24
13	57,9	56,06	37	19	28	0,23
13	57,9	56,06	37	20	28	0,22
13	57,9	56,06	37	22	28	0,21
13	57,9	56,06	42*	24	28	0,22
13	57,9	56,06	42*	25	28	0,21
13	57,9	56,06	45*	28	28	0,21
14	61,9	57,07	37	12	28	0,32
14	61,9	57,07	37	14	28	0,31
14	61,9	57,07	41	15	28	0,31
14	61,9	57,07	41	16	28	0,30
14	61,9	57,07	41	18	28	0,29
14	61,9	57,07	41	19	28	0,28
14	61,9	57,07	41	20	28	0,28
14	61,9	57,07	41	22	28	0,27
14	61,9	57,07	41	24	28	0,25
14	61,9	57,07	41	25	28	0,24
14	61,9	57,07	48*	28	28	0,27
15	65,9	61,09	37	12	28	0,37
15	65,9	61,09	37	14	28	0,36
15	65,9	61,09	45	15	28	0,37

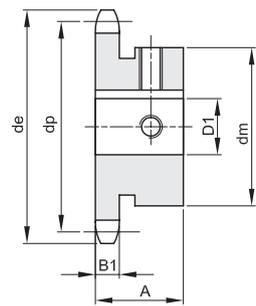
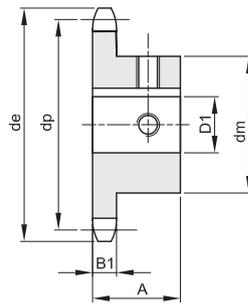
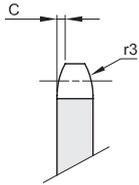
Z	de	dp	dm	D1	A	Kg.
15	65,9	61,09	45	16	28	0,37
15	65,9	61,09	45	18	28	0,36
15	65,9	61,09	45	19	28	0,35
15	65,9	61,09	45	20	28	0,34
15	65,9	61,09	45	22	28	0,32
15	65,9	61,09	45	24	28	0,31
15	65,9	61,09	45	25	28	0,30
15	65,9	61,09	45	28	28	0,27
15	65,9	61,09	52*	30	28	0,32
15	65,9	61,09	52*	32	28	0,30
16	69,9	65,10	50	15	28	0,47
16	69,9	65,10	50	16	28	0,46
16	69,9	65,10	50	18	28	0,44
16	69,9	65,10	50	19	28	0,43
16	69,9	65,10	50	20	28	0,43
16	69,9	65,10	50	22	28	0,40
16	69,9	65,10	50	24	28	0,39
16	69,9	65,10	50	25	28	0,38
16	69,9	65,10	50	28	28	0,35
16	69,9	65,10	50	30	28	0,34
16	69,9	65,10	57*	32	28	0,40
17	74,0	69,11	52	15	28	0,51
17	74,0	69,11	52	16	28	0,51
17	74,0	69,11	52	18	28	0,49
17	74,0	69,11	52	19	28	0,48
17	74,0	69,11	52	20	28	0,47
17	74,0	69,11	52	22	28	0,45
17	74,0	69,11	52	24	28	0,44
17	74,0	69,11	52	25	28	0,43
17	74,0	69,11	52	28	28	0,40
17	74,0	69,11	52	30	28	0,39
17	74,0	69,11	52	32	28	0,38
18	78,0	73,14	52	16	28	0,53
18	78,0	73,14	52	18	28	0,51
18	78,0	73,14	52	19	28	0,50
18	78,0	73,14	56	20	28	0,55
18	78,0	73,14	56	22	28	0,53
18	78,0	73,14	56	24	28	0,52
18	78,0	73,14	56	25	28	0,51
18	78,0	73,14	56	28	28	0,48
18	78,0	73,14	56	30	28	0,46
18	78,0	73,14	56	32	28	0,43
18	78,0	73,14	56	35	28	0,41
18	78,0	73,14	56	38	28	0,39
19	82,0	77,16	52	16	28	0,55

1/2" x 5/16"

12,7 x 7,75 mm

Rullo 8,51 mm

08B-1



B1	C	r3
7,2	1,3	13

Materiale acciaio C45

TIPO *

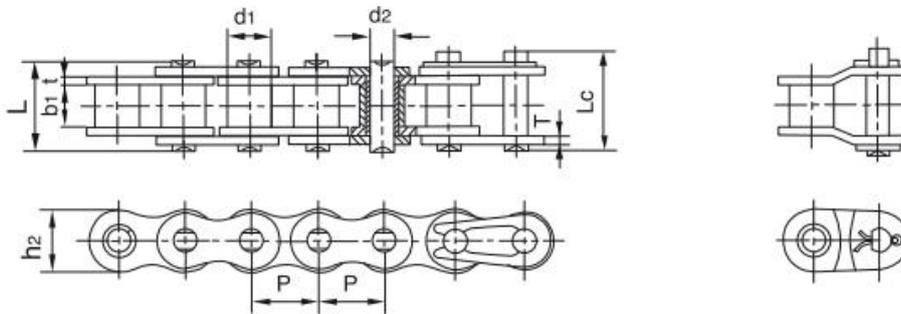
Z	de	dp	dm	D1	A	Kg.
19	82,0	77,16	52	18	28	0,53
19	82,0	77,16	52	19	28	0,52
19	82,0	77,16	60	20	28	0,64
19	82,0	77,16	60	22	28	0,62
19	82,0	77,16	60	24	28	0,60
19	82,0	77,16	60	25	28	0,59
19	82,0	77,16	60	28	28	0,57
19	82,0	77,16	60	30	28	0,55
19	82,0	77,16	60	32	28	0,53
19	82,0	77,16	60	35	28	0,49
19	82,0	77,16	60	38	28	0,46
20	86,0	81,19	55	16	28	0,64
20	86,0	81,19	55	18	28	0,61
20	86,0	81,19	55	19	28	0,59
20	86,0	81,19	64	20	28	0,74
20	86,0	81,19	64	22	28	0,72
20	86,0	81,19	64	24	28	0,71
20	86,0	81,19	64	25	28	0,70
20	86,0	81,19	64	28	28	0,67
20	86,0	81,19	64	30	28	0,65
20	86,0	81,19	64	32	28	0,63
20	86,0	81,19	64	35	28	0,61
20	86,0	81,19	64	38	28	0,59
21	90,1	85,22	55	16	28	0,74
21	90,1	85,22	55	18	28	0,72
21	90,1	85,22	55	19	28	0,71
21	90,1	85,22	60	20	28	0,70
21	90,1	85,22	60	22	28	0,68
21	90,1	85,22	68	24	28	0,80
21	90,1	85,22	68	25	28	0,79
21	90,1	85,22	68	28	28	0,77
21	90,1	85,22	68	30	28	0,75
21	90,1	85,22	68	32	28	0,72
21	90,1	85,22	68	35	28	0,69
21	90,1	85,22	68	38	28	0,65
22	94,1	89,24	55	16	28	0,84
22	94,1	89,24	55	18	28	0,81
22	94,1	89,24	55	19	28	0,80
22	94,1	89,24	65	20	28	0,82
22	94,1	89,24	65	22	28	0,80
22	94,1	89,24	70	24	28	0,87
22	94,1	89,24	70	25	28	0,86
22	94,1	89,24	70	28	28	0,83
22	94,1	89,24	70	30	28	0,81
22	94,1	89,24	70	32	28	0,78

Z	de	dp	dm	D1	A	Kg.
22	94,1	89,24	70	35	28	0,75
22	94,1	89,24	70	38	28	0,71
23	98,1	93,27	65	19	28	0,86
23	98,1	93,27	65	20	28	0,85
23	98,1	93,27	70	22	28	0,93
23	98,1	93,27	70	24	28	0,90
23	98,1	93,27	70	25	28	0,89
23	98,1	93,27	70	28	28	0,86
23	98,1	93,27	70	30	28	0,84
23	98,1	93,27	70	32	28	0,82
23	98,1	93,27	70	35	28	0,79
23	98,1	93,27	70	38	28	0,76
24	102,1	97,29	65	19	28	0,91
24	102,1	97,29	65	20	28	0,89
24	102,1	97,29	70	22	28	0,92
24	102,1	97,29	70	24	28	0,94
24	102,1	97,29	70	25	28	0,93
24	102,1	97,29	70	28	28	0,90
24	102,1	97,29	70	30	28	0,88
24	102,1	97,29	70	32	28	0,85
24	102,1	97,29	70	35	28	0,82
24	102,1	97,29	70	38	28	0,79
25	106,2	101,33	65	19	28	0,94
25	106,2	101,33	65	20	28	0,92
25	106,2	101,33	70	22	28	0,99
25	106,2	101,33	70	24	28	0,97
25	106,2	101,33	70	25	28	0,97
25	106,2	101,33	70	28	28	0,94
25	106,2	101,33	70	30	28	0,92
25	106,2	101,33	70	32	28	0,90
25	106,2	101,33	70	35	28	0,86
25	106,2	101,33	70	38	28	0,80
30	126,3	121,50	75	25	30	1,31
30	126,3	121,50	75	28	30	1,28
30	126,3	121,50	80	30	30	1,37
30	126,3	121,50	80	32	30	1,34
30	126,3	121,50	80	35	30	1,31
30	126,3	121,50	80	38	30	1,28

6. Cadenas serie B



Cadenas de rodillo simple



REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DE EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	CARGA DE ROTURA S/NORMA	CARGA DE ROTURA MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	P	d1 máx	b1 mín	d2 máx	L máx	Lc mín	h2 máx	t/T máx	Q mín.	Qo	q
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kN	kN	kg./m.
04B-1	6.000	4.00	2.80	1.85	6.80	7.8	5.00	0.60	3.0	3.2	0.11
05B-1	8.000	5.00	3.00	2.31	8.20	8.9	7.10	0.80	5.0	5.9	0.20
*06B-1	9.525	6.35	5.72	3.28	13.15	14.1	8.20	1.30	9.0	10.4	0.41
08B-1	12.700	8.51	7.75	4.45	16.70	18.2	11.80	1.60	18.0	19.4	0.69
10B-1	15.875	10.16	9.65	5.08	19.50	20.9	14.70	1.70	22.4	27.5	0.93
12B-1	19.050	12.07	11.68	5.72	22.50	24.2	16.00	1.85	29.0	32.2	1.15
16B-1	25.400	15.88	17.02	8.28	36.10	37.4	21.00	4.15/3.1	60.0	72.8	2.71
20B-1	31.750	19.05	19.56	10.19	41.30	45.0	26.40	4.5/3.5	95.0	106.7	3.70
24B-1	38.100	25.40	25.40	14.63	53.40	57.8	33.20	6.0/4.8	160.0	178.0	7.10
28B-1	44.450	27.94	30.99	15.90	65.10	69.5	36.70	7.5/6.0	200.0	222.0	8.50
32B-1	50.800	29.21	30.99	17.81	66.00	71.0	42.00	7.0/6.0	250.0	277.5	10.25
40B-1	63.500	39.37	38.10	22.89	82.20	89.2	52.96	8.5/8.0	355.0	394.0	16.35
48B-1	76.200	48.26	45.72	29.24	99.10	107.0	63.80	12/10	560.0	621.6	25.00

* Mallas rectas

7. Motor reductor

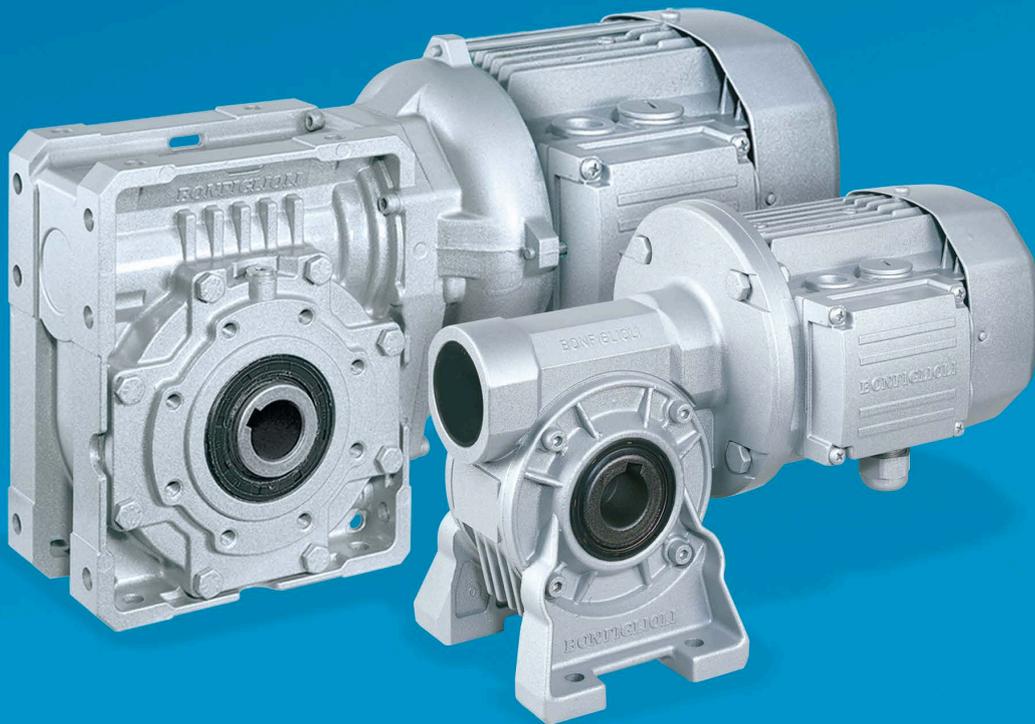


Bonfiglioli

Riduttori

serie VF-W

Reductores de tornillo sinfin



Bonfiglioli

power, control and green solutions



Párrafo	Descripción	Página	Párrafo	Descripción	Página
INFORMACIÓN GENERAL			VF-EP / W-EP - REDUCTORES Y MOTORREDUCTOR PARA AMBIENTES CORROSIVOS Y ASÉPTICOS		
		2			180
1	Símbolos y unidades de medida	2	31	Principales beneficios de la serie EP para la industria de la alimentación	180
2	Definiciones	3	32	Designación	182
3	Mantenimiento	6	33	Opciones del reductor	184
4	Selección	6	34	Opciones de los motores	184
5	Verificación	9	35	Otras informaciones sobre reductores y motorreductores	185
6	Instalacion	9	36	Accesorios para la serie EP	185
7	Almacenaje	11			
8	Condiciones de suministro	11			
REDUCTORES DE TORNILLO SIN FÍN			DISPOSITIVO FIN DE CARRERA RVS		
		13			187
9	Características constructivas	13	37	Informaciones generales	187
10	Formas constructivas	14	38	Codigos para pedidos	188
11	Ejecuciones de montaje	15	39	Designación	189
12	Designación	18	40	Tabla de selección motorreductor	190
13	Opciones de los reductores	20	41	Dimensiones	193
14	Lubricación	23	42	Opciones	197
15	Posicion de montaje y orientación de la caja de bornes	24			
16	Cargas radiales	33	MOTORES ELÉCTRICOS		
17	Cargas axiales	34			198
18	Rendimiento	37	M1	Símbolos y unidades de medida	198
19	Irreversibilidad	37	M2	Características generales	199
20	Juegos angulares	39	M3	Características mecánicas	204
21	Tablas de selección de los motorreductores	40	M4	Características eléctricas	206
22	Tablas de datos técnicos de reductores	71	M5	Motores freno asíncronos	213
23	Combinaciones de las relaciones de reducción de los reductores combinados serie VF/VF, VF/W, W/VF	93	M6	Motores freno en c.c., tipo BN_FD y M_FD	214
24	Predisposiciones motor	94	M7	Motores freno en c.c., tipo BN y M_AFD	219
25	Momento de inercia	97	M8	Motores freno de c.a., tipo BN y M_FA	224
26	Dimensiones motorreductores y reductores predisuestos para motor IEC	109	M9	Motores freno en c.a., tipo BN_BA	224
27	Dimensiones reductores con eje de entrada HS	169	M10	Sistema de desbloqueo del freno	230
28	Accesorios	173	M11	Opciones	232
29	Eje del cliente	175	M12	Datos técnicos de los motores	245
30	Limitador de par	176	M13	Dimensiones motores	261

Revisiones

El índice de revisión del catálogo está indicado en la Pág. 272. En la dirección www.bonfiglioli.com se encuentran disponibles los catálogos con las revisiones actualizadas.



INFORMACIÓN GENERAL

1 SÍMBOLOS Y UNIDADES DE MEDIDA

Símbolos	Unidades de medida	Descripción	Símbolos	Unidades de medida	Descripción
$A_{N 1,2}$	[N]	Carga axial nominal	$n_{1,2}$	[min ⁻¹]	Velocidad
f_s	–	Factor de servicio	$P_{1,2}$	[kW]	Potencia
f_T	–	Factor térmico	$P_{N 1,2}$	[kW]	Potencia nominal
f_{TP}	–	Factor de temperatura	$P_{R 1,2}$	[kW]	Potencia absorbida
i	–	Relación de reducción	$R_{C 1,2}$	[N]	Carga radial de cálculo
I	–	Relación de intermitencia	$R_{N 1,2}$	[N]	Carga radial nominal
J_C	[Kgm ²]	Momento de inercia de la carga	S	–	Factor de seguridad
J_M	[Kgm ²]	Momento de inercia del motor	t_a	[°C]	Temperatura ambiente
J_R	[Kgm ²]	Momento de inercia del reductor	t_f	[min]	Tiempo de funcionamiento con carga constante
K	–	Factor de aceleración de las masas	t_r	[min]	Tiempo de reposo
K_r	–	Constante de transmisión	η_d	–	Rendimiento dinámico
$M_{1,2}$	[Nm]	Par	η_s	–	Rendimiento estático
$M_{c 1,2}$	[Nm]	Par de cálculo			
$M_{n 1,2}$	[Nm]	Par nominal			
$M_{r 1,2}$	[Nm]	Par resistente			

¹ valor correspondiente al eje de entrada

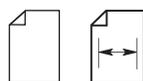
² valor correspondiente al eje de salida



Este símbolo indica situaciones de peligro que, de ignorarse, pueden resultar en riesgos para la salud personal y la seguridad.



Este símbolo indica la referencia angular para indicar la dirección de la carga radial (eje visto de frente).



Este símbolo indica la página en la que se encuentra la información.



Símbolo referido al peso del reductor o del motorreductor. El valor indicado en la tabla de los motorreductores, comprende el peso del motor de 4 polos el peso del lubricante contenido, en el caso que esté previsto por BONFIGLIOLI RIDUTTORI.I.

2 DEFINICIONES

2.1 PAR

Par nominal M_{n2} [Nm]

Es el par transmisible en la salida con carga uniforme continua, referido a la velocidad de entrada n_1 y a la correspondiente velocidad de salida n_2 .

Se calcula sobre la base de un factor de servicio $f_s = 1$.

Par resistente M_{r2} [Nm]

Representa el par solicitado por la aplicación y deberá ser siempre igual o menor que el par de salida nominal M_{n2} del reductor seleccionado.

Par de cálculo M_{c2} [Nm]

Es el valor del par que se utiliza para la selección del reductor, en relación con el par solicitado M_{r2} y el factor de servicio f_s y se obtiene con la fórmula:

$$M_{c2} = M_{r2} \times f_s \leq M_{n2} \quad (1)$$

2.2 POTENCIA

Potencia nominal a la entrada P_{n1} [kW]

Parámetro que figura en la tabla de datos técnicos nominales y representa la potencia aplicable al reductor en función de la velocidad n_1 y con un factor de servicio $f_s = 1$.



2.3 RENDIMIENTO

Rendimiento dinámico [η_d]

Se define como la relación entre la potencia de salida P_2 y la de entrada P_1 :

$$\eta_d = \frac{P_2}{P_1} \quad (2)$$

Particularmente es oportuno recordar que los datos del par M_{n2} que figuran en el catálogo han estado calculados en función del rendimiento dinámico η_d , obtenido después del periodo de rodaje de los reductores. Después del periodo de rodaje, la temperatura de funcionamiento disminuye hasta alcanzar su estabilización. La temperatura de funcionamiento en carga, está influenciada por el tipo de servicio y por la temperatura ambiente, pudiendo alcanzar valores, en torno de los 80 - 100°C, medidos sobre la caja y en la zona correspondiente al tornillo sinfín, sin que esto pueda perjudicar la mecánica del reductor.

Si, por cualquier motivo, se espera que la temperatura de mantenimiento alcance los 90 a 100°C es necesario equipar el reductor con retenes de fluoro-elastómero especificando en el pedido la opción **PV**.

Rendimiento estático [η_s]

Es el rendimiento del reductor en el momento del arranque, para los reductores de engranajes. Éste no es significativo, pero debe tenerse en particular consideración en la selección de la motorización con reductores de tornillo sinfín destinados en aplicaciones caracterizadas por un tipo de servicio intermitente (ejem. Elevación).

2.4 RELACIÓN DE REDUCCIÓN [i]

Es el valor de la relación de reducción entre las velocidades, se identifica por el símbolo [i], y se calcula a partir de la velocidad de entrada n_1 y de la velocidad de salida n_2 mediante la siguiente expresión:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (3)$$

2.5 MOMENTO DE INERCIA J_r [kgm²]

Los momentos de inercia contenidos en el catálogo están referidos al eje de entrada del reductor y, por lo tanto, cuando se acopla a un motor eléctrico, su valor simplemente debe sumarse al del motor.

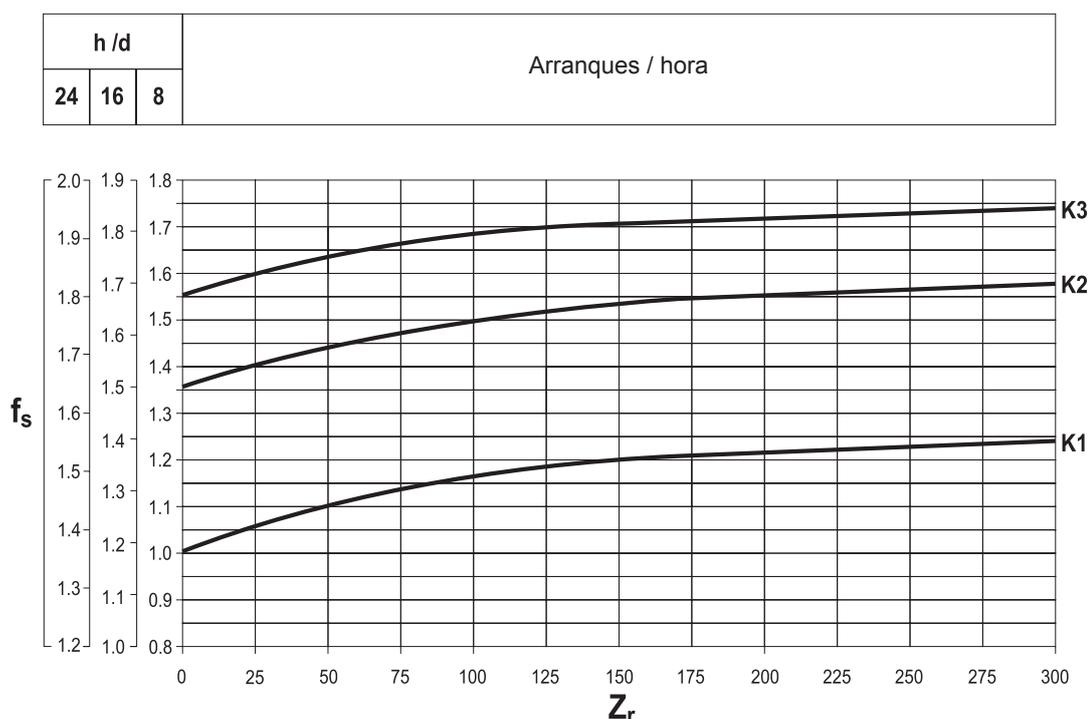


2.6 FACTOR DE SERVICIO [f_s]

El factor de servicio es el parámetro que traduce a un valor numérico la dificultad del servicio a que el reductor estará solicitado, teniendo en cuenta, con la inevitable aproximación, el funcionamiento diario, variaciones de carga y las posibles sobrecargas vinculadas con la aplicación específica del reductor.

En el gráfico siguiente, el factor de servicio expuesto se obtiene, después de haber seleccionado la columna correspondiente a las horas de funcionamiento diario, por la intersección entre el número de arranques / hora y una de las curvas K1, K2 y K3. Las curvas K_ están asociadas a la naturaleza del servicio (aproximadamente: uniforme, medio y pesado) mediante el factor de aceleración de las masas K, ligado a la relación entre las inercias de las masas conducidas y el motor. Independientemente del valor del factor de servicio así obtenido, destacamos que existen aplicaciones, entre las cuales, y solamente a título de ejemplo, la elevación, para las que la rotura de un elemento del reductor puede representar un riesgo de lesiones al personal que opere en las proximidades.

En caso de dudas de aplicación, concernientes a los posibles riesgos, aconsejamos consultar previamente con nuestro Servicio Técnico.



Factor de aceleración de las masas, [K]

Este parámetro sirve para seleccionar la curva correspondiente a un determinado tipo de carga. El valor viene dado por la relación:

$$K = \frac{J_c}{J_m} \quad (4)$$



$$K = \frac{J_c}{J_m} \rightarrow$$

$J_c =$ Momento de inercia de las masas conducidas, referido al eje del motor
 $J_m =$ Momento de inercia del motor

$K \leq 0,25$	→ K1	Carga uniforme
$0,25 < K \leq 3$	→ K2	Carga con choques moderados
$3 < K \leq 10$	→ K3	Carga con choques fuertes
$K > 10$	→	Consultar con nuestro Servicio Técnico.

3 MANTENIMIENTO

Los reductores suministrados con lubricación permanente no precisan la sustitución periódica del aceite. Para el resto de reductores se debe efectuar una primera sustitución del lubricante después de aproximadamente las primeras 300 horas de funcionamiento. Es conveniente efectuar un cuidadoso lavado interno del reductor utilizando un detergente adecuado. Debe evitarse la mezcla de aceites con base mineral con aceites sintéticos. Controlar periódicamente el nivel de lubricante efectuando la sustitución aproximadamente en los intervalos indicados en la tabla.

Temperatura del aceite [°C]	Intervalos de lubricación [h]	
	Aceite mineral	Aceite sintético
< 65	8000	25000
65 - 80	4000	15000
80 - 95	2000	12500

4 SELECCIÓN

4.1 Selección de un motorreductor

- Determinar el factor de servicio f_s como se ha descrito anteriormente.
- Calcular la potencia requerida en el eje de entrada del reductor.

$$P_{r1} = \frac{M_{r2} \times n_2}{9550 \times \eta_d} \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

- En el capítulo: "Datos técnicos de los motorreductores" seleccionar de la tabla correspondiente, una potencia normalizada P_n tal que cumpla:

$$P_n \geq P_{r1} \quad (6)$$



Si no se indica de forma distinta, la potencia P_n indicada en el catálogo está referida al servicio continuo S1. Para motores utilizados en condiciones distintas de S1, será necesario identificar el tipo de servicio previsto en las Normas CEI 2-3/IEC 34-1.

Particularmente, para servicios de S2 a S8 y para tamaño de motor igual o inferior a 132, es posible obtener un incremento sobre la potencia prevista para el servicio continuo, debiendo satisfacer la condición:

$$P_n \geq \frac{P_{r1}}{f_m} \quad (7)$$

El factor de incremento f_m se obtiene de la tabla siguiente.

Relación de intermitencia

$$I = \frac{t_f}{t_f + t_r} \times 100 \quad (8)$$

t_f = tiempo de funcionamiento con carga constante

t_r = tiempo de reposo

	SERVICIO						
	S2			S3*			S4 - S8
	Duración del ciclo [min]			Relación de intermitencia (I)			
	10	30	60	25%	40%	60%	Contactar
f_m	1.35	1.15	1.05	1.25	1.15	1.1	

* De todos modos, la duración del ciclo deberá ser igual o inferior a 10 minutos; si fuese superior, consultar al Servicio Técnico de Bonfiglioli Riduttori.

Finalmente, en la sección correspondiente a la potencia instalada P_n seleccionar el motorreductor que desarrolle la velocidad más próxima a la n_2 deseada para la cual el factor de seguridad S sea igual o superior al factor de servicio f_s .

$$S \geq f_s \quad (9)$$

El factor de seguridad queda así definido:

$$S = \frac{M_{n2}}{M_2} = \frac{P_{n1}}{P_1} \quad (10)$$



En la tabla de selección de los motorreductores, el acoplamiento está diseñado para motores de 2, 4 y 6 polos, alimentados a 50 Hz.

Para velocidades distintas de funcionamiento, la selección debe efectuarse según los datos nominales correspondientes a los reductores.

4.2 Selección de un reductor

a) Determinar el factor de servicio f_s

b) Determinar el par de cálculo M_{c2} , con la relación:

$$M_{c2} = M_{r2} \times f_s \quad (11)$$

c) Calcular la relación de Transmisión:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (12)$$

d) En el capítulo “Datos técnicos de los reductores” determinar el tamaño del reductor que, para la velocidad de funcionamiento n_1 y para la relación $[i]$ más próxima a la calculada, ofrezca un par nominal que satisfaga la siguiente Condición:

$$M_{n2} \geq M_{c2} \quad (13)$$

Verificar la compatibilidad del motor seleccionado en el párrafo “Predisposiciones Motor”.



5 VERIFICACIÓN

Una vez realizada la selección del reductor, o motorreductor, es oportuno realizar las siguientes Verificaciones:

a) Par máximo

En general, el par máximo (entendido como pico de carga instantáneo) aplicable al reductor, no deberá superar el 300 % del par nominal M_{n2} ; por lo tanto, se ha de verificar que este límite no sea superado adoptando, si fuese necesario, los dispositivos adecuados para la limitación del par. Para los motores trifásicos de doble polaridad, es necesario prestar una atención especial al par de conmutación instantánea, que se genera en la conmutación de la alta velocidad a la baja, por cuanto puede ser decisivamente más elevado que el propio par máximo. Un método simple y económico de reducir este par, es el alimentar durante la conmutación, con solamente dos fases el motor (el tiempo de alimentar con dos fases, puede estar regulado con un temporizador):

Par de conmutación	
$Mg_2 = 0.5 \times Mg_3$	
Mg_2	Par de conmutación alimentando 2 fases
Mg_3	Par de conmutación alimentando 3 fases

b) Cargas radiales

Verificar que las cargas radiales que actúan sobre los ejes de entrada y/o salida, se encuentren comprendidas dentro de los valores admitidos en el catálogo. Si fuesen superiores, aumentar el tamaño del reductor o modificar el apoyo de la carga. Recordamos que todos los valores indicados en el catálogo están referidos a las cargas aplicadas en el punto medio de la parte externa del eje, por lo que en fase de verificación, es indispensable tener presente esta condición, procediendo, en caso necesario, a determinar con las fórmulas adecuadas la carga admisible a la distancia x a la que se aplica la carga.

c) Cargas axiales

También, las eventuales cargas axiales deben ser comparadas con las admisibles. En el caso de cargas axiales muy elevadas o combinadas con cargas radiales, se recomienda consultar con nuestro Servicio Técnico.

d) Arranques / hora

Para servicios distintos de S1, con un número elevado de arranques / hora, se deberá tener en cuenta un factor Z (se determina con las indicaciones expuestas en el capítulo de motores) que define el número máximo de arranques específico para la aplicación requerida.

6 INSTALACION

6.1 Especificación de carácter general

a) Asegurarse que la fijación del reductor sea suficiente rígida para evitar cualquier vibración. Sí se prevén choques, sobrecargas prolongadas o posibles bloqueos es conveniente la instalación de acoplamientos hidráulicos, embragues, limitadores de par, etc.

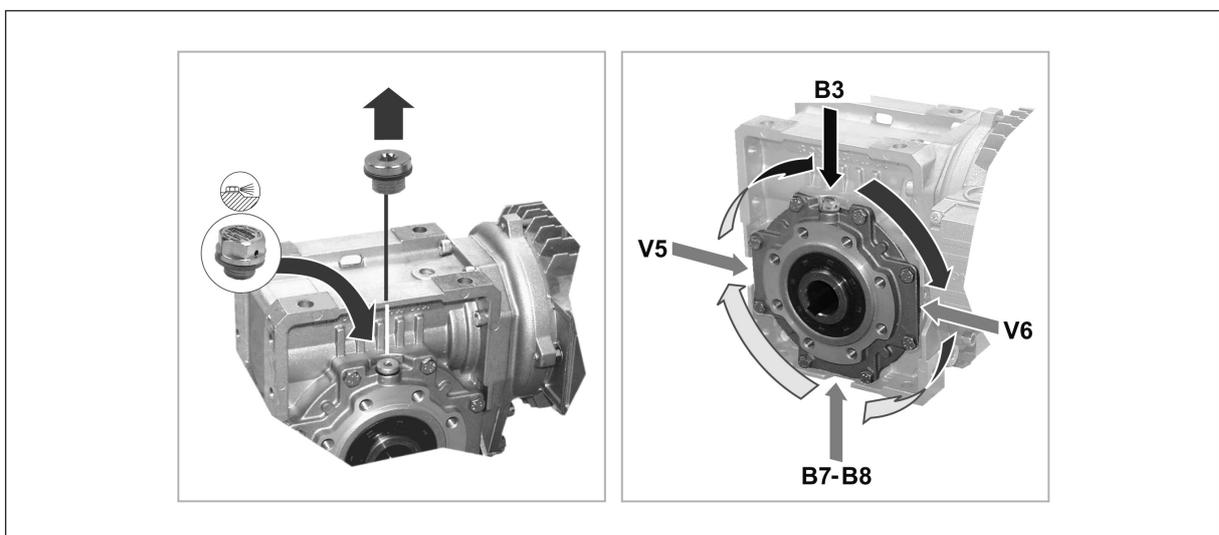


- b) Antes del eventual pintado, proteger las superficies mecanizadas y el labio de los retenes para evitar el contacto de la goma con el disolvente, perjudicando la integridad del propio retén.
- c) Los órganos que se hayan de calar en los ejes de salida del reductor, han de mecanizarse con tolerancia ISO H7 para evitar el acoplamiento excesivamente forzado que, en la fase de montaje, pudiera dañar irreparablemente el propio reductor. Además, para el montaje y desmontaje de estos órganos, se aconseja el uso tirantes y extractores adecuados utilizando el taladro roscado situado en el extremo de los ejes.
- d) Las superficies de contacto deberán estar limpias y tratadas, antes del montaje, con los productos protectores adecuados evitando la oxidación y el consiguiente bloqueo de las piezas.
- e) Antes de la puesta en servicio del reductor, asegurarse que la máquina que lo incorpora esté de acuerdo con las disposiciones de la Directiva Máquina 89/392 y sucesivas actualizaciones.
- f) Antes de la puesta en marcha de la máquina, cerciorarse que la posición del nivel de lubricante esté de acuerdo con la posición de montaje del reductor y que la viscosidad sea la adecuada al tipo de carga.
- g) En el caso de instalación al aire libre, es necesario aplicar protecciones adecuadas con la finalidad de evitar la exposición directa a los agentes atmosféricos y la radiación solar.

6.2 Puesta en servicio reductores serie W

Los grupos W63, W 75, y W 86 se suministran con una tapa lateral orientable, dotada de tapón ciego por exigencias del Transporte. Antes de la puesta en servicio de los aparatos este tapón debe ser sustituido por el tapón de respiración suministrado con cada unidad.

Ver figura:



En la orientación B6, por el contrario, el tapón ciego NO debe ser sustituido por el tapón de respiración.



7 ALMACENAJE

Para un correcto almacenaje de los productos es necesario respetar las reglas siguientes:

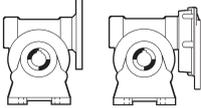
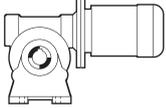
- a) Excluir las zonas al aire libre, zonas expuestas a la intemperie o con humedad Excesiva.
- b) Evitar el contacto directo con el pavimento, interponiendo siempre bases de madera o similares.
- c) Para periodos de almacenaje y paradas prolongadas, las superficies de unión como bridas, ejes y acoplamientos, deberán protegerse con productos antioxidantes adecuados (Mobilarma 248 o equivalente). En este caso el reductor deberá situarse con el tapón de respiración en la posición más alta y lleno totalmente de aceite. Antes de su puesta en marcha, deberá restablecerse el nivel en los reductores con la cantidad correcta y el tipo de lubricante previsto.

8 CONDICIONES DE SUMINISTRO

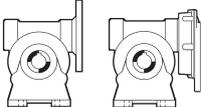
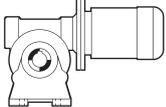
Los reductores se suministran como sigue:

- a) preparados para su instalación en la posición de montaje especificada en el Pedido.
- b) verificados de acuerdo con las especificaciones internas;
- c) con las superficies de acoplamiento sin pintar;
- d) equipados con las tuercas y espárragos de montaje, previstos para el montaje de los Motores;
- e) equipados con protecciones de material plástico en los Ejes;
- f) provistos con cáncamos de elevación (donde esté previsto).

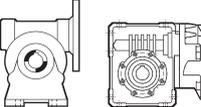
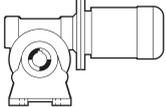
**40 TABLA DE SELECCIÓN MOTORREDUTOR****0.12 kW**

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 	
4.7	98	300	VFR 49_300	P63 BN63A4	
5.8	89	240	VFR 49_240	P63 BN63A4	
6.7	83	210	VFR 49_210	P63 BN63A4	
7.8	76	180	VFR 49_180	P63 BN63A4	
10.4	64	135	VFR 49_135	P63 BN63A4	
14.0	41	100	VF 49_100	P63 BN63A4	VF 49_100 P63 K63A4
17.5	37	80	VF 49_80	P63 BN63A4	VF 49_80 P63 K63A4
20.0	34	70	VF 49_70	P63 BN63A4	VF 49_70 P63 K63A4
23.3	31	60	VF 49_60	P63 BN63A4	VF 49_60 P63 K63A4

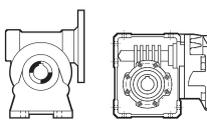
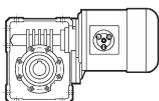
0.18 kW

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 	
7.8	112	180	VFR 49_180	P63 BN63B4	
10.4	95	135	VFR 49_135	P63 BN63B4	
14.0	61	100	VF 49_100	P63 BN63B4	
17.5	54	80	VF 49_80	P63 BN63B4	VF 49_80 P63 K63B4
20.0	49	70	VF 49_70	P63 BN63B4	VF 49_70 P63 K63B4
23.3	45	60	VF 49_60	P63 BN63B4	VF 49_60 P63 K63B4

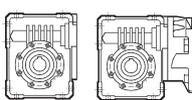
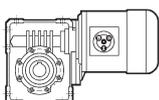
0.25 kW

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 	
4.7	214	300	WR 63_300	P71 BN71A4	
5.8	192	240	WR 63_240	P71 BN71A4	
7.3	170	192	WR 63_192	P71 BN71A4	
10.4	136	135	WR 63_135	P71 BN71A4	
12.3	121	114	WR 63_114	P71 BN71A4	
14.0	82	100	VF 49_100	P71 BN71A4	
17.5	72	80	VF 49_80	P71 BN71A4	
20.0	66	70	VF 49_70	P71 BN71A4	
23.3	61	60	VF 49_60	P71 BN71A4	VF 49_60 P71 K71A4

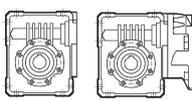
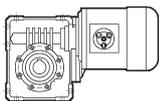
0.37 kW

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 		
4.7	382	300	WR 86_300	P71	BN71B4	
5.8	306	240	WR 75_240	P71	BN71B4	
7.3	290	192	WR 86_192	P71	BN71B4	
7.8	257	180	WR 75_180	P71	BN71B4	
9.3	226	150	WR 75_150	P71	BN71B4	
10.4	204	135	WR 63_135	P71	BN71B4	
12.3	181	114	WR 63_114	P71	BN71B4	
14.0	133	100	W 63_100	P71	BN71B4	W 63_100 S1 M1SD4
17.5	108	80	VF 49_80	P71	BN71B4	
20.0	98.3	70	VF 49_70	P71	BN71B4	
23.3	90.5	60	VF 49_60	P71	BN71B4	

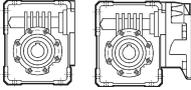
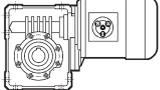
0.55 kW

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 		
4.7	559	300	WR 86_300	P80	BN80A4	
5.8	483	240	WR 86_240	P80	BN80A4	
7.3	423	192	WR 86_192	P80	BN80A4	
7.8	376	180	WR 75_180	P80	BN80A4	
8.3	383	168	WR 86_168	P80	BN80A4	
9.3	331	150	WR 75_150	P80	BN80A4	
10.1	330	138	WR 86_138	P80	BN80A4	
11.7	287	120	WR 75_120	P80	BN80A4	
14.0	194	100	W 63_100	P80	BN80A4	W 63_100 S1 M1LA4
17.5	170	80	W 63_80	P80	BN80A4	W 63_80 S1 M1LA4
21.9	148	64	W 63_64	P80	BN80A4	W 63_64 S1 M1LA4
23.3	148	60	W 75_60	P80	BN80A4	W 75_60 S1 M1LA4

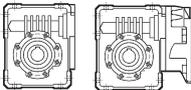
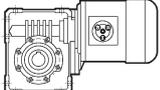
0.75 kW

n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 		
7.3	568	192	WR 86_192	P80	BN80B4	
8.3	514	168	WR 86_168	P80	BN80B4	
9.3	444	150	WR 75_150	P80	BN80B4	
10.1	443	138	WR 86_138	P80	BN80B4	
11.7	386	120	WR 75_120	P80	BN80B4	
14.0	281	100	W 75_100	P80	BN80B4	W 75_100 S2 M2SA4
17.5	241	80	W 75_80	P80	BN80B4	W 75_80 S2 M2SA4
21.9	199	64	W 63_64	P80	BN80B4	W 63_64 S2 M2SA4
23.3	199	60	W 75_60	P80	BN80B4	W 75_60 S2 M2SA4

**1.1 kW**

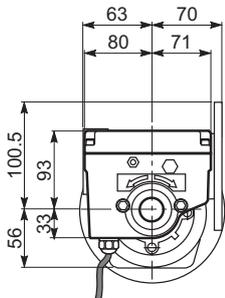
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 		
10.1	652	138	WR 86_138	P90	BN90S4	
11.7	594	120	WR 86_120	P90	BN90S4	
14.0	443	100	W 86_100	P90	BN90S4	W 86_100 S2 M2SB4
17.5	384	80	W 86_80	P90	BN90S4	W 86_80 S2 M2SB4
21.9	326	64	W 86_64	P90	BN90S4	W 86_60 S2 M2SB4

1.5 kW

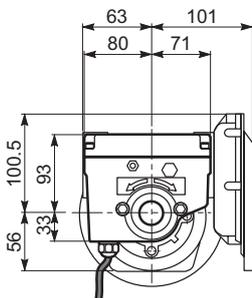
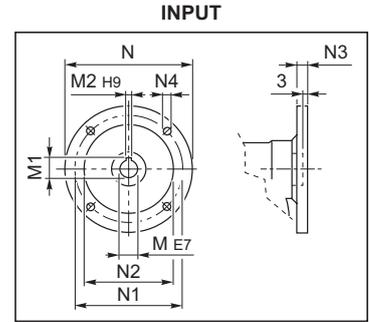
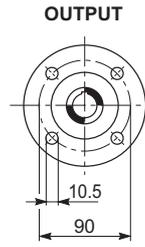
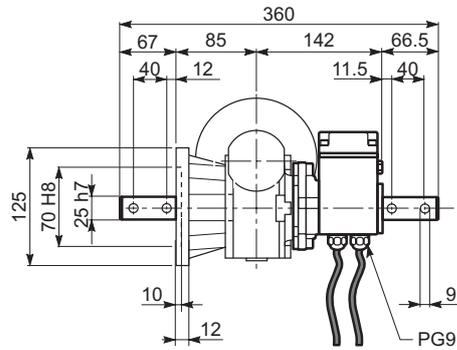
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	i		IEC 		
11.7	816	120	WR 86_120	P90	BN90LA4	
17.5	527	80	W 86_80	P90	BN90LA4	W 86_80 S3 M3SA4
21.9	448	64	W 86_64	P90	BN90LA4	W 86_60 S3 M3SA4

41 DIMENSIONES

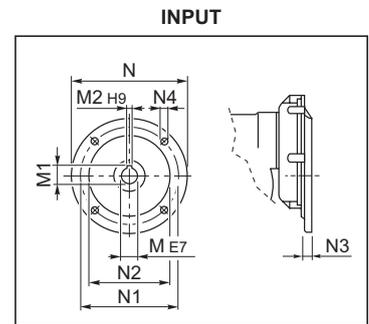
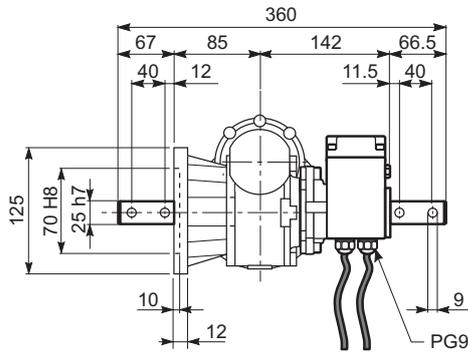
VF 49_F - VFR 49_F



VF 49_F



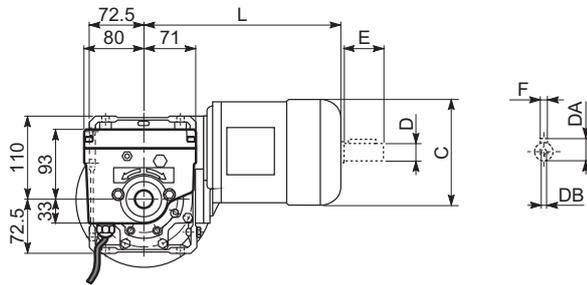
VFR 49_F



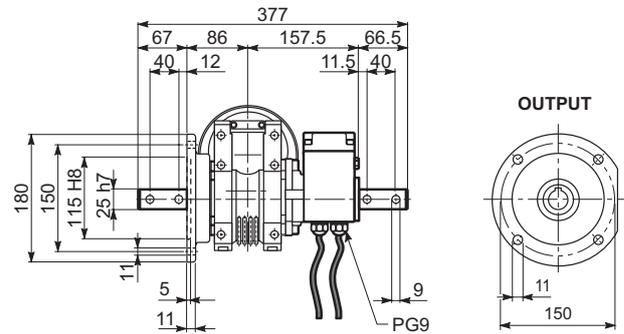
	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4
VF 49_P 63	11	12.8	4	140	115	95	10.5	9.5
VF 49_P 71	14	16.3	5	160	130	110	10.5	9.5
VFR 49_P 63	11	12.8	4	140	115	95	11	M8x19



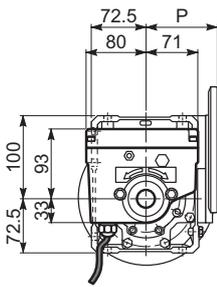
W 63 UFC_M - W 63 UFC - WR 63 UFC



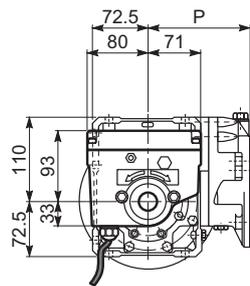
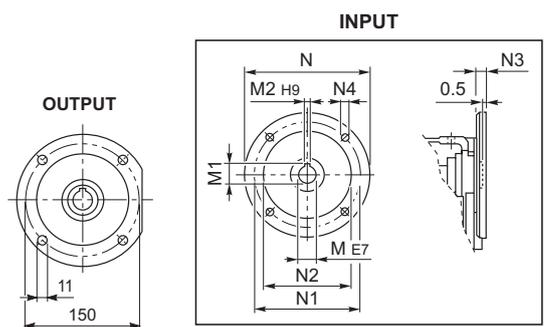
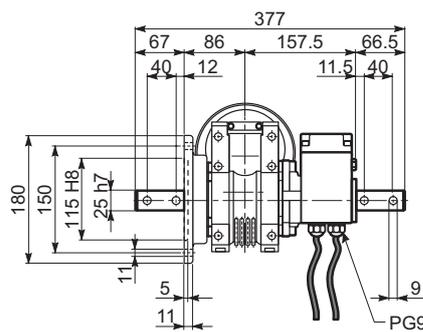
W 63 UFC_M



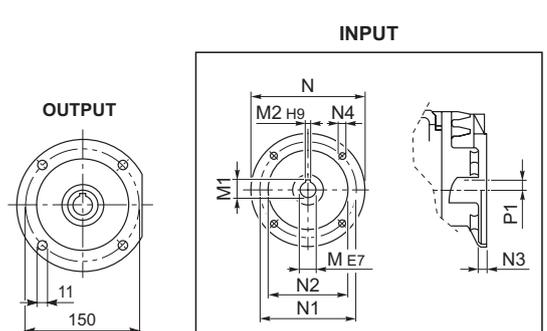
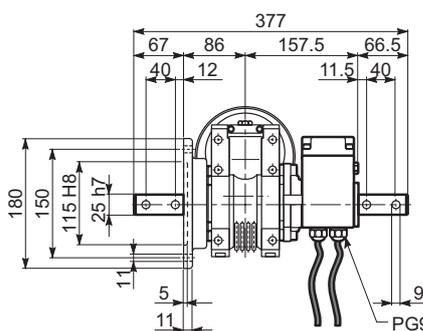
	C	D	DA	DB	E	F	L
W 63_S1 M1L	138	14	16	M5	30	5	289
W 63_S2 M2S	156	19	21.5	M6	40	6	317



W 63 UFC



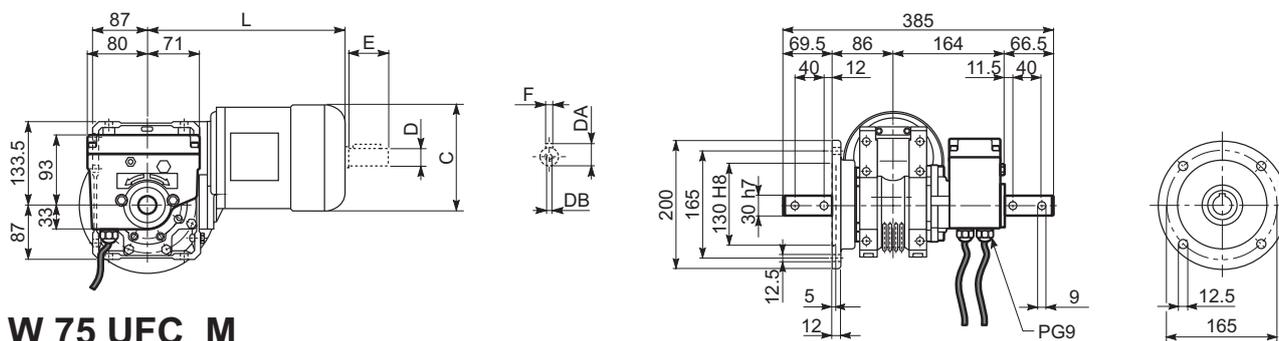
WR 63 UFC



	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4	P	P1
W 63_P 71	14	16.3	5	160	130	110	11	9	95	-
W 63_P 80	19	21.8	6	200	165	130	12	11.5	102	-
W 63_P 90	24	27.3	8	200	165	130	12	11.5	102	-
WR 63_P 63	11	12.8	4	140	115	95	10	M8x10	133.5	11.42
WR 63_P 71	14	16.3	5	160	130	110	10	M8x10	133.5	11.42

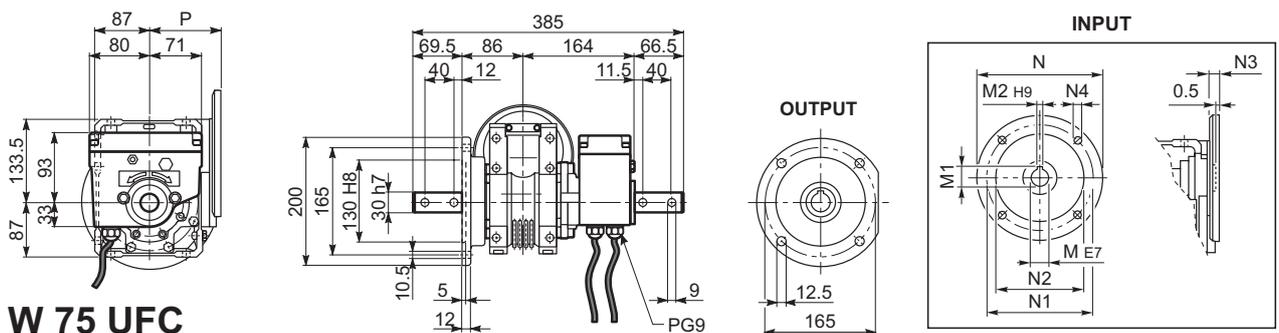


W 75 UFC_M - W 75 UFC - WR 75 UFC

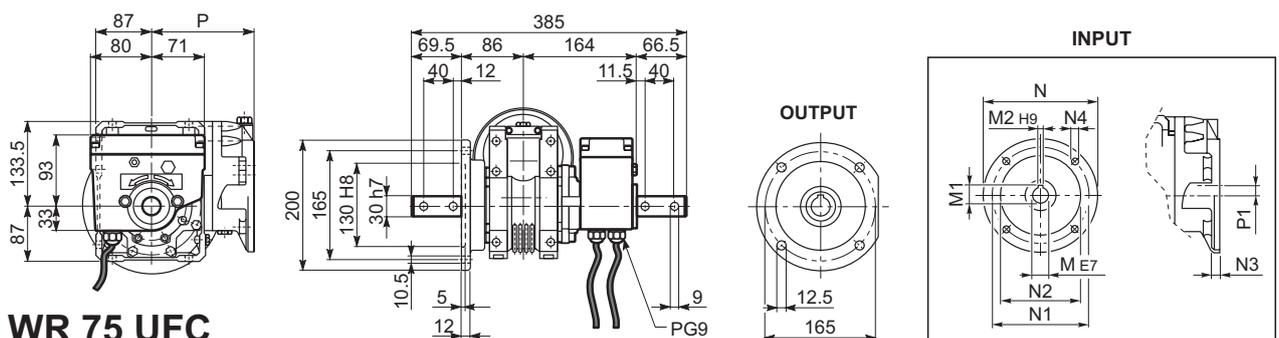


W 75 UFC_M

	C	D	DA	DB	E	F	L
W 75_S1 M1L	138	14	16	M5	30	5	308
W 75_S2 M2S	156	19	21.5	M6	40	6	333
W 75_S3 M3S	193	28	31	M10	60	8	376
W 75_S3 M3L	193	28	31	M10	60	8	408



W 75 UFC

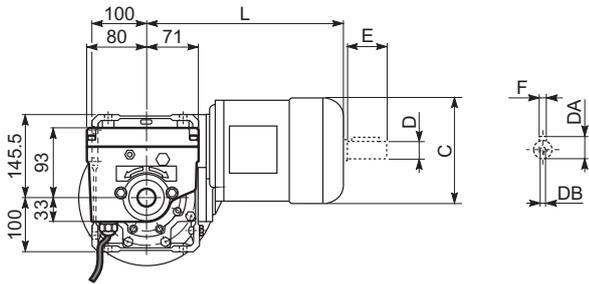


WR 75 UFC

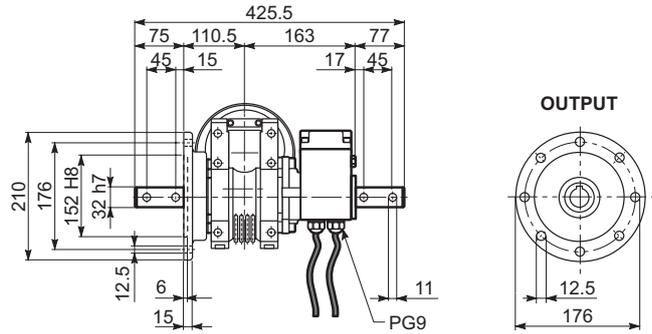
	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4	P	P1
W 75_P 71	14	16.3	5	160	130	110	11	9	112	-
W 75_P 80	19	21.8	6	200	165	130	12	11.5	112	-
W 75_P 90	24	27.3	8	200	165	130	12	11.5	112	-
WR 75_P 63	11	12.8	4	140	115	95	10	M8x10	152	23.53
WR 75_P 71	14	16.3	5	160	130	110	10	M8x10	152	23.53
WR 75_P 80	19	21.8	6	200	165	130	12	M10x13	163.5	11
WR 75_P 90	24	27.3	8	200	165	130	12	M10x13	163.5	11



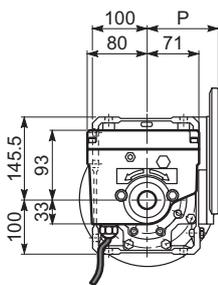
W 86 UFC_M - W 86 UFC - WR 86 UFC



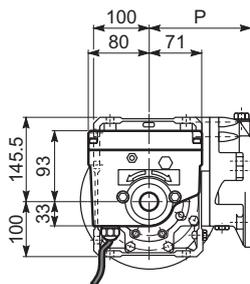
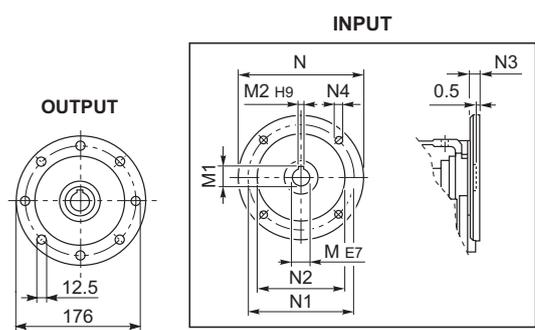
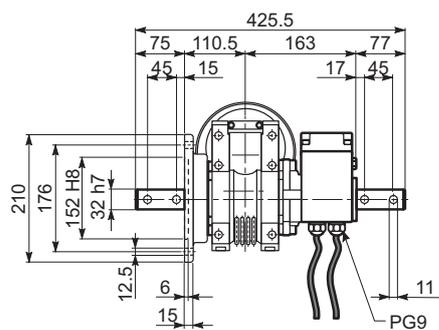
W 86 UFC_M



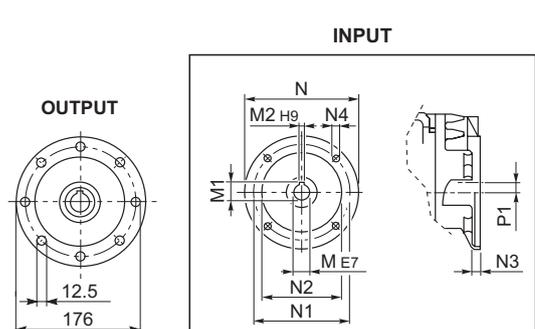
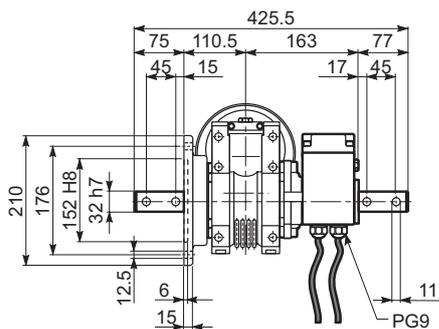
	C	D	DA	DB	E	F	L
W 86_S1 M1L	138	14	16	M5	30	5	324
W 86_S2 M2S	156	19	21.5	M6	40	6	349
W 86_S3 M3S	193	28	31	M10	60	8	392
W 86_S3 M3L	193	28	31	M10	60	8	424



W 86 UFC



WR 86 UFC



	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4	P	P1
W 86_P 71	14	16.3	5	160	130	110	11	9	128	-
W 86_P 80	19	21.8	6	200	165	130	12	11.5	128	-
W 86_P 90	24	27.3	8	200	165	130	12	11.5	128	-
WR 86_P 63	11	12.8	4	140	115	95	10	M8x10	168	35.4
WR 86_P 71	14	16.3	5	160	130	110	10	M8x10	168	35.4
WR 86_P 80	19	21.8	6	200	165	130	12	M10x13	179.5	22.9
WR 86_P 90	24	27.3	8	200	165	130	12	M10x13	179.5	22.9

8. Reenvío

Formas constructiva básicas:

relación:
1/1

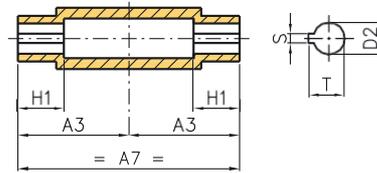
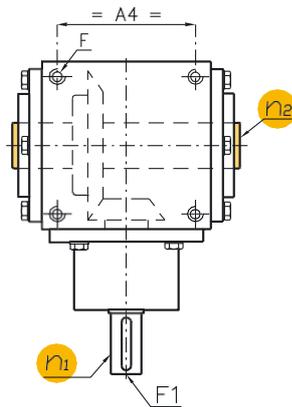
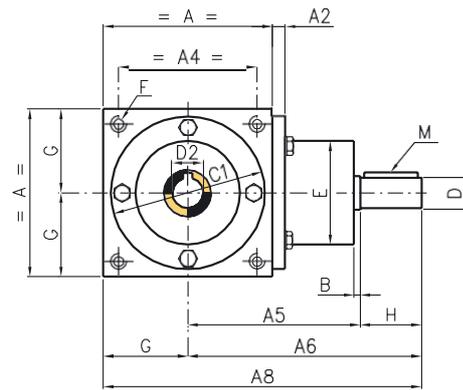
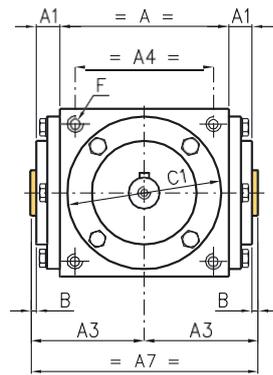


C1

relación:
1/1,5 - 1/2 - 1/3 - 1/4



C2



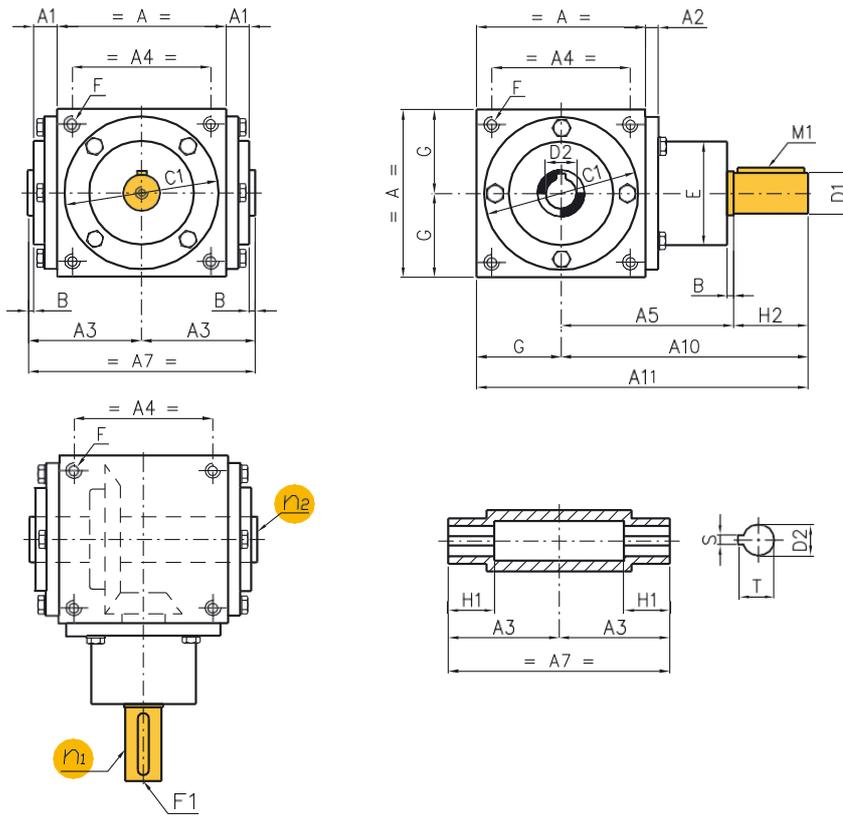
Reenvío con eje hueco RC

Modelo XRC*

Tamaño	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A1	8,5	15	15	18	21	23	22	30	35
A2	10	10	8	9	11	11	11	15	20
A3	37	60	72	87	106	125	150	210	295
A4	44	70	90	114	144	174	216	320	450
A5	72	84	110	132	152	182	218	330	415
A6	95	114	150	182	217	267	318	450	585
A7	74	120	144	174	212	250	300	420	590
A8	122	157	205	249	300	367	443	625	835
B	1,5	2	2	2	2	2	3	5	10
C1 Ø f7	53	84	100	122	156	185	230	345	485
D Ø h7	11	16	20	24	32	42	55	65	120
D2 Ø H7	12	16	20	24	32	42	55	80	120
E Ø	52,8	59	68	80	107	120	152	240	320
F	M4x12	M8x20	M10x25	M10x25	M12x30	M14x35	M16x40	M20x60	M30x80
F1	M4x10	M6x12	M8x20	M8x20	M10x25	M10x25	M12x25	M12x25	M20x50
G	27	43	55	67	83	100	125	175	250
H	23	30	40	50	65	85	100	120	170
H1	22	30	30	35	45	50	55	65	100
M	4x4x20	5x5x25	6x6x35	8x7x45	10x8x60	12x8x80	16x10x90	18x11x110	32x18x150
S	4	5	6	8	10	12	16	22	32
T	13,8	18,3	22,8	27,3	35,3	45,3	59,3	85,4	127,4

* Modelo XRC: versión de acero inoxidable





Formas constructivas básicas:

relación:
1/1



C1

relación:
1/1,5 - 1/2 - 1/3 - 1/4



C2

Reenvío de eje hueco con cuello reforzado RR

Modelo XRR*

Tamaño	86	110	134	166	200	250	350	500
A	86	110	134	166	200	250	350	500
A1	15	15	18	21	23	22	30	35
A2	10	8	9	11	11	11	15	20
A3	60	72	87	106	125	150	210	295
A4	70	90	114	144	174	216	320	450
A5	84	110	132	152	182	218	330	415
A7	120	144	174	212	250	300	420	590
A10	134	165	197	242	292	358	500	625
A11	177	220	264	325	392	483	675	875
B	2	2	2	2	2	3	5	10
C1 Ø f7	84	100	122	156	185	230	345	485
D1 Ø h7	24	26	32	45	55	70	85	140
D2 Ø H7	16	20	24	32	42	55	80	120
E Ø	59	68	80	107	120	152	240	320
F	M8x20	M10x25	M10x25	M12x30	M14x35	M16x40	M20x60	M30x80
F1	M6x12	M8x20	M8x20	M10x25	M10x25	M12x25	M12x25	M20x50
G	43	55	67	83	100	125	175	250
H1	30	30	35	45	50	55	65	100
H2	50	55	65	90	110	140	170	210
M1	8x7x40	8x7x45	10x8x55	14x9x80	16x10x100	20x12x120	22x14x150	36x20x200
S	5	6	8	10	12	12	22	32
T	18,3	22,8	27,3	35,3	45,3	59,3	85,4	127,4

* Modelo XRR: versión de acero inoxidable

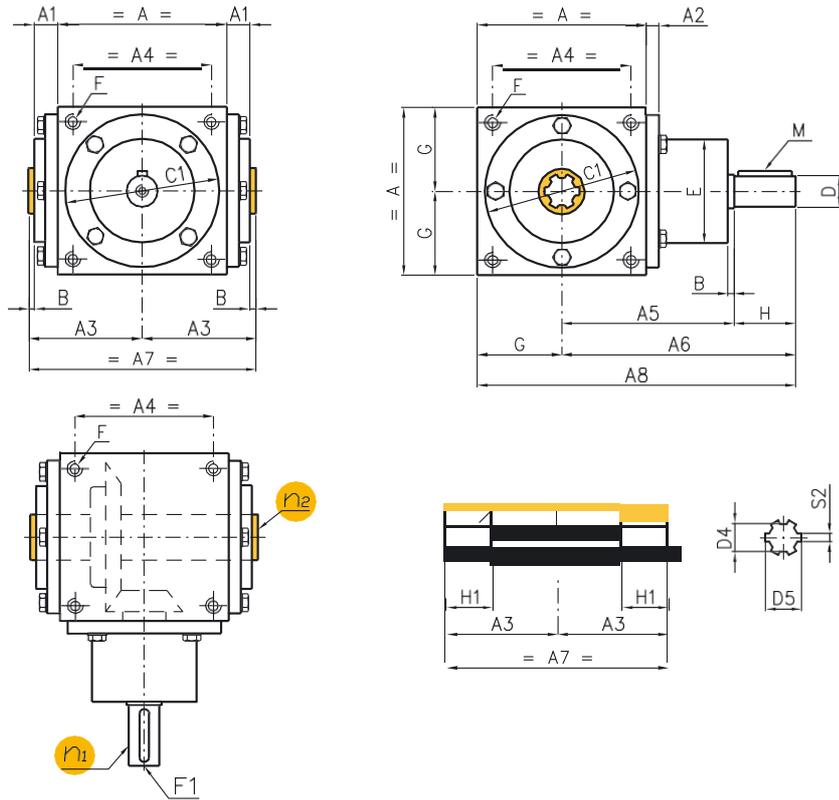
Formas constructivas básicas:

relación:



relación:

1/1,5 - 1/2 - 1/3 - 1/4



Reenvío de eje hueco brochado RB

Modelo XRB*

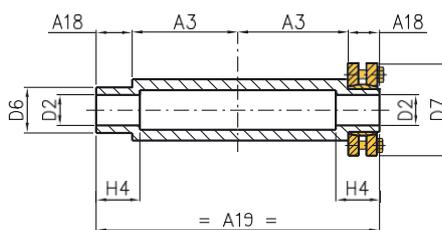
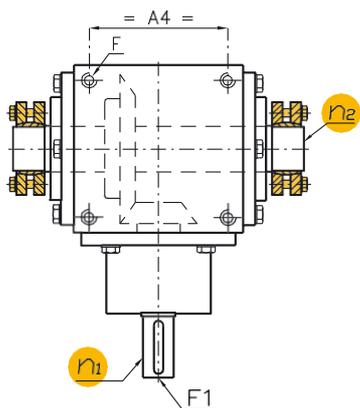
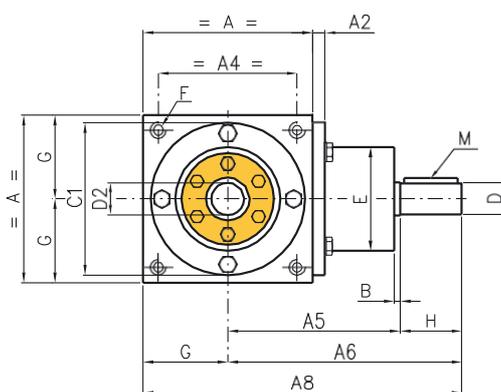
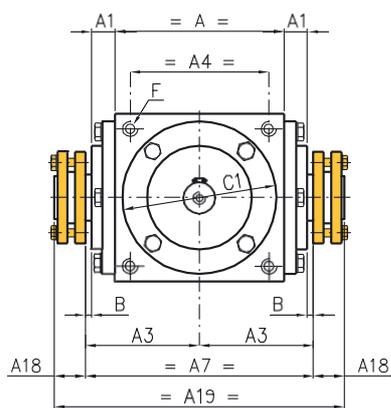
Tamaño	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A1	8,5	15	15	18	21	23	22	30	35
A2	10	10	8	9	11	11	11	15	20
A3	37	60	72	87	106	125	150	210	295
A4	44	70	90	114	144	174	216	320	450
A5	72	84	110	132	152	182	218	330	415
A6	95	114	150	182	217	267	318	450	585
A7	74	120	144	174	212	250	300	420	590
A8	122	157	205	249	300	367	443	625	835
B	1,5	2	2	2	2	2	3	5	10
C1 Ø f7	53	84	100	122	156	185	230	345	485
D Ø h7	11	16	20	24	32	42	55	65	120
D4 Ø H7	11	13	18	21	28	36	46	72	102
D5 Ø H10	14	16	22	25	34	42	54	82	112
E Ø	52,8	59	68	80	107	120	152	240	320
F	M4x12	M8x20	M10x25	M10x25	M12x30	M14x35	M16x40	M20x60	M30x80
F1	M4x10	M6x12	M8x20	M8x20	M10x25	M10x25	M12x25	M12x25	M20x50
G	27	43	55	67	83	100	125	175	250
H	23	30	40	50	65	85	100	120	170
H5	13	15	20	25	30	35	40	50	65
M	4x4x20	5x5x25	6x6x35	8x7x45	10x8x60	12x8x80	16x10x90	18x11x110	32x18x150
S2 H9	3	3,5	5	5	7	7	9	12	16
Nº ranuras	6	6	6	6	6	8	8	10	10
Eje broch. UNI 8953 NT	6x11x14	6x13x16	6x18x22	6x21x25	6x28x34	8x36x42	8x46x54	10x72x82	10x102x112

El eje brochado que se debe acoplar al eje hueco del reenvío angular debe respetar las siguientes uniones de tolerancia, según sea fijo o corredizo.

Tamaño	54	86	110	134	166	200	250	350	500
Unión corrediza									
D5 a11	14	16	22	25	34	42	54	82	112
D4 f7	11	13	18	21	28	36	46	72	102
S2 d10	3	3,5	5	5	7	7	9	12	16
Unión fija									
D5 a11	14	16	22	25	34	42	54	82	112
D4 h7	11	13	18	21	28	36	46	72	102
S2 h10	3	3,5	5	5	7	7	9	12	16

* Modelo XRB: versión de acero inoxidable





Formas constructivas básicas:

relación:
1/1



C1

relación:
1/1,5 - 1/2 - 1/3 - 1/4



C2

Reenvío de eje hueco con bujes RA

Modelo XRA*

Tamaño	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A	54	86	110	134	166	200	250	350	500
A1	8,5	15	15	18	21	23	22	30	35
A2	10	10	8	9	11	11	11	15	20
A3	37	60	72	87	106	125	150	210	295
A4	44	70	90	114	144	174	216	320	450
A5	72	84	110	132	152	182	218	330	415
A6	95	114	150	182	217	267	318	450	585
A7	74	120	144	174	212	250	300	420	590
A8	122	157	205	249	300	367	443	625	835
A18	15	23	23	25	30	32	35	50	75
A19	104	166	190	224	272	314	370	370	740
B	1,5	2	2	2	2	2	3	5	10
C1 Ø f7	53	84	100	122	156	185	230	345	485
D Ø h7	11	16	20	24	32	42	55	65	120
D2 Ø H7	12	16	20	24	32	42	55	80	120
D6 Ø h7	14	24	24	30	44	50	68	100	160
D7 Ø	38	50	50	60	80	90	115	170	265
E Ø	52,8	59	68	80	107	120	152	240	320
F	M4x12	M8x20	M10x25	M10x25	M12x30	M14x35	M16x40	M20x60	M30x80
F1	M4x10	M6x12	M8x20	M8x20	M10x25	M10x25	M12x25	M12x25	M20x50
G	27	43	55	67	83	100	125	175	250
H	23	30	40	50	65	85	100	120	170
H4	22	30	30	35	45	50	55	65	90
M	4x4x20	5x5x25	6x6x35	8x7x45	10x8x60	12x8x80	16x10x90	18x11x110	32x18x150

Tamaño	54	86	110	134	166	200	250	350	500
Momento torsor Mt [daNm]	5	12	21	30	62	138	250	900	2860
Fuerza axial Fa [daN]	900	1900	2700	2900	6400	9200	10600	24000	51000
Apriete N° tornillos	4xM5	6xM5	6xM5	7xM5	7xM6	8xM6	10xM6	12xM8	12xM12
Par [daNm]	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	1,2	1,2	3	10

* Modelo XRA: versión de acero inoxidable

Al lado se reproducen los valores características para cada buje.

ANEXO III
Presupuesto

El presupuesto que se presenta se enfoca como una aproximación estimada en función a los costes reales habitualmente vistos en el mercado.

Se estructurara por bloques, perteneciendo estos a materiales en función a la parte de la maquina donde ira situado, mano de obra y servicios subcontratados. Como se muestra en la siguiente tabla de referencias.

CAP.1 BANCADA

CAP.2 BASTIDOR Y CINTA DE CHARNELAS

CAP.3 REENVÍO Y SINFIN

CAP.4 SISTEMA MOTRIZ

CAP.5 AJUSTE DE FORMATO

CAP.6 TRANSMISIONES POR ENGRANAJES

CAP.7 RUEDA CON BRAZOS

CAP.8 SEGURIDADES

CAP.9 MANO DE OBRA Y SUBCONTRATACIONES

RESUMEN PRESUPUESTO

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP. 1 BANCADA

1.1. Perfil cuadrado 40x40x2	4357mm	0,016€/mm	72,61
1.2. Perfil rectangular 60x40x2	1640mm.	0,002€/mm	32,80
1.3. Chapa L. en frio 40x40x3	4 uds.	1,50	6,00
1.4. Patas de apoyo	4 uds.	10,00	40,00

TOTAL CAP.1 BANCADA.....151,41€

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe [€]
-------------	----------	-----------------	----------------

CAP.2 BASTIDOR Y CINTA DE CHARNELAS

2.1. Chapa plegada AISI 316. 900x127x3	2 uds.	95,00€/ud.	190,00
2.2. Angulo 35x35x3mm	0,254m.	5,00€/m	1,27
2.3. Varillas 15mm	2ud.	2€/ud.	4,00
2.4. Rodamiento UCF 205 95x95	1 ud.	31,37€/ud.	31,37
2.5. Rodamientos UCP 200	2 ud.	28,76€/ud.	57,52
2.6. Eje 20mm mecanizado	1 ud.	33,00€/ud.	33,00
2.7. Rodillos charnela z-19	2 ud.	29,58€/ud.	59,16
2.8. Charnelas 82,5mm	2,177m	30€/m	65,31

TOTAL CAP. 2 BASTIDOR Y CINTA DE CHARNELAS..... 441,63€

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP. 3 REENVÍO Y SINFIN

3.1. Reenvío 1:2	1 ud.	155,00€/ud.	155,00
3.2. Sin fin con eje.	1 ud.	1.000,00€/ud.	1.000,00
3.3. Casquillo	1 ud.	2,50€/ud.	2,50
3.4. Soporte casquillo	1 ud.	10,00€/ud.	10,00
3.5. Chapa plegada. Soporte reenvío	1 ud.	38,97€/ud.	38,97
3.6. Eje entrada reenvío	1 ud.	53,84€/ud.	53,84

TOTAL CAP.3 REENVÍO Y SINFIN..... 1.260,31€

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP. 4 SISTEMA MOTRIZ

4.1. Motor trifásico 0,55kW	1 ud.	100,39€/ud.	100,39
4.2. Reductora i24	1 ud.	98,00€/ud.	98,00
4.3. Acoplamiento	1 ud.	68,79€/ud.	68,79
4.4. Eje 25mm salida reductora	1 ud.	57,09€/ud.	57,09

TOTAL CAP. 4 SISTEMA MOTRIZ..... 283,27€

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP.5 AJUSTE DE FORMATO

5.1. Perfil cuadrado 40x40x2	769mm.	0,016€/mm	12,30
5.2. Perfil 32x32x1,5	0,302m.	15,00€/m	4,53
5.3. Angulo 35x35x3mm	0,160m.	5,00€/m	0,80
5.4. Rodamientos UCP 200	2 ud.	28,76€/ud.	57,52
5.5. Eje 25mm rueda con brazos	1 ud.	68,00€/ud.	68,00
5.6. Cilindro roscado	1 ud.	5,00€/ud.	5,00
5.7. Eje 20mm para piñón tensor	1 ud.	37,50€/ud.	37,50
5.8. Casquillo	2 uds.	2,50€/ud.	5,00
5.9. Rodamiento UCFE205	1 ud.	31,37€/ud.	31,37

TOTAL CAP.5 AJUSTE DE FORMATO..... 222,02€

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP.6 TRANSMISIONES POR ENGRANAJES

6.1. Piñón ½" z=13	4 uds.	27,35	109,40
6.2. Piñón ½" z=52	1 ud.	83,17	83,17
6.3. Cadena ½"	1,5m	20€/m	30,00
6.4. Casquillo	1 ud.	2,50€/ud.	2,50

TOTAL CAP. 6 TRANSMISION POR ENGRANAJES..... 225,07€

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe [€]
-------------	----------	-----------------	----------------

CAP. 7 RUEDA CON BRAZOS

7.1. Disco polímero	1 ud.	200,00€/ud.	200,00
7.2. Pisón plástico mecanizado	8 ud.	60,00	480,00
7.3. Muelle	8 ud.	2,56€/ud.	20,48
7.4. Varilla mecanizada	8 ud.	14,65€/ud.	117,20

TOTAL CAP. 7 RUEDA CON BRAZOS..... 817,68€

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe [€]
-------------	----------	-----------------	----------------

CAP. 8 SEGURIDADES

8.1. Angulo 35x35x3mm	6m	5,00€/m	30,00
8.2. Láminas de policarbonato	4 uds.	14,64	58,56
8.3. Finales de carrera de seguridad	4 uds.	12.83	51,32
8.4. Certificado CE	1 ud.	200,00	200,00

TOTAL CAP. 8. SEGURIDADES.....339,88€

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Importe [€]
-------------	----------	-------------------------------	----------------

CAP. 9 MANO DE OBRA Y SUBCONTRATACIONES

9.1. Montaje mecánico	80 horas	11,50	920,00
9.2. Montaje eléctrico	8 horas	11,50	92,00
9.3. Diseño del sistema eléctrico	32 horas	20,00	640,00

TOTAL CAP. 9 MANO DE OBRA.....1.652,00

RESUMEN PRESUPUESTO

1. Bancada	151,41
2. Bastidor y cinta de charnelas	441,63
3. Reenvío y sinfín	1260,31
4. Sistema motriz	283,27
5. Ajuste de formato	222,02
6. Transmisión por engranajes	225,07
7. Rueda con brazos	817,68
8. Seguridad	339,88
9. Mano de obra y subcontratas	1652,00

TOTAL PRESUPUESTO..... 5.393,37€

IVA (21%).....1.132,6€

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....6.525,97€