

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD
REGIONAL VENADO TUERTO



PROYECTO FINAL DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA
N° 41

TÍTULO:
LÍNEA DE PELETIZACIÓN DE MARLOS DE
ESPIGA DE MAIZ.

Integrantes:

- Dell'Elce Cristian Ezequiel.
- Bonifazi Emiliano Rubén.

Director:

- Dr. Ing. Jacinto Diab.

Profesores:

- Ing. Daniel Ali.
- Ing. Daniel Ferreyra.



AÑO: 2019.

INDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA.

INTRODUCCION

Ante la necesidad de emplear nuevas formas de energías renovables, limpias y amigables con el medioambiente, se ha procedido a realizar la producción de energía limpia mediante la utilización de marlos de maíz. El sistema servirá para abaratar notablemente los costos en la producción de calor.

El siguiente proyecto tiene como objetivo el diseño y cálculo de una línea de producción de pellet, utilizando parte de la estructura orgánica del cultivo como fuente de energía, logrando aprovechar de manera eficiente sus propiedades energéticas.

Los puntos a diseñar y calcular son los siguientes:

- Diseño completo de los equipos en software SolidWorks.
- Cálculo de la máquina de peletización.
- Cálculo del sistema de alimentación, tornillo sinfín.
- Cálculo del sistema de extracción, cinta transportadora.

Seleccionaremos:

- Sistema adecuado de peletizado.
- Motorreductores Eléctricos.
- Rodamientos, obturaciones, elementos de protección mecánica.
- Dispositivos eléctricos de maniobra, comando, y protección.

INDICE:

INTRODUCCION.....7

CAPITULO I: GENERALIDADES.

1.1- Energías renovables..... 9

1.1.2- Iniciativa en el uso y desarrollo de energías limpias en Argentina. 9

1.2- La biomasa.....10

1.2.1- Clasificación.....11

1.2.2- Actualidad.....12

1.3- La materia prima.....12

1.3.1- Características del pellet.....13

1.3.2- Usos del Pellet.....15

1.3.3- Ventajas y desventajas del pellet.....16

1.3.4- Pellets en la actualidad: Evolución y consumo.16

CAPITULO II: EQUIPO DE PELETIZADO

2.1- Proceso de peletización..... 18

2.1.2- Características determinantes del proceso de peletizado.....19

2.1.2.1- Acción de la temperatura.....20

2.1.3- Prensa de matriz anular.....21

2.1.4- Prensa de matriz plana.....22

2.1.5- Selección del sistema de peletizado.....23

2.2- Cálculos y diseños del equipo de peletización.....23

2.2.1- Dimensiones del Rodillo24

2.2.2-	Cálculo de volumen de pellet obtenido por revolución.	25
2.2.3-	Cálculo del eje porta rodillo.....	26
2.2.3.1-	Cálculos de esfuerzos estáticos.....	28
2.2.3.2-	Dimensión del eje porta rodillo.....	32
2.2.3.3-	Selección de rodamiento.....	33
2.2.4-	Cálculo del eje porta matriz.....	35
2.2.4.1-	Cálculos de esfuerzos estáticos.....	36
2.2.4.2-	Dimensión del eje porta rodillo.....	39
2.2.3.3-	Selección de rodamiento	40
2.2.5-	Cálculo de chaveta eje porta matriz.....	43
2.2.6-	Cálculo de bulones fusibles.....	45
2.2.7-	Limitador de torque.....	46

CAPITULO III: TRANSPORTADOR HELICOIDAL

3-	Introducción.....	47
3.1-	Principio de funcionamiento.....	47
3.2-	Cálculo.....	48
3.2.1-	Selección de Motorreductor.....	49
3.2.2-	Cálculo de velocidad.....	49
3.2.3-	Cálculo de potencia requerida.....	51
3.2.4-	Cálculo de ejes.....	54
3.2.5-	Determinamos momento estático.....	56
3.2.6-	Cálculo de chaveta.....	65
3.2.7-	Selección de rodamientos.....	66

INTRODUCCIÓN

CAPITULO IV: CINTA TRANSPORTADORA

4.1- Cálculo de carga	70
4.2- Cálculo de velocidad.....	71
4.3- Cálculo potencia	72
4.4- Selección de la banda.....	73
4.2.1- Cálculo de chaveta.....	74

CAPITULO V: TABLERO ELÉCTRICO

5.1- Selección gabinete.....	75
5.2.1- Peleteadora	76
5.2.2- Selección de arranque Motorreductor máquina peleteadora.....	77
5.2.3- Cinta transportadora.....	77
5.3- Transportador helicoidal.....	78
5.4- Selección de comando	79
5.5- Selección de disyuntores diferenciales.....	79
5.6- Selección de jabalina.....	80
5.7- Selección de Fuente de alimentación de rele de comandos	81
5.8- Diagrama Unifilar.....	81
6- Calculo Económico.....	83
7- Conclusión.....	87
8- Recomendaciones.....	88
9- Anexo. Planimetría.	
10- Anexo. Tablas.	
11- Bibliografía.	

INTRODUCCIÓN

El peletizado, es un proceso de transformación de la materia prima, el cual consiste en aplicar presión sobre un material, en este caso lignocelulósico, mediante rodillos compactadores situados sobre la matriz dotada de orificios de salida. La presión ejercida por los rodillos unidos al rozamiento del material con la matriz, provoca su calentamiento y aglomeración forzada del material, además se eliminan alcoholes, humedad y el aire que posee el material, obteniendo finalmente, un producto que aumenta sus kilocalorías por unidad volumen.

El pellet obtenido, se utilizará como biocombustible para uso doméstico con el fin de acondicionar térmicamente ambientes mediante el uso de calderas y estufas. En el sector industrial se podrá utilizar como fuente de energía para la generación de vapor.

Los niveles productivos del peletizado, pueden variar de algunos pocos kilogramos por hora a toneladas por hora, por lo cual también es adecuado para la producción en baja escala.

El sistema además se encuentra constituido por un transportador helicoidal encargado de suministrar la materia prima previamente acondicionada al equipo de peletizado y una cinta transportadora encargada de la extracción del pellet para su posterior almacenamiento.

Ante la iniciativa del grupo de investigación sobre pellet de marlo de maíz, de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, de construir una maquina peleteadora prototipo. Orientamos el proyecto a tal objetivo.

El presente proyecto ha de definir:

La biomasa como fuente de energía, así como sus diferentes orígenes y usos.

El proceso de fabricación del pellet, su situación y evolución.

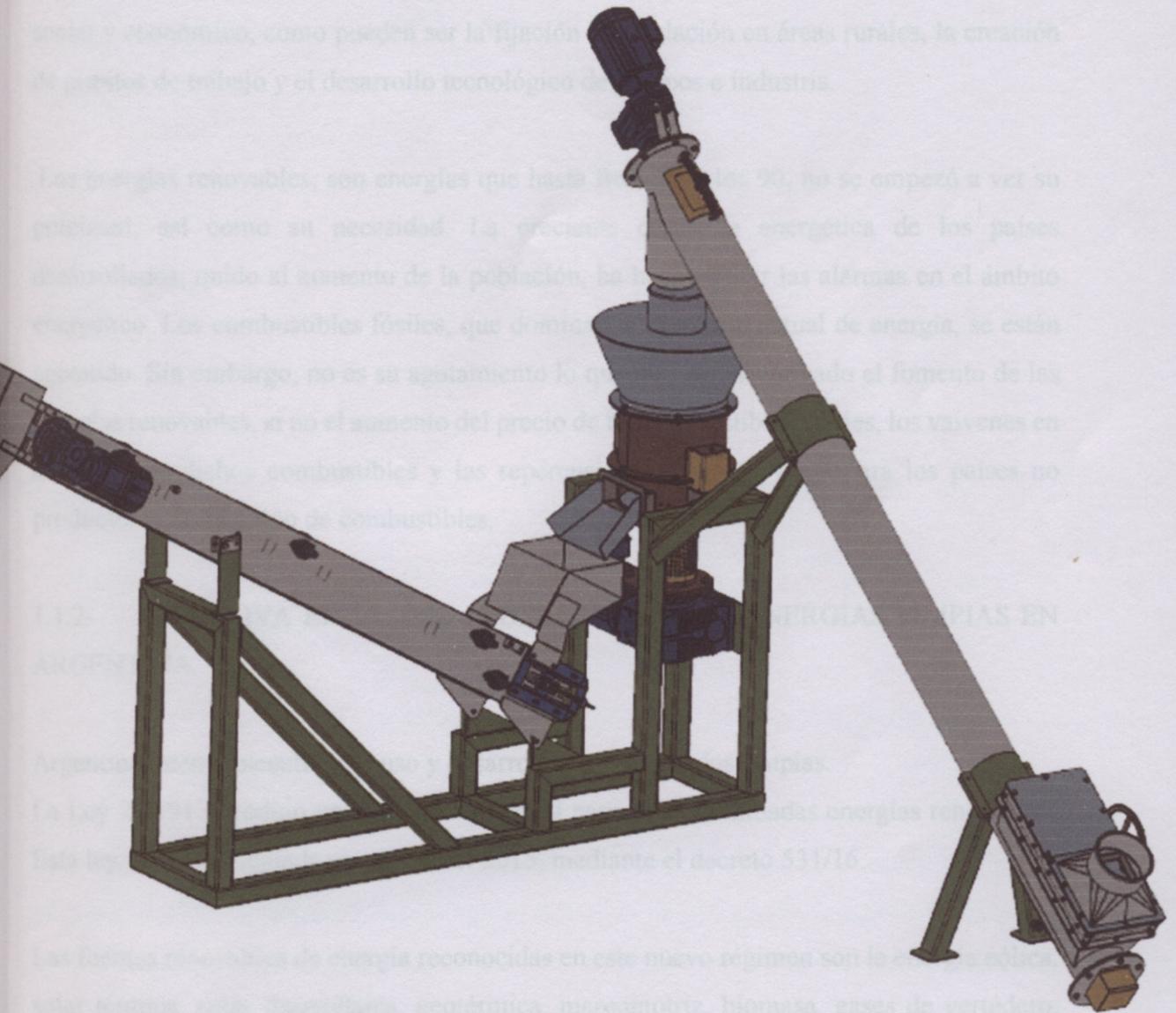
Los diferentes equipos que hacen posible el proceso de fabricación, seleccionando los más adecuados en función de las características y aplicación.

CAPÍTULO GENERALIDADES

ENERGÍAS RENOVABLES

Se definen energías renovables aquellas fuentes de energía que utilizan cualquier recurso natural de origen no fósil ni nuclear.

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



El potencial que ofrece nuestro país para el desarrollo de energías renovables no tiene límites. A partir de esta Ley se establecerán disposiciones beneficiosas para invertir en la generación y producción de energías renovables, con el objetivo de alcanzar el 8% del consumo total de

CAPITULO I: GENERALIDADES.

1.1- ENERGÍAS RENOVABLES.

Se define energías renovables aquellas fuentes de energía que utilizan cualquier recurso natural de origen no fósil ni nuclear.

Este tipo de energía además de considerarse inagotable, es más amigable con el medioambiente, a diferencia del petróleo y el carbón, y limita la emisión de gases de efecto invernadero. Otra razón o interés en el fomento de este tipo de energías es que es de carácter social y económico, como pueden ser la fijación de población en áreas rurales, la creación de puestos de trabajo y el desarrollo tecnológico de equipos e industria.

Las energías renovables, son energías que hasta finales de los 90, no se empezó a ver su potencial, así como su necesidad. La creciente demanda energética de los países desarrollados, unido al aumento de la población, ha hecho saltar las alarmas en el ámbito energético. Los combustibles fósiles, que dominan el consumo actual de energía, se están agotando. Sin embargo, no es su agotamiento lo que más ha incentivado el fomento de las energías renovables, si no el aumento del precio de los combustibles fósiles, los vaivenes en el precio de dichos combustibles y las repercusiones que esto tiene para los países no productores de este tipo de combustibles.

1.1.2- INICIATIVA EN EL USO Y DESARROLLO DE ENERGÍAS LIMPIAS EN ARGENTINA.

Argentina intenta incentivar el uso y desarrollo de las energías limpias.

La Ley 27.191 introdujo un nuevo marco legal para las denominadas energías renovables. Esta ley fue reglamentada en marzo del 2015, mediante el decreto 531/16.

Las fuentes renovables de energía reconocidas en este nuevo régimen son la energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, biomasa, gases de vertedero, gases de planta de depuración, entre otras.

El potencial que tiene nuestro país para el desarrollo de energías renovables no tiene límite.

A partir de esta ley se establecen importantes beneficios para invertir en la generación y producción de fuentes renovables, con el objetivo de alcanzar el 8% del consumo total de

energía eléctrica en Argentina para fines de 2017, para llegar en forma gradual al 20% a finales del 2025.

A fin de lograr este ambicioso plan, los denominados grandes usuarios, (aquellos con una demanda igual o mayor a 300KW), deberán alcanzar también un consumo de 8% del total en energías renovables hacia fines de 2017, y alcanzar gradualmente un 20% a finales de 2025. Los grandes usuarios podrán optar por autogenerar o comprar el suministro de energía renovable directamente al generador o a una distribuidora. De no cumplir con esta obligación, serán sancionados con importantes multas.

Con la promulgación de la ley de energías renovables (Ley 27.191), se establecieron los objetivos de generar el 8% (2018) y 20% (2025) del consumo nacional a partir de fuentes limpias, lo que supondría alcanzar los 10 GW de capacidad renovable instalada en el 2025.

Porcentaje del total de energía demandada

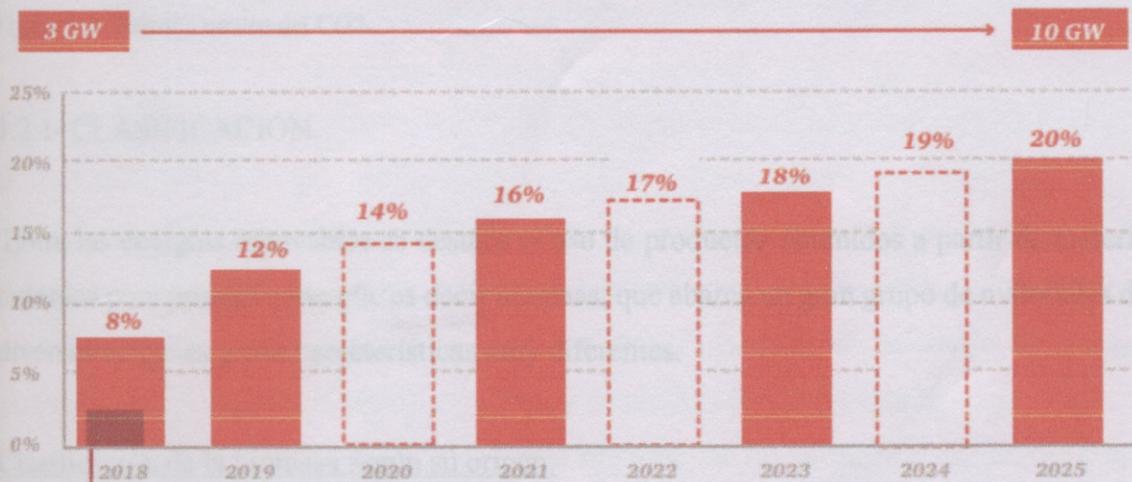


Figura 1.1: Porcentaje del total de la energía demandada.

1.2- LA BIOMASA.

Se define biomasa como todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización. Entre estos últimos estarían englobados el carbón, el petróleo y el gas, cuya formación y composición hace miles de años no es comparable con lo que llamamos “el balance neutro de la biomasa” en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o el petróleo.

La energía que contiene la biomasa es energía solar almacenada a través de la fotosíntesis, proceso por el cual algunos organismos vivos, como las plantas, utilizan la energía solar para convertir los compuestos inorgánicos que asimilan (como el CO_2) en compuestos orgánicos.

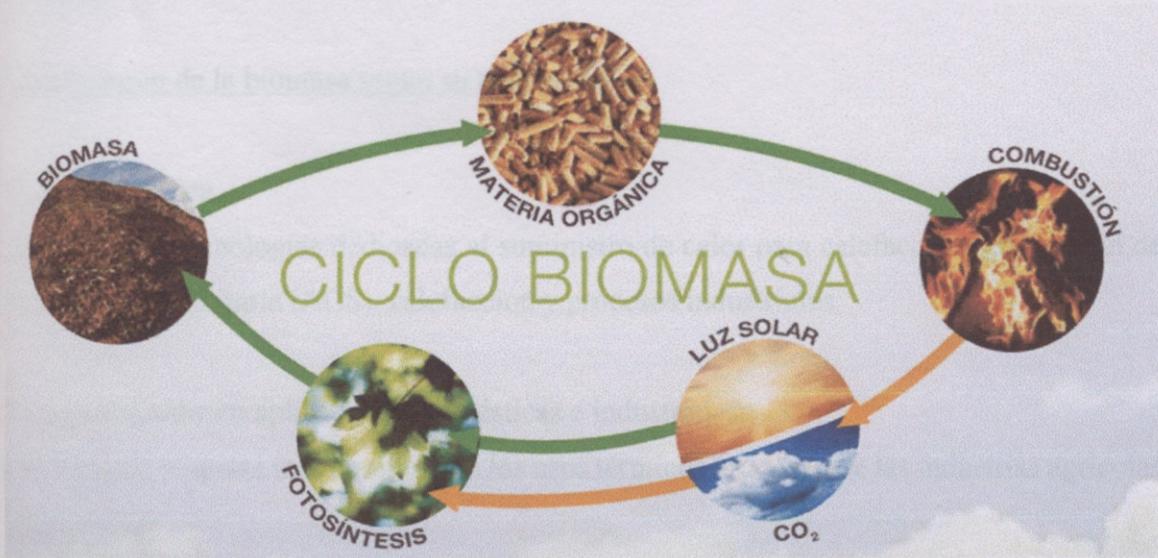


Figura 1.2: Balance neutro del CO_2 .

1.2.1- CLASIFICACIÓN.

Entre las energías renovables se destaca el uso de productos obtenidos a partir de materia orgánica para producir energía, es decir biomasa, que abarca un gran grupo de materiales de diversos orígenes y con características muy diferentes.

Clasificación de la biomasa según su origen:

Forestal.

Sector productor de biomasa generada en los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales. Vinculado directamente con el sector forestal y sus actividades en los montes.

Agrícolas.

Sector productor de biomasa generada en las labores de cultivos agrícolas, leñosos y herbáceos, tanto en las labores de poda de árboles como en la cosecha y actividades de recogida de productos finales. Vinculado directamente con el sector agrícola y sus actividades.

Industrial forestal y agrícola.

Sector productor de biomasa a partir de los productos, subproductos y residuos generados en las actividades industriales forestales y agrícolas.

También consideraremos la biomasa de parte de la materia prima recuperada.

Cultivos energéticos.

Sector productor de biomasa a partir de cultivos y/o aprovechamientos de especies vegetales destinadas específicamente a la producción para uso energético.

Clasificación de la biomasa según su aplicación:

Biomasa térmica.

Se utiliza en tecnologías dedicadas al suministro de calor para calefacción, generación de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y procesos industriales.

Se puede dividir en aplicaciones domésticas e industriales.

Los tipos de biomasa más comunes en los usos térmicos proceden de las industrias agrícolas y forestales.

Estos materiales se pueden transformar en pellets.

1.2.2- ACTUALIDAD

En la actualidad, el aumento en los precios de los combustibles y la inestabilidad que da depender de los mismos, así como la necesidad de autosuficiencia energética y los objetivos medioambientales (cada vez más necesarios), han impulsado el desarrollo de nuevos proyectos de generación de energía eléctrica y de producción de energía térmica.

Esto, unido al desarrollo tecnológico de la biomasa en los últimos años, presenta una perspectiva de crecimiento importante de la Argentina.

El creciente interés que tiene la población, cada vez más concientizada ecológicamente, en la biomasa térmica doméstica, como medio para climatizar viviendas mediante el uso de calderas de biomasa, ha promovido la producción de pellet.

1.3- LA MATERIA PRIMA

El pellet es un biocombustible estandarizado, de geometría cilíndrica el cual obtendremos a partir de la compresión del marlo de maíz previamente acondicionado.

Al estar compuesto solo de marlo, su balance de CO₂ durante su combustión es neutro, ya que el CO₂ desprendido durante la combustión es el mismo que absorben las plantas durante la fotosíntesis.

El proceso de fabricación se realiza mediante prensado, siendo la propia lignina del marlo la que actúa de aglomerante. No necesita pegamento ni ninguna otra sustancia aglutinante, manteniendo de esta forma su carácter ecológico.

1.3.1- CARACTERÍSTICA DEL PELLETT

Forma y tamaño.

El pellet tiene forma cilíndrica y su tamaño es menor que otros combustibles densificados como las briquetas para así facilitar su uso y automatización.

El diámetro del pellet no debe superar los 25mm., siendo los más habituales entre 5 y 22 mm. De la misma forma, la longitud también es variable, entre 10 y 35 mm.

Densidad.

La principal característica de los pellets es su mayor densidad respecto a otros tipos de biomasa, facilitando así su uso y manejo.

La densidad específica no es una variable que se pueda modificar, como si ocurre con la humedad, depende del material de origen. Cuanto más denso sea este, más resistencia ofrece a su compresión, obligando así a ejercer una mayor compresión, para obtener un buen nivel de compactación.

La densidad promedio suele estar entre 700 y 900 Kg./m³.

Humedad.

La humedad del pellet es muy importante desde el punto de vista energético, ya que un alto contenido en humedad equivale a un bajo poder calorífico.

De la misma forma, un bajo contenido de humedad influye en la buena compactación del pellet, que es el objetivo buscado, un alto contenido en humedad hace del pellet un producto compacto, y con facilidad de que rompa o quiebre.

Del mismo modo, un alto contenido en humedad producirá:

Mayor cantidad de volátiles

Mayor cantidad de ceniza.

Menor eficiencia en las estufas, y mayor desgaste de las mismas.

Friabilidad.

Se relaciona con la capacidad del pellet para resistir los golpes y la abrasión sin que se desmoronen durante el proceso de manufactura, empaquetado, transporte y uso del consumidor.

La friabilidad del pellet se considera en dos casos:

Resistencia al golpeteo en el movimiento de pellets.

La resistencia a desmenuzarse (friabilidad), cuando el pellet está en el hogar, horno o parrilla, también friabilidad en la combustión.

Para evaluar la friabilidad de los pellets se proponen dos métodos ensayos:

Método del golpe contra el suelo.

Método basado en la rotura de pellets por golpeteo contra el suelo, que consiste en dejar caer sobre suelo cerámico, desde una altura de 100mm., 100 pellets y contar el número de pellets que se rompen en 2, 3, 4, 5, etc. trozos. Y a partir de esos resultados obtener un índice de friabilidad.

Basado en la rotura de pellets por golpeteo entre ellos.

Consiste en introducir en un recipiente de dimensiones normalizadas, pellets enteros, contando el número de pellets introducidos al inicio del ensayo (NI) y tenerlos vibrando un tiempo determinado, en condiciones también normalizadas, en dicho recipiente. Pasado ese tiempo se cuenta el número de pellets finales (NF).

El cociente $FR = NF/NI$ es una medida de friabilidad. El valor de FR es siempre mayor o igual a 1.

La friabilidad en combustión se puede medir en:

Minutos.

Son los minutos que transcurren hasta que el pellet se desmenuza, en las condiciones de ensayo establecidas.

Se mide por un índice, si se calcula el número de pellets desmenuzados en un tiempo dado en condiciones de combustión normalizadas y se compara ese número con el número de pellets introducidos en el hogar antes de la combustión.



Figura 4.1. Pellets.

En la actualidad los combustibles que se utilizan masivamente en los hogares son los combustibles fósiles (gas natural y gasoil), habiendo desplazado a la leña y al carbón. La facilidad de los combustibles fósiles en lo que a su gestión y automatización se refieren, les dan una ventaja fundamental sobre el resto de combustibles.

Es por esto que con el pellet se busca obtener, un producto que manteniendo su naturaleza sólida y dimensiones normalizadas, se logre transportar en camiones con carga y descarga a través de tuberías y su uso en estufas y calderas pueda ser regulado con precisión. Con el propósito de que este pueda asemejarse al de un fluido, disminuyendo la ventaja que hasta ahora tenían los combustibles fósiles.

El poder calorífico del producto obtenido podrá variar según su humedad, proceso de densificación, etc. Un pellet de buena calidad tendrá un poder calorífico neto entre 4.000 - 4.500 kcal/kg

1.3.2- USOS DEL PELLET

La función principal de los pellets se basa en la producción de calor. El calor puede utilizarse tanto para calefacción, agua caliente sanitaria o vapor, pudiendo aplicarse estas funciones en calderas, estufas, piscinas climatizadas o cualquier actividad industrial que requiera la generación del calor.

Una de las aplicaciones más habituales, es en la generación de calor en estufas y calderas de biomasa. Gracias a estos productos biodegradables, se puede generar calor y tener calefacción en hogares y locales de la manera más sustentable.

1.3.3- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PELLETT

Ventajas del pellet.

- Es un combustible económico.
- La mayoría de las estufas y calderas de pellet están totalmente automatizadas, por lo que funcionan sin necesidad de nuestra intervención, de forma que estas autorregulan su potencia y se encienden y apagan solas.
- Al tener mucha densidad y estar en formato granulado ocupan muy poco espacio y se pueden transportar fácilmente como si se tratara de un líquido.
- No contamina, ya que es biomasa de CO₂ neutro, lo que ayuda a evitar la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Es 100 % natural, por lo tanto, no es peligroso ni produce malos olores como el gas oil.
- No produce humo, por lo que las estufas y calderas de pellets únicamente necesitan una salida de gases, no una chimenea grande como la de las estufas de leña.
- No caduca, mientras lo guarde en un lugar seco puede aguantar todo el tiempo que quiera sin perder sus cualidades.
- Pueden ser polivalentes.

Desventajas del pellet.

- Solo se aconseja usarlo en estufas o calderas especiales para pellets.
- El pellet ha de ser de calidad, ya que si se usan pellets de baja calidad se puede dañar la caldera o estufa.
- Tienen que guardarse en un lugar seco, ya que en contacto con el agua pierde sus propiedades.
- Requieren de espacio de almacenamiento.
- Los sistemas de calefacción son más costosos que los convencionales.

1.3.4- PELLETT EN LA ACTUALIDAD: EVOLUCIÓN Y CONSUMO EN EL MUNDO.

El número de iniciativas para fomentar la eficiencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles se dispara en todo el mundo. Ya no se trata de una estrategia contra el calentamiento global, ya que los precios del petróleo amenazan la rentabilidad de muchas actividades.

En países como España, la implantación de esta tecnología puede también tener efectos positivos en la lucha contra los incendios forestales y la deforestación. El mercado del pellet no ha despertado aún en España con la fuerza con que sí sucedió en otras zonas del mundo, pero aun así el fuerte potencial que tiene el país, hace pensar que las fábricas españolas puedan llegar a producir 1 millón de toneladas anuales en el 2020.

En el norte de Europa, en cambio hay un mercado amplio y a la vista de su estado de desarrollo, es muy probable que su irrupción sea inminente.

Si bien el rebrote del interés en pellet está por el momento confinado a un limitado número de mercados, las ventas han crecido espectacularmente durante la última década.

Adicionalmente, el uso de pellet se está implantando en sistemas de co-combustión en plantas de carbón y generación de energía eléctrica, por lo que su uso no se limita solamente al ámbito doméstico.

La capacidad de producción mundial de pellet supera ya los 30 millones de toneladas al año, lo que equivale a un potencial energético de 144 TWh. Y la inversión en nuevas plantas sigue aumentando.

En 2017 y 2018, Bioenergy International contabilizó más de 1000 plantas de pellet en todo el mundo, en su gran mayoría con fines energéticos.

Se observa la progresiva integración de grandes compañías en el negocio, pues ya existen 81 plantas con una capacidad superior a 100.000 t/año, y en total suman una capacidad de producción por encima de los 15 millones de toneladas, y existen proyectos en curso de plantas gigantescas, con capacidad de 900.000 t/año, como Vyborgskaya en Rusia.

Como conclusión contabilizando las 515 plantas con capacidad inferior a 100.000 t/año con un potencial productivo de 17,6 millones de toneladas de pellets al año, y las grandes compañías que integran el negocio, logran una capacidad total global de 30,6 millones de toneladas equivalente a 144 millones de Mwh, y que aproximadamente equivaldrían a 14 millones de metros cúbicos de petróleo, Datos obtenidos por Bioenergy International.

CAPITULO II: EQUIPOS

El presente proyecto incluye los siguientes componentes:

- Equipo de peletizado.
- Equipo de alimentación.
- Equipo de descarga.

EQUIPO DE PELETIZADO

Este equipo es el encargado de transformar la materia prima previamente acondicionada en pellet.

2.1- PROCESO DE PELETIZACIÓN

El peletizado consiste en aplicar presión sobre un material, en este caso lignocelulósico, mediante una serie de rodillos (de uno a seis) situados en una matriz metálica dotada de orificios de salida de calibre variable (de 5 mm. a 25 mm.) La presión ejercida por los rodillos unida al rozamiento del material con la matriz dotada de orificios de salida provoca su calentamiento y aglomeración forzada del material.

El proceso consiste en alimentar una prensa cilíndrica con los residuos biomásicos previamente acondicionados.

El pellet no es sencillo de obtener, ya que, para una correcta combustión y aprovechamiento de la caldera, es importante que el producto obtenido tenga una humedad reducida, y que sea homogéneo. El disponer de las máquinas adecuadas para dicho proceso marca la diferencia en la calidad del pellet obtenido.

En el proceso de densificación, no será necesario que utilicemos ningún componente aditivo, puesto que los propios componentes lignocelulósicos actúan como pegamento en el proceso de prensado, otorgando al pellet compactación y consistencia, además así se evita alterar las propiedades de la materia con agentes externos.

El pellet sale del canal de compactación, ya convertido en un producto compacto gracias a la presión ejercida y las fuerzas adhesivas de la propia materia prima y con forma de cilindros.

En lo que se refiere a los rodillos, se necesita un gran diámetro exterior para evitar el arrastre con la matriz asegurando su rodadura la cual garantiza la correcta compactación del molido de marlo para transformarlo en pellet y un rodamiento sólido para resistir los esfuerzos a los cuales son sometidos los rodillos.

La distancia entre la matriz y el rodillo afecta a la calidad del pellet, al desgaste de ambas y a la demanda energética del proceso, por tanto, este parámetro es de vital importancia en el funcionamiento de la peletidora.

Resumen de las características técnicas del pellet.

Densidad promedio (750 kg/m^3) muy superior a la de los combustibles no prensados de madera como las astillas (aproximadamente $200\text{-}300 \text{ kg/m}^3$). La elevada densidad les proporciona una ventaja con respecto al transporte y almacenamiento. Por otro lado, presentan una alta durabilidad, por lo que no se deterioran en su manejo.

Bajo contenido de humedad, en torno al 6-8 %.

Elevado poder calórico que depende de la materia, pero que, en la mayoría de los casos, alcanza valores en torno a $4.000 - 4.500 \text{ kcal/kg}$, debido a su alto grado de compactación y a su bajo contenido en humedad. Dos kilogramos de pellet equivalen aproximadamente a un litro de gas-oil.

Combustible económico.

Bajo contenido en cenizas (en torno al 0,5 %), por lo que se reducen las operaciones de limpieza y mantenimiento de los equipos.

Debido a su forma, tamaño y composición, los distintos tipos pellets son combustibles destinados para aplicaciones domésticas, residenciales e industriales.

2.1.2- CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DEL PROCESO DE PELETIZADO

Las características determinantes del proceso de peletización son los siguientes:

Para un correcto diseño del sistema de peletización, se deben considerar varios aspectos que pueden influir durante el proceso de compactación, los cuales pueden afectar de manera importante al producto terminado.

Las magnitudes físicas son las que deciden sobre el comportamiento de entrada del material, el rendimiento y la cantidad de gránulos, entre las más importantes podemos mencionar:

Presión axial, es determinada por el diseñador puesto que de esta dependerá el grado de compactación que tenga el pellet y la longitud de la matriz de peletizado.

Potencia motriz, de esta dependerá que durante el proceso de peletizado no sea interrumpido a causa de diferentes fuerzas generadas por la transmisión de movimientos y la fricción creada entre la materia prima y el mecanismo, este es uno de los factores principales para que la maquina tenga un grado de eficiencia satisfactorio.

Coeficiente de fricción, durante el proceso de compactación se van a crear varias fuerzas de fricción las mismas que producirán un aumento de temperatura en los diferentes componentes de la maquina peletizadora y a su vez serán transmitidos a la materia prima, entre las principales fuerzas de fricción tenemos:

- Superficie de rodillo – producto.
- Producto – superficie de matriz.
- Producto – canal de compactación.

Duración y mantenimiento de la presión.

El tiempo de aplicación de la presión es importante porque junto con la velocidad definen la profundidad de la matriz. Está en dependencia del contenido en sustancias ligantes de la materia prima. Si la materia prima tiene alto contenido en lignina, resinas o taninos, el tiempo necesario de presión es menor y por tanto la profundidad de la matriz.

Al ser más corta la profundidad de la matriz, también van a tener una longitud menor los pellets y con ello serán más resistentes.

2.1.2.1- ACCIÓN DE LA TEMPERATURA.

La hipótesis que justifica la acción de la temperatura se basa en las características de las ligninas: a temperaturas comprendidas entre los 80 °C y 200 °C, según las materias estudiadas, la lignina se reblandece, modifica su estructura y tras su enfriamiento, asegura una mayor unión de las partículas. En este sentido la lignina es considerada como una cola termoplástico natural.

Para poder realizar el trabajo de compactación de la biomasa en la actualidad existen dos tecnologías, su clasificación se basa en la forma de la matriz de extrusión, estas pueden ser:

Prensas de matriz anular.

Prensas de matriz plana.

2.1.3- PRENSA DE MATRIZ ANULAR

En este equipo la forma de la matriz es anular o en anillo. El sistema del mecanismo de compresión lo constituye un troquel sólido en cuyo margen giran de 1 a 3 rodillos de presión. Hoy en día existen equipos en los cuales, los rodillos y el troquel giran, generando elevadas fuerzas de fricción, las mismas que son transferidas en el proceso al material que está siendo peletizado (por ello la necesidad del enfriamiento de los pellets). Además del mecanismo de compresión, el sistema de alimentación es un factor de vital importancia, cuando el objetivo es obtener un alto rendimiento y un bajo desgaste en el equipo.

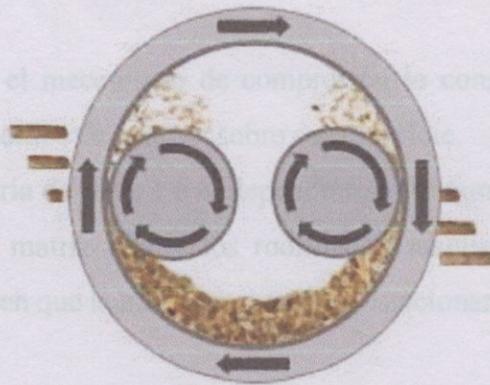


Figura. Esquema de sistema de matriz anular.

En aquellos equipos que cuentan solo con un rodillo, el material fluye dentro del troquel solamente por acción de la fuerza de gravedad o es transportado por un tornillo alimentador. En un equipo de dos o tres rodillos estacionarios, el sistema de alimentación más efectivo es realizado mediante un movimiento de tipo centrífugo, el cual dirige el material hacia los rodillos por medio del uso de alerones ajustables. El objetivo es extender el material como una capa sobre los agujeros del troquel y los rodillos.

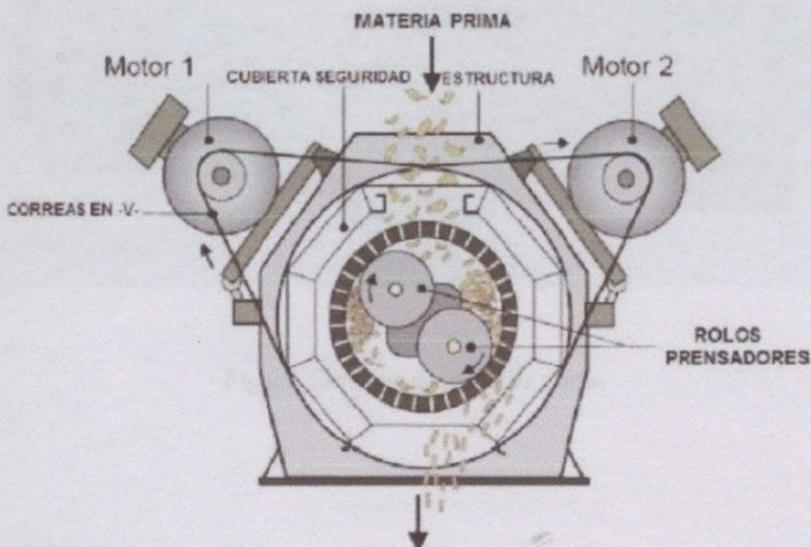


Figura. Mecanismo de peletizado con matriz anular.

Dentro de este tipo de prensa existen dos variantes.

En el primero la matriz anular es fija y los rodillos animados de un movimiento giratorio, empujan la materia a través de las numerosas hileras.

En el segundo los rodillos son fijos y es la matriz la que gira a alta velocidad, la velocidad de rotación de la matriz anular determina la longitud del pellet, recomendándose un máximo de 4 veces el diámetro.

2.1.4- PRENSA DE MATRIZ PLANA

En este tipo de prensa, el mecanismo de compresión lo constituye una matriz plana y redonda, equipada con rodillos de presión sobre su superficie.

El número de rodillos varía de entre 1 a 6, dependiendo del tamaño de la máquina.

En algunos modelos la matriz rota y los rodillos se mantienen estacionarios, aunque también existen modelos en que la matriz se mantiene estacionaria y los rodillos son los que rotan.

En la matriz, el material es alimentado solamente por la acción de la fuerza de gravedad.

Una de las ventajas de este tipo de sistema es la simplicidad al momento de su limpieza y cambio de piezas.

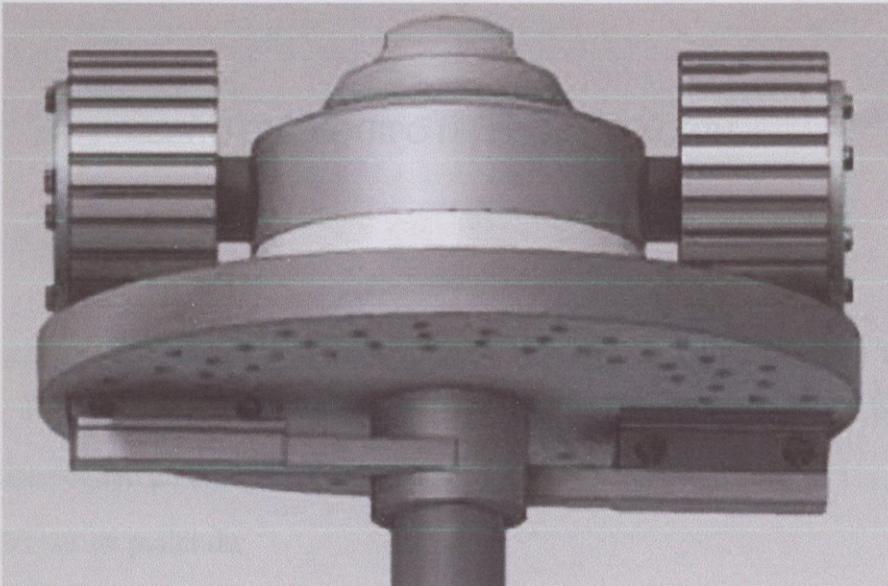


Figura. Esquema de la matriz plana.

Comparativamente, resultan más recomendables las prensas de matriz plana que las de matriz anular, ya que al ser éstas reversibles se duplica la vida útil de las mismas y, además, son más simples de manejar y en consecuencia su costo es menor.

2.1.5- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PELETIZADO

Luego del análisis de los datos y consideraciones a tener en cuenta se puede concluir, que el sistema de peletizado de matriz anular, por lo general es utilizado cuando existen altos niveles de producción de pellet y por ello su costo de fabricación es alto, sin embargo, el mecanismo de matriz plana posee ciertas ventajas sobre el mecanismo de matriz anular.

Basándonos en los niveles de capacidad de producción, características y costos de fabricación, se seleccionó la peletizadora de matriz plana cuyas ventajas principales se detallan a continuación.

Se acopla a la capacidad de producción, 500 Kg/h.

Costo más económico.

Mayor facilidad en aspecto constructivo.

Fácil operación.

La vida útil de la matriz plana es el doble que la matriz anular.

Fácil mantenimiento.

2.2- CÁLCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO DE PELLETIZACIÓN

Consideraciones iniciales

En base a ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Venado Tuerto, se ha demostrado que las presiones de compactación oscilan en una fuerza aplicada de 1800 Kg/cm^2 .

Se desea obtener un pellet de:

Diámetro = 6mm.

Longitud = 13mm.

Densidad = 750 kg/m^3 .

Volumen de cada pellet = $3,67E^{-7}$.

Relación de compresión = 5 veces.

Adoptamos una Matriz de las siguientes características:

Diámetro exterior = 390 mm.

Diámetro Interior = 70mm.

Espesor = 30 mm.

Diámetro de entrada del orificio = 8 mm

Diámetro de salida del orificio = 6 mm

Cantidad de orificios = 585

Flujo Másico = 500 Kg/h .

2.2.1- DIMENSIONES DEL RODILLO

Calculamos el rodillo del diámetro necesario para garantizar la rodadura del mismo con el fin de lograr un óptimo funcionamiento.

$$h_0 - h_f = \mu^2 * r$$

μ = Coeficiente de fricción entre material y acero

r = Radio del rodillo de compactación

h_0 = Altura Inicial (material sin compactar)

h_f = Altura final (material compactado)

$$r = \frac{h_0 - h_f}{\mu} = \frac{0,035 \text{ m} - 0,0002 \text{ m}}{0,07^2} = 0,07\text{m}$$

$$D = 140\text{mm}$$

De acuerdo a la superficie de la matriz adoptada, el ancho del rodillo es:

$$A_{\text{rodillo}} = 100\text{mm}$$

El avance considerado del pellet en el orificio de la matriz por vuelta es de 6 mm.

$$\emptyset \text{ pellet} = 6\text{mm}$$

Largo de pellet por vuelta = 6mm

Orificios de la matriz por revolución = 585

P_e = Peso específico del pellet

P_u = Peso unitario del pellet

PH = producción de pellet por hora $[\text{Kg/h}]$

2.2.2- CALCULO DE VOLUMEN DE PELLET OBTENIDO POR REVOLUCION.

Calculamos el volumen de pellet que se produce en una revolución con la matriz que nos fue provista, con este volumen se determinará las RPM de la matriz para lograr una producción de $500 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$.

Para obtener una capacidad de producción de 500 kg/h, calculamos las RPM de trabajo de la matriz.

$$\text{RPM matriz} = \frac{\left(\text{producción de pellets por hora} \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right] * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}\right)}{\text{Kg por revolución} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{rev}}\right]}$$

$$\text{RPM matriz} = \frac{\left(500 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right] * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}\right)}{0.0744 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{rev}}\right]} = 112 \text{ rpm}$$

$$\text{RPM matriz} = 112 \text{ rpm}$$

Selección del motorreductor del equipo de peletizado, teniendo en cuenta el torque necesario para que la peleteadora mantenga las rpm necesarias, en forma constante, para la producción de $500 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right]$ de pellets.

Descripción de catálogo

SAZ87DRS160MC4
 Reductores de tornillo sin fin S + Motores de CA DRS.. (IE1)

Datos de producto



Velocidad nominal del motor	[1/min]: 1470
Velocidad de salida	[1/min]: 135
Índice de reducción total	: 10.93
Par de salida	[Nm]: 1000
Factor de servicio SEW-FB	: 1.25
Posición de montaje	: M5A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (61370310)
Posición de conexión/caja de bombas	[°]: 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: 1
Eje hueco	[mm]: 60
Salida permitida con carga radial n=1400	[N]: 4090
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro]: 8
Diámetro de la brida	[mm]: 160 (Centraje con resalte)
Potencia del motor	[kW]: 15
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE1
Eficiencia (60/75/100% Pn)	[%]: 90.3 / 90.2 / 89.1
Marcado CE	: No
Tensión del motor	[V]: 380/660
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz]: 60
Corriente nominal	[A]: 32 / 18.3
Co: Phi	: 0.80
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 ⁻⁴ kgm ²]: 608.60
Peso neto	[Kg]: 173

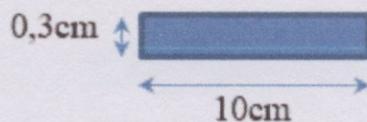
Características adicionales

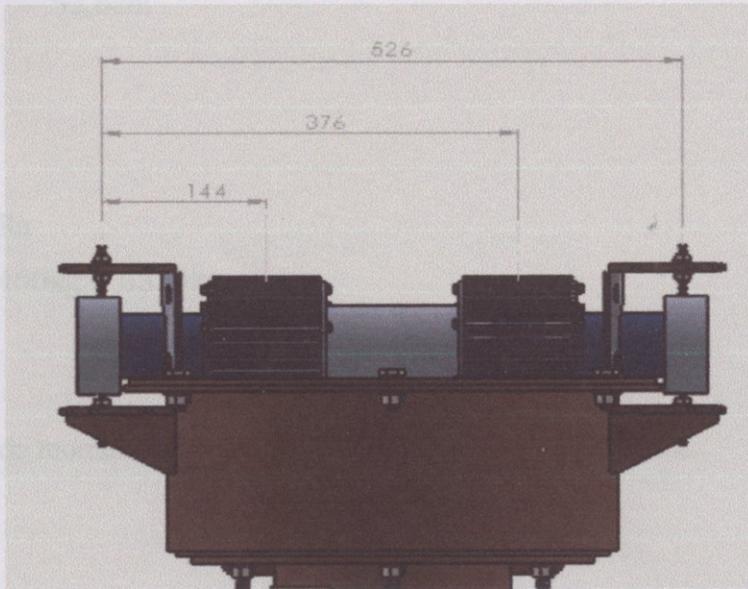
Grado de protección IP 55
 Tensión, frecuencia, bobinado

2.2.3- CALCULO DEL EJE PORTA RODILLO

Cálculo la fuerza producto de la resistencia del marlo al ser comprimido y pasar por la matriz transformándolo en pellet.

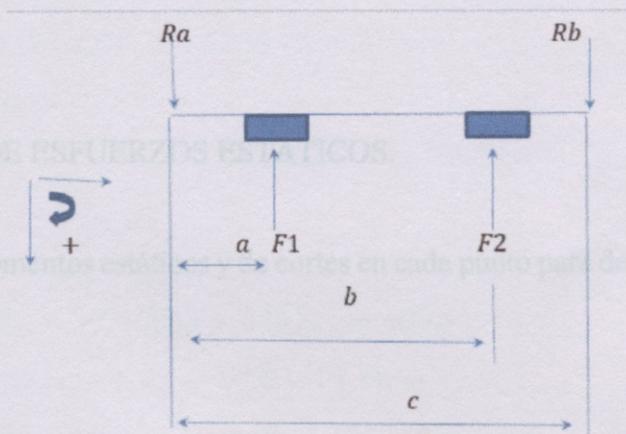
Área de compresión del rodillo (superficie de contacto donde se produce la máxima compresión entre el rodillo y la matriz).





$F_a = \text{presión máxima} * \text{área}$

$$F = 1800 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 10\text{cm} * 0,3\text{cm} = 5400\text{Kg}$$



$$a = 14,4 \text{ cm}; \quad F_1 = F_2$$

$$b = 37,6 \text{ cm}; \quad F_1 = F_2 = 5400 \text{ kg}$$

$$c = 52,6 \text{ cm},$$

$$\sum F_y = -F_1 - F_2 + R_a + R_b$$

$$\sum M_y = R_a * (0) - F_1 * (14,4)\text{cm} - F_2(37,6)\text{cm} + R_b * (52,6)\text{cm}$$

De $\sum M_y$ obtengo R_b

$$R_b = \frac{F_1 * (14,4)\text{cm} + F_2(37,6)\text{cm}}{52,6\text{cm}}$$

$$R_b = \frac{5400\text{kg} * (14,4)\text{cm} + 5400\text{kg}(37,6)\text{cm}}{52,6\text{cm}}$$

$$R_b = 5338,40 \text{ kg}$$

De $\sum F_y$ Obtengo R_a

$$R_a = 5400\text{kg} + 5400\text{kg} - 5338\text{kg}$$

$$R_a = 5462 \text{ kg}$$

Planteo sumatoria de momento a 1 cm de R_a para verificar los resultados.

$$\sum M_c = 0$$

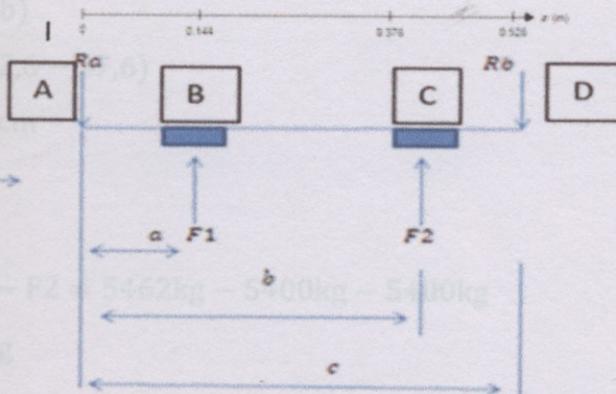
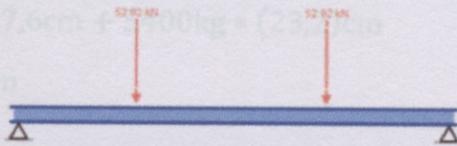
$$\sum M_c = R_a * 1\text{cm} - F_1 * (14,4 + 1)\text{cm} - F_2 * (37,6 + 1)\text{cm} + R_b * (52,6 + 1)\text{cm} = 0$$

$$\sum M_c = 5461,6\text{kg} * 1\text{cm} - 5400\text{kg} * (14,4 + 1)\text{cm} - 5400\text{kg} * (37,6 + 1)\text{cm} + 5338,4\text{kg} * (52,6 + 1)\text{cm} = 0$$

Verifica $\sum M_c = 0$

2.2.3.1- CALCULO DE ESFUERZOS ESTATICOS.

Determinamos los momentos estáticos y de cortes en cada punto para determinar el máximo esfuerzo.



Punto A

$$Q_{\text{izquierda}} = 0$$

$$M_{\text{a izquierda}} = 0$$

$$Q_{\text{a derecha}} = -F_1 - F_2 + R_b$$

$$Q_{\text{a derecha}} = -5400\text{kg} - 5400\text{kg} + 5338,40\text{kg} = -5461,6\text{kg}$$

$$Q_{\text{a derecha}} = -5461\text{kg}$$

$$M_{\text{a derecha}} = -F_1 * (a) - F_2 * (b) + R_b * (c)$$

$$M_{\text{a derecha}} = -5400\text{kg} * (14,4)\text{cm} - 5400\text{kg}(37,6) + 5338(52,6)\text{cm}$$

$$M_{\text{a derecha}} = -21,6\text{kgcm}$$

Punto B

$$Q_{\text{b izquierda}} = +R_a = 5462\text{kg}$$

$$M_{\text{b izquierda}} = -R_a * a = -5462\text{kg} * 14,4\text{cm} = -78652\text{kgcm}$$

$$Q_{\text{b derecha}} = -F_2 + R_b = -5400\text{kg} + 5338\text{kg} = -62\text{kg}$$

$$Q_{\text{b derecha}} = -62\text{kg}$$

$$M_{\text{b derecha}} = -F_2 * (b - a) + R_b * (c - a)$$

$$M_{\text{b derecha}} = -5400 * (23,2)\text{cm} * +5338 * (38,2)\text{cm}$$

$$M_{\text{b derecha}} = 78631 \text{ kgcm}$$

Punto C

$$Q_{\text{c izquierda}} = -F_1 + R_a = -5400\text{kg} + 5462\text{kg} = 62\text{kg}$$

$$M_{\text{c izquierda}} = -R_a * 37,6\text{cm} + F_1 * (37,6 - 14,4)\text{cm}$$

$$M_{\text{c izquierda}} = -5462\text{kg} * 37,6\text{cm} + 5400\text{kg} * (23,2)\text{cm}$$

$$M_{\text{c izquierda}} = -80091 \text{ kgcm}$$

$$Q_{\text{c derecha}} = R_b = 5338\text{kg}$$

$$M_{\text{c derecha}} = R_b * (c - b)$$

$$M_{\text{c derecha}} = 5338 * (52,6 - 37,6)$$

$$M_{\text{c derecha}} = 80070 \text{ Kgcm}$$

Punto D

$$Q_{\text{d izquierda}} = R_a - F_1 - F_2 = 5462\text{kg} - 5400\text{kg} - 5400\text{kg}$$

$$Q_{\text{d izquierda}} = -5338 \text{ kg}$$

$$M_{\text{d izquierda}} = -R_a * (52,6)\text{cm} + F_1 * (52,6 - 14,4)\text{cm} + F_2 * (52,6 - 37,6)$$

$$M_{d \text{ izquierda}} = -5462 * 52,6\text{cm} + 5400\text{kg} * 38,2\text{cm} + 5400\text{kg} * 15\text{cm}$$

$$M_{d \text{ izquierda}} = -21,2\text{kgcm}$$

$$Q_{d \text{ derecha}} = 0$$

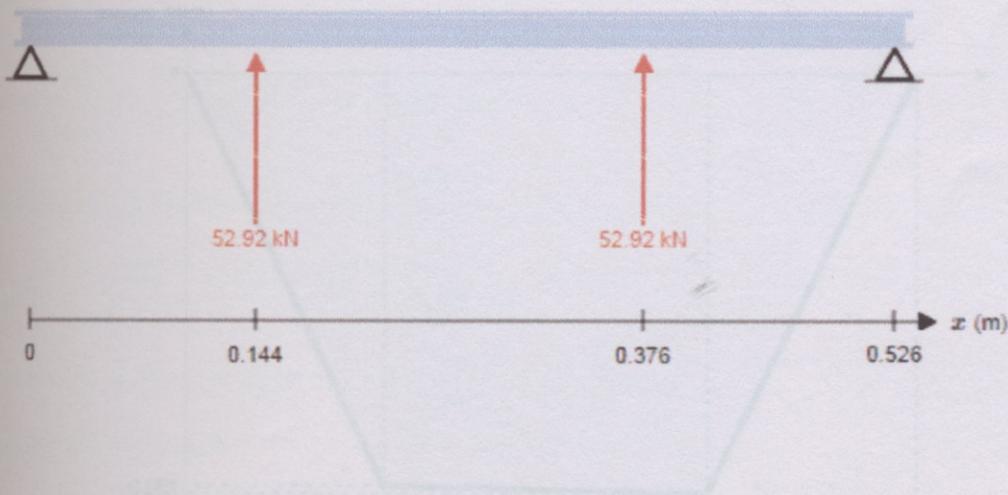
$$M_{d \text{ derecha}} = 0$$

Tabla de equivalencia de esfuerzos

$Q_{\text{izquierda}}$	0kg	0kn
$M_{a \text{ izquierda}}$	0kg	0kn
$Q_{a \text{ derecha}}$	-5461kg	53,51kn
$M_{a \text{ derecha}}$	-21,16kgcm	-0,20knM
$Q_{b \text{ izquierda}}$	5462kg	53,58kn
$M_{b \text{ izquierda}}$	-78652kgcm	-7,70knM
$Q_{b \text{ derecha}}$	-62kg	-0,62kn
$M_{b \text{ derecha}}$	78631kgcm	7,70knM
$Q_{c \text{ izquierda}}$	62kg	0,60kn
$M_{c \text{ izquierda}}$	-80091kgcm	-7,84knM
$Q_{c \text{ derecha}}$	5338kg	52,31kn
$M_{c \text{ derecha}}$	80070kgcm	7,84knM
$Q_{d \text{ izquierda}}$	-5338kg	-52,31kn
$M_{d \text{ izquierda}}$	-21kgcm	0,0020KnM
$Q_{d \text{ derecha}}$	0kg	0kn
$M_{d \text{ derecha}}$	0kg	0kn

Diagrama de esfuerzo característico.

Diagrama de momento



Diagramas de corte y momento.

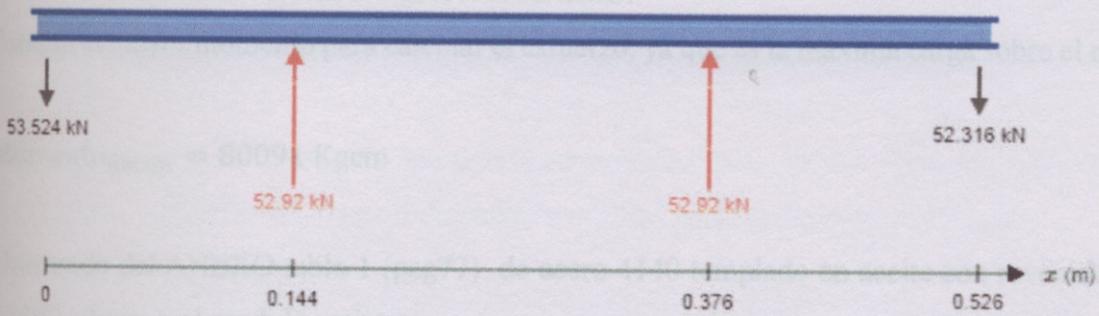


Diagrama de Corte.

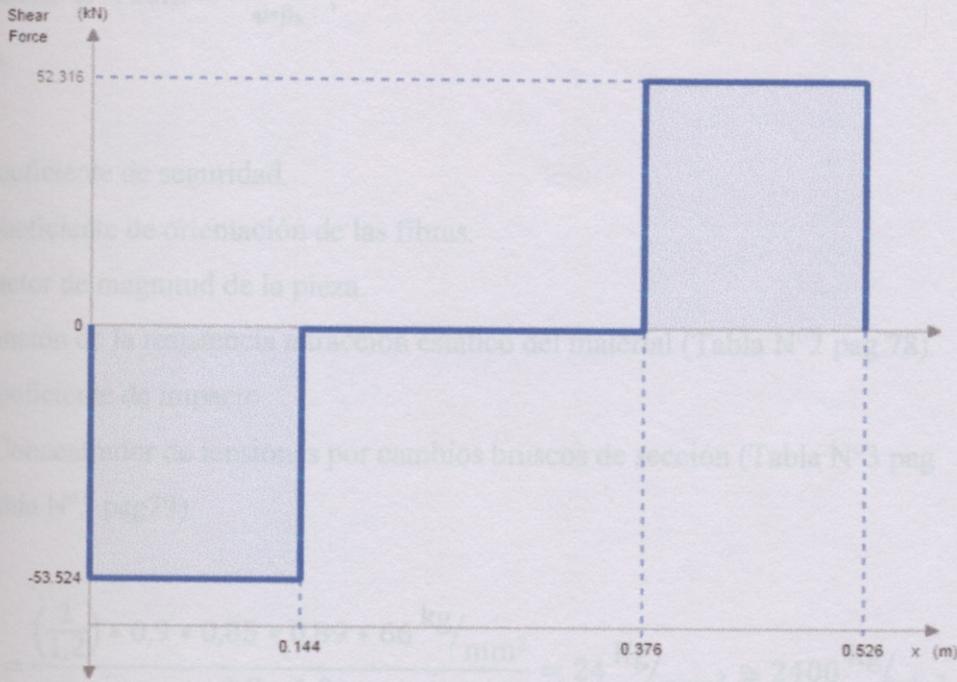
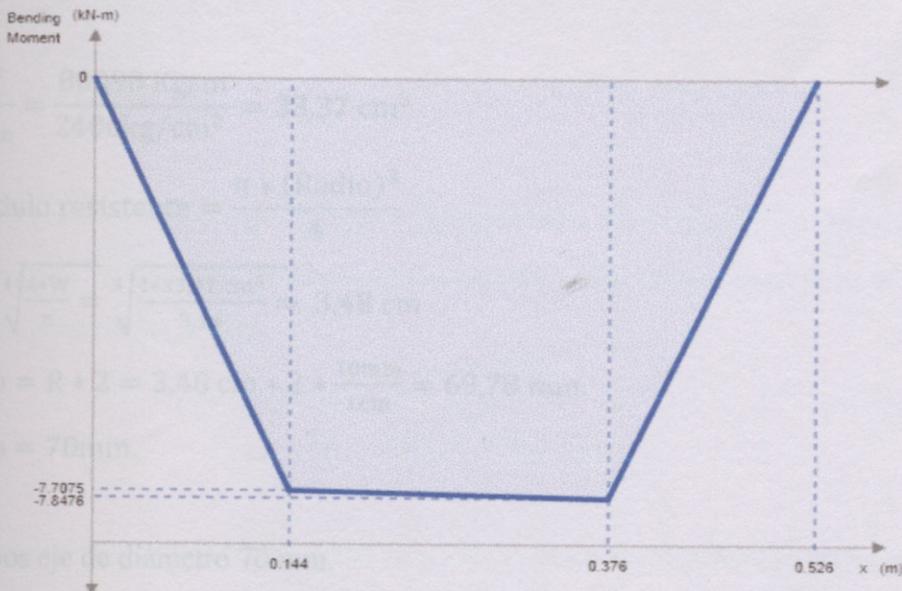


Diagrama de momento



2.2.3.2- DIMENSION DE EJE PORTA RODILLO.

Adopto el mayor momento para calcular el esfuerzo, ya que es la máxima carga sobre el eje.

$$\text{Momento}_{\text{flexor}} = 80091 \text{ Kgcm}$$

Utilizando del ANEXO tabla 1 (pag77) de acero 4140 templado en aceite con revenido a 425°C, obtengo el modulo resistente.

Adoptamos una carga a fatiga igual a $66 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 6600 \text{ kg/cm}^2$.

$$\text{Calculamos el } T_{\text{adm}} = \frac{C \cdot C_1 \cdot b \cdot S}{\varphi \cdot \beta_k};$$

Dónde:

C = Coeficiente de seguridad.

C₁ = Coeficiente de orientación de las fibras.

b = Factor de magnitud de la pieza.

S = Función de la resistencia a tracción estático del material (Tabla N°2 pag 78).

φ = Coeficiente de impacto.

β_k = Concentrador de tensiones por cambios bruscos de sección (Tabla N°3 pag 78 y tabla N°5 pag79).

$$T_{\text{adm}} = \frac{\left(\frac{1}{1,2}\right) * 0,9 * 0,85 * 0,89 * 66 \text{ kg/mm}^2}{1,2 * 1,3} = 24 \text{ Kg/mm}^2 \cong 2400 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde β_k lo obtenemos de tabla anexo para ranura

$$W = \frac{M_f}{T_{\text{adm}}} = \frac{80090 \text{ Kgcm}}{2400 \text{ kg/cm}^2} = 33,37 \text{ cm}^3$$

$$W = \text{Módulo resistente} = \frac{\pi * (\text{Radio})^3}{4}$$

$$\text{Radio} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot W}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 33,37 \text{ cm}^3}{3,14}} = 3,48 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro} = R * 2 = 3,48 \text{ cm} * 2 * \frac{10 \text{mm}}{1 \text{cm}} = 69,78 \text{ mm.}$$

Diámetro = 70mm.

Adoptamos eje de diámetro 70 mm.

2.2.3.3- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS 400 N

Es lo que coincide con la recomendación de skf de cálculo a carga estática equivalente

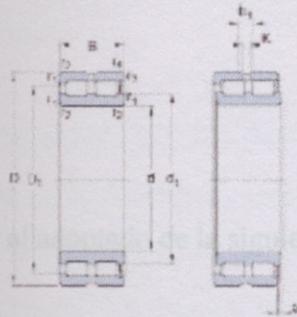
Seleccionamos inicialmente el rodamiento en base a su capacidad de carga, duración y fiabilidad.

Las cargas aplicadas en este caso son puramente radiales.

Por lo tanto, seleccionaremos un rodamiento a rodillos para un diámetro = 75 mm.

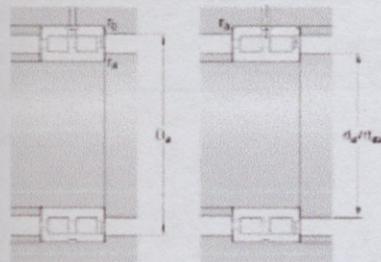
NNCF 4914 CV

Dimensiones



d	70	mm
D	100	mm
B	30	mm
d ₁	≈ 83	mm
D ₁	≈ 87	mm
b ₁	4.5	mm
K	3.5	mm
s	max. 1	mm
r _{1,2}	min. 1	mm
r _{3,4}	min. 1	mm

Dimensiones de los resaltes



d _a	min. 75.2	mm
d _{ab}	79	mm
D _a	max. 95	mm
r _a	max. 1	mm
r _b	max. 1	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	114	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	193	kN
Carga límite de fatiga	P _u	22.4	kN
Velocidad de referencia		3000	r/min
Velocidad límite		3800	r/min
Factor de cálculo	k _f	0.25	

Las dimensiones del rodamiento quedarán determinadas por la capacidad de carga estática C₀, ya que estos trabajan a velocidades relativamente bajas, aproximadamente 400 rpm.

La carga dinámica P₀ equivales:

$$P_0 = 0.92 F_r + 0.4 F_a$$

Según manual skf cuando $F_a/F_r \leq 0.15$; como la carga axial sobre los rodamientos es despreciable

$$P_0 = F_r$$

$$P_0 = 26400 \text{ N}$$

Por lo que coincide con la recomendación de SKF de cálculo a carga estática equivalente

Cuando el tamaño del rodamiento queda determinado por la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 , que representa la relación entre la capacidad de carga estática C_0 y la capacidad estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática requerida.

Se debe cumplir que el siguiente factor s_0

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Sea mayor al adoptado de la siguiente tabla

Tabla 10

Tipo de funcionamiento	Rodamientos rotativos						Rodamientos estacionarios	
	Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso							
	no importante		normal		alto			
	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos
Suave, sin vibraciones	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque notables ¹⁾	≥ 1,5	≥ 2,5	≥ 1,5	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

Para los rodamientos axiales de rodillos a rótula es aconsejable utilizar $s_0 \geq 4$

¹⁾ Cuando se desconoce la magnitud de la carga de choque, deben usarse valores de s_0 por lo menos iguales a los arriba indicados. Si las magnitudes de las cargas de choque son exactamente conocidas, se pueden aplicar valores de s_0 menores

Tabla 10 del Catálogo General de SKF.

Para que el rodamiento funcione bajo cargas de choque notables s_0 mín. vale 4.

Ahora calculo el valor de s_0 .

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0} = \frac{193000 \text{ N}}{26400 \text{ N}}$$

$$s_0 = 7,31$$

Se cumple que.

2.2.4- CALCULO DE ESFUERZOS ESTATICOS

$$S_0 > S_0 \text{ mín}$$

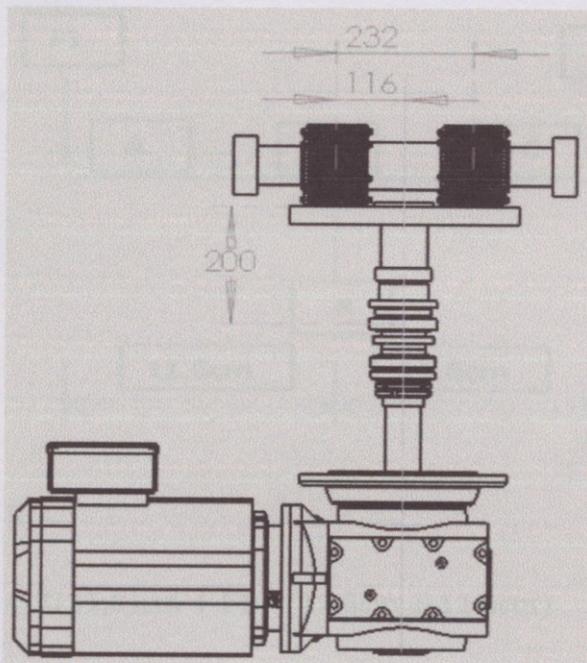
$$7,31 > 4$$

A modo de conclusión, se puede observar que el rodamiento verifica con un amplio margen, permitiendo de esta manera un funcionamiento normal con mínimo mantenimiento.

2.2.4- CALCULOS DEL EJE PORTA MATRIZ.

Determinamos los momentos estáticos en el eje porta matriz.

Diagrama característico, parte superior a los rodamientos que soporta la matriz, la cual cuenta con un momento torsor producto de la fuerza dada por el motorreductor y un momento flector dado en la matriz.



Las cargas actuantes sobre el eje, se pueden ver en el siguiente diagrama estático.

$$F = 10800 \text{ kg}$$

$$\sum M_y = (5400 \text{ kg} \cdot 2 \text{ cm}) - (10800 \text{ kg} \cdot 11,6 \text{ cm}) + [5400 \text{ kg} \cdot (11,6 \text{ cm} + 11,6 \text{ cm})] =$$

$$0 \text{ kgcm}$$

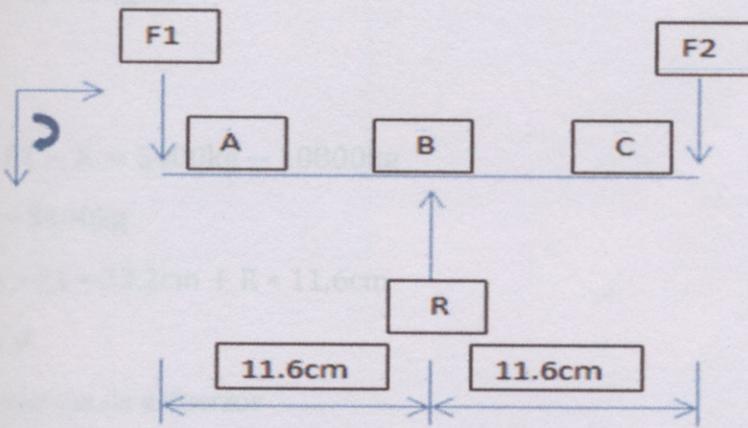
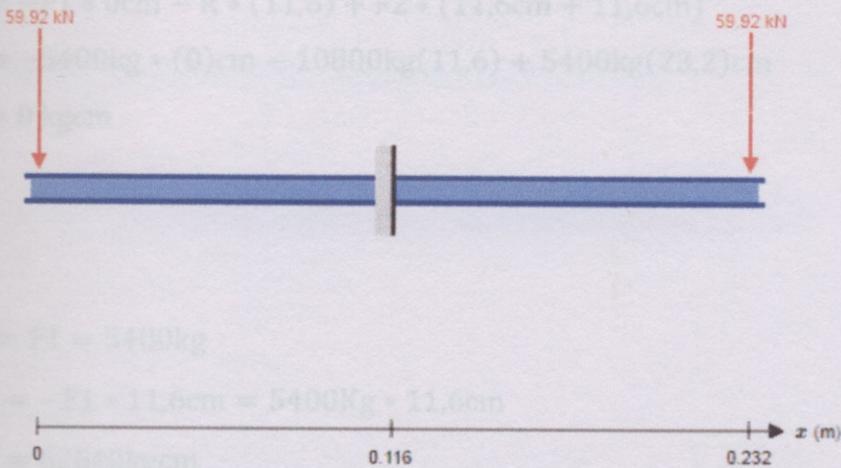
$$\text{Verifica } \sum M_y = 0$$

Punto A

$$Q_{actuante} = 0$$

$$M_{actuante} = 0$$

2.2.4.1- CALCULO DE ESFUERZOS ESTATICOS.



$$\sum F_y = +F1 + F2 - R$$

$$\sum M_y = F1 * (0)cm - R(11,6)cm + F1 * (11,6cm + 11,6cm)$$

De $\sum F_y$ Obtengo R

$$R = 5400 \text{ kg} + 5400 \text{ kg}$$

$$R = 10800 \text{ kg}$$

$$\sum M_y = (5400 \text{ kg} * 2 \text{ cm}) - (10800 \text{ kg} * 11,6\text{cm}) + [5400\text{kg} * (11,6\text{cm} + 11,6\text{cm})] = 0\text{kgcm}$$

Verifica $\sum M_y = 0$

Punto A

$$Q_{izquierda} = 0$$

$$M_{a \text{ izquierda}} = 0$$

$$Q_a \text{ derecha} = F1 - R + F2$$

$$Q_a \text{ derecha} = 5400\text{kg} - 10800\text{kg} + 5400\text{kg}$$

$$Q_a \text{ derecha} = 0\text{kg}$$

$$M_a \text{ derecha} = -F1 * 0\text{cm} - R * (11,6) + F2 * (11,6\text{cm} + 11,6\text{cm})$$

$$M_a \text{ derecha} = -5400\text{kg} * (0)\text{cm} - 10800\text{kg}(11,6) + 5400\text{kg}(23,2)\text{cm}$$

$$M_a \text{ derecha} = 0 \text{ kgcm}$$

Punto B

$$Q_b \text{ izquierda} = F1 = 5400\text{kg}$$

$$M_b \text{ izquierda} = -F1 * 11,6\text{cm} = 5400\text{kg} * 11,6\text{cm}$$

$$M_b \text{ izquierda} = 62640\text{kgcm}$$

$$Q_b \text{ derecha} = F2 = 5400\text{kg}$$

$$M_b \text{ derecha} = -F2 * (11,6\text{cm})$$

$$M_b \text{ derecha} = -62640\text{kgcm}$$

Punto C

$$Q_c \text{ izquierda} = F1 - R = 5400\text{kg} - 10800\text{kg}$$

$$Q_c \text{ izquierda} = -5400\text{kg}$$

$$M_c \text{ izquierda} = -F1 * 23,2\text{cm} + R * 11,6\text{cm}$$

$$M_c \text{ izquierda} = 0$$

Tabla de equivalencia de esfuerzos

$Q_a \text{ izquierda}$	0kg	0kn
$M_a \text{ izquierda}$	0kg	0kn
$Q_a \text{ derecha}$	0kg	0kn
$M_a \text{ derecha}$	0kgcm	0knM
$Q_b \text{ izquierda}$	5400kg	59,92kn
$M_b \text{ izquierda}$	62640kgcm	6,13knM
$Q_b \text{ derecha}$	-5400kg	-59,92kn
$M_b \text{ derecha}$	-62640kgcm	-6,13knM
$Q_c \text{ izquierda}$	-5400kg	-59,92kn
$M_c \text{ izquierda}$	0kg	0kn
$Q_c \text{ derecha}$	0kg	0kn
$M_c \text{ derecha}$	0kgcm	0knM

Diagramas de corte y momento

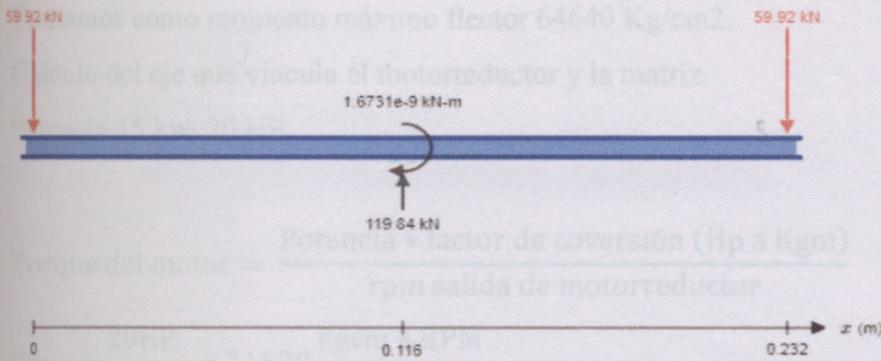


Diagrama de corte

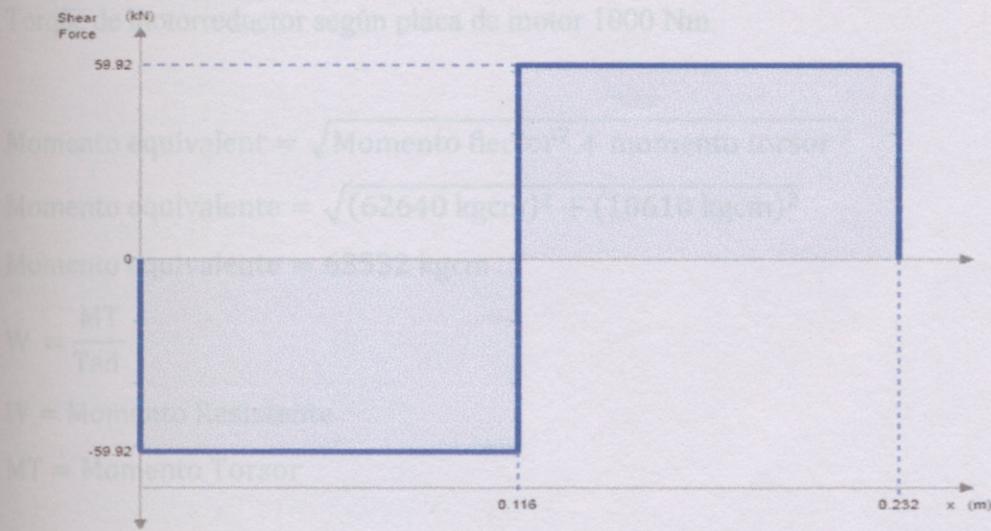
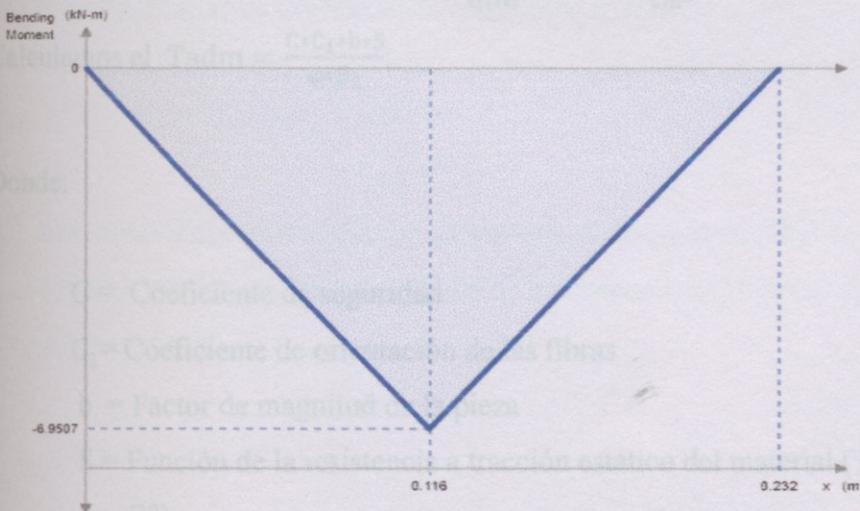


Diagrama de momento



2.2.4.2- DIMENSION DEL EJE PORTA MATRIZ.

Tomamos como momento máximo flector 64640 Kg/cm².

Cálculo del eje que vincula el motorreductor y la matriz.

Potencia 15 kw/ 20 HP.

$$\text{Torque del motor} = \frac{\text{Potencia} * \text{factor de conversión (Hp a Kgm)}}{\text{rpm salida de motorreductor}}$$

$$T_m = \frac{20\text{HP}}{135\text{RPM}} * 71620 \frac{\text{kgcm} * \text{RPM}}{\text{HP}}$$

$$T_m = 10610\text{kgcm} \approx 1039 \text{ Nm}$$

Torque de motorreductor según placa de motor 1000 Nm.

$$\text{Momento equivalent} = \sqrt{\text{Momento flector}^2 + \text{momento torsor}^2}$$

$$\text{Momento equivalente} = \sqrt{(62640 \text{ kgcm})^2 + (10610 \text{ kgcm})^2}$$

$$\text{Momento equivalente} = 63532 \text{ kgcm}$$

$$W = \frac{MT}{T_{ad}}$$

W = Momento Resistente

MT = Momento Torsor

Utilizando el ANEXO tabla 1, acero 4140 templado en aceite con revenido a 425°C obtengo el modulo resistente.

$$\text{Adoptamos una carga a fatiga} = 66 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 6600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Calculamos el } T_{adm} = \frac{C * C_1 * b * S}{\varphi * \beta_k}$$

Donde:

C = Coeficiente de seguridad

C₁ = Coeficiente de orientación de las fibras

b = Factor de magnitud de la pieza

S = Función de la resistencia a tracción estático del material (Tabla N°2 pag 78)

φ = Coeficiente de impacto

β_k = Concentrador de tensiones por cambios bruscos de sección (Tabla N°3 pag 78 y tabla N°5 pag79)

$$T_{adm} = \frac{\left(\frac{1}{1,2}\right) * 0,9 * 0,85 * 0,9 * 66 \text{ kg/mm}^2}{1,1 * 2,3} = 14,97 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\cong 1497 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde β_k esta dado por Tabla anexo

$$W = \frac{63532 \text{ kgcm}}{1497 \text{ kg/cm}^2} = 42,43 \text{ cm}^3$$

$$R = \sqrt[3]{\left(\frac{(4 * W)}{\pi}\right)}$$

R = radio

W = Módulo resistente

$$R = \sqrt[3]{\left(\frac{(4 * 42,43 \text{ cm}^3)}{\pi}\right)}$$

$$R = 3,7 \text{ cm} \approx 37 \text{ mm}$$

$$\emptyset = 75,5 \text{ mm}$$

Adoptamos un eje de $\emptyset = 75 \text{ mm}$.

2.2.4.3- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Seleccionamos inicialmente el rodamiento en base a su capacidad de carga, duración y fiabilidad.

Las cargas aplicadas en este caso son puramente axiales.

Por lo tanto, seleccionaremos un rodamiento cónico a rodillos para un diámetro = 75 mm.

Las dimensiones necesarias quedan determinadas por la capacidad de carga estática C_0 , ya que los rodamientos y las unidades de rodamiento para altas temperaturas giran a velocidades bajas.

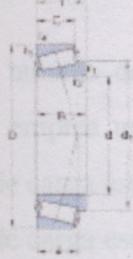
32015 X

Producto popular
SKF Explorer

Serie de dimensiones

4CC

Dimensiones

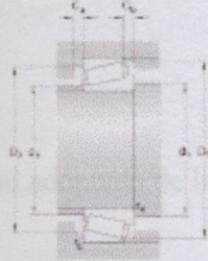


d	75	mm
D	115	mm
T	25	mm
d ₁	95,1	mm
B	25	mm
C	19	mm
r _{1,2}	min. 1,5	mm
r _{3,4}	min. 1,5	mm

Dimensiones

a	24.858	mm
---	--------	----

Dimensiones de los resaltes



d*	max. 85	mm
d _b	min. 84,5	mm
D*	min. 103	mm
D _b	max. 106,5	mm
D _b	min. 110	mm
C*	min. 5	mm
C _b	min. 6	mm
r*	max. 1,5	mm
r _b	max. 1,5	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	130	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	163	kN
Carga límite de fatiga	P ₀	18,6	kN
Velocidad de referencia		4300	r/min

La carga dinámica P_0 equivalete:

$$P_0 = 0.4 F_r + Y F_a; \text{ donde } y = 1,3$$

Pero al tener carga radial despreciable respecto a la carga axial, ya que $\frac{F_a}{F_r} \leq e = 0,46$

La carga dinámica será igual a

$$P = F_r$$

$$P_0 = 26460 \text{ N}$$

La carga estática equivalente

$$P_0 = 0.5 F_r + Y_0 F_a; \text{ donde } Y_0 = 0,7$$

$$P_0 = Y_0 F_a = 0,7 * 26460 \text{ N} = 18522 \text{ N}$$

Tomamos el valor más alto de $P_0 = 26460 \text{ N}$, para el cálculo de factor de seguridad a carga estática

Cuando el tamaño del rodamiento queda determinado por la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 , que representa la relación entre la capacidad de carga estática C_0 y la capacidad estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática requerida.

Se debe cumplir que el siguiente factor s_0

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Sea mayor al adoptado de la siguiente tabla

Valores orientativos para el factor de seguridad estático s_0							
Tipo de funcionamiento	Rodamientos rotativos						Rodamiento estacionario
	Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso						
	no importante		normal		alto		
	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas
Suave, sin vibraciones	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5
Cargas de choque notables ¹⁾	$\geq 1,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1

Para los rodamientos axiales de rodillos a rótula es aconsejable utilizar $s_0 \geq 4$

¹⁾ Cuando se desconoce la magnitud de la carga de choque, deben usarse valores de s_0 por lo menos iguales a los arados. Si las magnitudes de las cargas de choque son exactamente conocidas, se pueden aplicar valores de s_0 menores.

Tabla 10 del Catálogo General de SKF

Para que el rodamiento funcione bajo cargas de choque notables s_0 mín. vale 4.

Ahora calculo el valor de s_0 .

Ahora calculo el valor de s_0

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0} = \frac{163000 \text{ N}}{26460 \text{ N}}$$

$$s_0 = 6$$

Se cumple que.

$$S_0 > S_{0 \text{ mín}}$$

$$6 > 4$$

A modo de conclusión, los rodamientos cónicos de rodillos verifican a la carga estática a la cual se encuentran sometidos, permitiendo de esta manera un funcionamiento normal con mínimo mantenimiento.

2.2.6- CALCULO DE CHAVETA EJE PORTA MATRIZ.

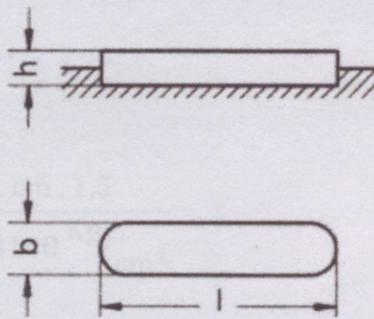
El diámetro del eje es de 60 mm.

Selecciono chaveta desde ANEXO tabla 2, adoptamos el largo y verificamos.

Medidas de la chaveta.

$$b = 18 \text{ mm}$$

$$h = 11 \text{ mm}$$



Propiedades del material. ANEXO Tabla 1

$K=1,5$: coeficiente de seguridad por el par de arranque ya que el arranque es suave.

$$T_{\text{fluencia}} = 31 \text{ kg/mm}^2 = 3100 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_{\text{adm}} = \frac{1}{2} T_{\text{fluencia}} = \frac{1}{2} * 3100 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_{\text{adm}} = 1550 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo el momento torsor generado en la punta de eje.

$$M_t = \frac{\text{Pot(HP)}}{\text{rev}}$$

$$M_t = 71620 * \frac{20 \text{ HP}}{132 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$M_t = 10851 \text{ Kgf. cm}$$

Cálculo el largo de la chaveta y verifico.

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al corte.

$$L_{\text{corte}} = \frac{M_t \cdot K}{r \cdot b \cdot T_{\text{adm}}}$$

$$L_{\text{corte}} = \frac{10851 \text{ Kgf. cm} \cdot 1,5}{1,8 \text{ cm} \cdot 1,1 \text{ cm} \cdot 1550 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$L_{\text{corte}} = 5,30 \text{ cm}$$

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al aplastamiento.

$$L_{\text{aplastamiento}} = \frac{\text{Par de Salida}}{r \cdot \frac{h}{2} \cdot \sigma_{\text{aplast.}}}$$

$$L_{\text{aplastamiento}} = \frac{10851 \text{ Kg. cm} \cdot 1,5}{2 \text{ cm} \cdot \frac{1,1 \text{ cm}}{2} \cdot 3100 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$L_{\text{aplastamiento}} = 4,77 \text{ cm}$$

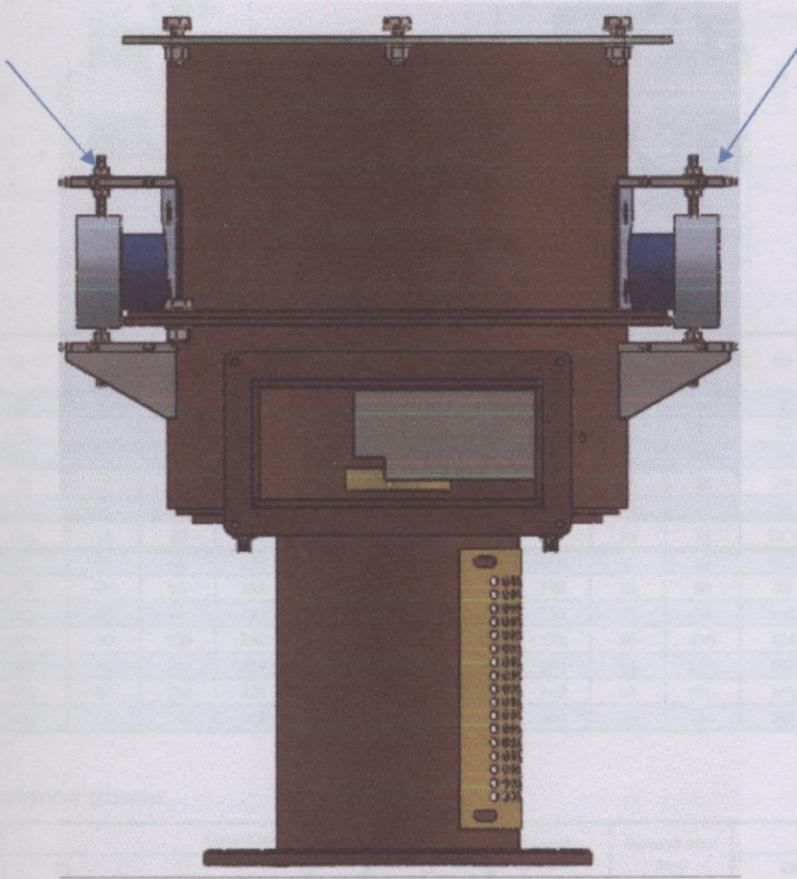
El largo de la chaveta nos queda dimensionado de acuerdo, a los esfuerzos sometidos al corte.

Adoptamos la siguiente chaveta.

Dimensiones $b \times h \times l = 20 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \times 53 \text{ mm}$.

2.2.7- CALCULO DE BULONES FUSIBLES. diámetro = 10 mm

Estos bulones soportan los esfuerzos del eje en el que se encuentran montados los rodillos, cuentan con la capacidad de regular la compresión de los mismos sobre la matriz. Además, actúan como elemento fusible.



Según el diagrama de cálculo estático de las fuerzas actuantes sobre el eje, se determina que sobre los bulones actúan las fuerzas RA y RB, adoptamos la mayor fuerza para calcular el bulón con un coeficiente de seguridad de $K=1,2$, para asegurarnos de que cumplan la función de elemento fusible mecánico. De ANEXO tabla 7, adoptamos los bulones antes mencionados, grado 8.8.

$$F = R_a = 5400 \text{ Kg}$$

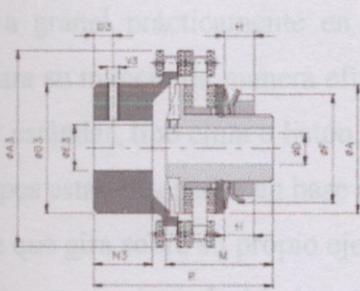
$$T_{\text{tracción}} = 80 \text{ kg/mm}^2$$

$$T_{\text{equivalente}} = \frac{T_{\text{tracc}}}{K} = \frac{T_{\text{tracc}}}{1,2} = \frac{80 \text{ kg/mm}^2}{1,2} = 66.66 \text{ kg/mm}^2$$

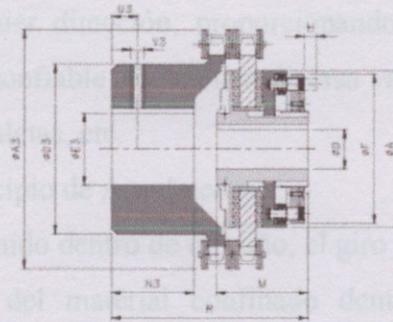
$$R = \sqrt{\frac{F}{T_{\text{eq}} * \pi}} = \sqrt{\frac{5400 \text{ kg}}{66.66 \text{ kg/mm}^2 * \pi}} = 5.01 \text{ mm}$$

De ANEXO tabla 7, seleccionamos búlones de diámetro = 10 mm.

2.2.8- LIMITADOR DE TORQUE.



00.25 - 5.170



6.205 - 10.400

DIMENSIO

Grandezza	A	D H7		F	M	R	A3	D3	E3 H7		N3	U3	U4
		grz	max						grz	max			
00.25	25	-	8	22	26	39	45	23	8	12	9	4	1
00.38	38	-	12	32	33	58	57	37	10	20	20	5	1
0.50	50	-	20	44	35	58	75	50	12	28	19	8	1
1.70	70	-	25	63	55	87	101	70	16	38	29	12	1
2.90	90	-	38	82	60	102	126	89	20	55	38	12	1
3.115	115	18	45	104	70	131	159	112	20	70	56,5	15	1
4.140	140	24	55	130	80	145	184	130	28	80	59,5	15	1
5.170	170	28	65	158	95	189	215	130	30	80	88	15	1
6.205	205	38	80	193	110	218	291	150	38	90	103	25	N
7.240	240	50	100	230	116	245	310	170	50	110	124	25	N
8.300	300	60	120	287	123	284	374	200	50	140	147	30	N
9.340	340	60	130	325	158	329	423	210	60	150	165	30	N
10.400	400	60	140	388	167	364	471	240	60	160	191	30	N

CARATTERISTICHE TECNICHE

Grandezza	Coppia (Nm)				Inerzia [10 ⁴ kgm ²]	Velocità max [Rpm]	Peso (kg)	
	T0	T1	T2	T3			DF/SI	.../M
1.70	6 - 18	17 - 60	34 - 120	60 - 210	0,393	5450	1,4	1,7
2.90	13 - 105	74 - 140	90 - 280	185 - 450	1,178	4250	2,7	3,3
3.115	65 - 280	120 - 360	207 - 700	210 - 950	3,847	3350	4,9	6
4.140	-	180 - 550	260 - 950	390 - 1200	10,081	2750	7,8	9,7
5.170	-	160 - 700	300 - 1450	1000 - 2600	24,182	2250	12,9	15,5
6.205	300 - 1200	500 - 2400	1000 - 4800	-	75,834	1900	20,9	25,2
7.240	500 - 2000	1000 - 4000	2000 - 8000	-	154,475	1600	32,2	39,1
8.300	800 - 3500	1500 - 7000	3000 - 14000	-	384,161	1300	50,6	62,3
9.340	1000 - 4500	2000 - 9000	4000 - 18000	-	877,882	1200	88	105
10.400	1500 - 5000	3000 - 11000	5000 - 23000	-	1848,432	1000	128,8	152

Se adoptó un limitador de torque para asegurar que la maquina peleteadora esté protegidos ante cualquier suceso. Adoptamos un límite de torque= 950 Nm.

CAPITULO III: TRANSPORTADOR HELICOIDAL

INTRODUCCIÓN

Los transportadores helicoidales o de tornillo sin fin, son un sistema capaz de trasladar materiales a granel prácticamente en cualquier dirección, proporcionando variedad de opciones para su manejo de manera eficaz y confiable. Existe una diversa variedad, como pueden ser: estándar, tipo cinta o listón, con paletas, etc.

Estos equipos están diseñados en base al principio de Arquímedes.

Una hélice que gira sobre su propio eje contenido dentro de un caño, el giro horario o anti horario de este genera el desplazamiento del material confinado dentro del caño, experimentando un empuje igual al peso del volumen del material desalojado.

Estos equipos tienen la posibilidad de trabajar en diferentes ángulos, siempre y cuando sea adaptado para tal fin.

Los transportadores helicoidales son de fácil mantenimiento y mínima supervisión, una vez instalados resultan ideales para trasladar, distribuir o elevar materiales a granel, teniendo siempre en cuenta una serie de variantes como son:

El paso, material de construcción, diámetro variable, tipo de tracción, tipo de material a transportar etc.

3.1- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

La rotación constante del tornillo asegura el transporte de materiales difíciles, evita los problemas de bloqueo y de compresión. El diseño de estos equipos para manejo de materiales es sumamente eficiente incluso cuando la rosca sinfín trabaja completamente llena.

Los materiales pueden ser empujados o traídos por el tornillo.

En la mayoría de las aplicaciones, el tornillo tubular se puede adaptar a ángulos mayores a 45°.

Los transportadores helicoidales inclinados requieren mayor potencia y tienen menor capacidad que los transportadores helicoidales horizontales. El incremento en la potencia y la disminución en la capacidad dependen del ángulo de inclinación y de las características del material a transportar.

Los transportadores inclinados operan con mayor eficiencia, y a velocidades relativamente altas para evitar que el material se regrese.

3.2.- CÁLCULO.

El transportador helicoidal que se calculará en nuestro caso será de tipo horizontal estándar, tubular, con las siguientes características.

Espira

Eje: 48,3 mm.

Ala: 72mm.

Total: 192.3 mm.

Paso: 140 mm.

Espesor: 4,75 mm.

Vuelta x Vuelta.

Eje

Caño diámetro 48,3mm. SCH 40.

Espesor: 3,68

Largo: 3990

Cuerpo tubular

Caño diámetro: 219,1 mm. SCH 20.

Espesor: 6,35 mm.

Tapas de inspección en carga, descarga.

Bridas de unión y tapas laterales en espesor 6,35 mm.

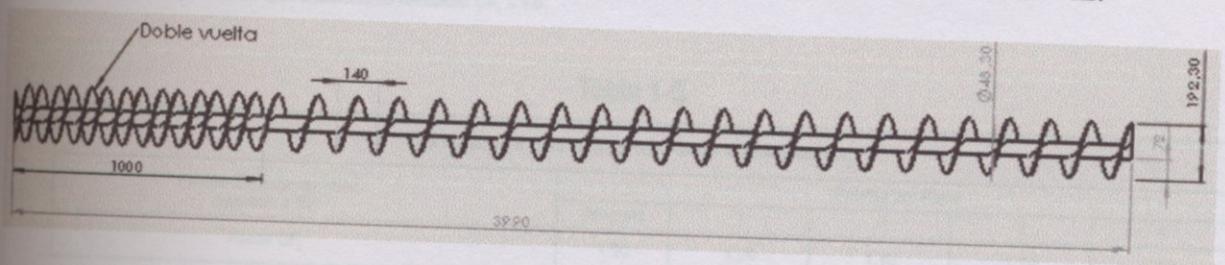
Puntas de eje en Acero macizo SAE 1045.

Conjunto de rodamientos y soportes SKF.

Burlonería completa tratada. Grado 8.8.

Boca de descarga tubular caño diámetro 219,1 mm, espesor 6,35 mm.

Retenes especiales, resistentes a la abrasión, fabricados por H-ECOPUR + ECOTAL.



Material a transportar.

El material que se transportará será marlo de maíz molido, con una densidad: 150 kg/m^3 , humedad: 15% como máxima humedad posible, coeficiente de carga y transporte 30%, caudal requerido 0,5 tn/h.

Los cálculos se harán empleando el catálogo Martin®.

3.2.1- SELECCIÓN DE MOTORREDUCTOR.

3.2.2- CÁLCULO DE VELOCIDAD.

Para calcular la velocidad de un transportador helicoidal, debe utilizarse una capacidad requerida equivalente calculada con los factores de las Tablas 1-3, 1-4 y 1-5.

El factor CF1 se relaciona al paso del helicoidal.

El factor CF2 se refiere al tipo de helicoidal.

El factor CF3 se relaciona al uso de paletas mezcladoras intercaladas en los helicoidales.

La capacidad equivalente, se calcula multiplicando la capacidad requerida por los diferentes factores de capacidad que se encuentra en las Tablas 1-3, 1-4 y 1-5.

Tabla 1-3

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF ₁		
Paso	Descripción	CF ₁
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = ½ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = ⅓ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1¼ Diámetro del Helicoidal	0.67

Tabla 1-4

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF ₂			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

*No se recomienda.
Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: CF₂ = 1.0.

Tabla 1-5

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF ₃					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF ₃	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

El caudal másico equivalente será:

$$Q_e = Q_{req} * CF_1 * CF_2 * CF_3$$

Dónde:

$Q_{req} = 0.5 \text{ ton/h}$: caudal másico requerido.

$CF_1 = 1.5$: factor de paso helicoidal (tabla 1-3).

$CF_2 = 1$: factor por tipo de helicoidal (tabla 1-4).

$CF_3 = 1$: factor por uso de paletas mezcladoras intercaladas (tabla 1-5).

Entonces:

$$Q_e = 0.5 * 1.5 * 1 * 1$$

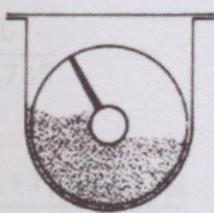
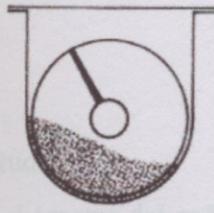
$$Q_e = 0,75 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Para transportadores con helicoidales de paso estándar o completo, la velocidad puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Capacidad requerida en pies cúbicos por hora}}{0.8 \text{ pies cúbicos por hora a 1 RPM (tabla 1 - 6)}}$$

$N =$ Revoluciones por minuto del helicoidal

Tabla 1-6

Carga de Artesa	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
		A 1 RPM	A Máx. RPM	
45% 	4	0.62	114	184
	6	2.23	368	165
	9	8.20	1270	155
	10	11.40	1710	150
	12	19.40	2820	145
	14	31.20	4370	140
	16	46.70	6060	130
	18	67.60	8120	120
	20	93.70	10300	110
	24	164.00	16400	100
30	323.00	29070	90	
30% A 	4	0.41	53	130
	6	1.49	180	120
	9	5.45	545	100
	10	7.57	720	95
	12	12.90	1160	90
	14	20.80	1770	85
	16	31.20	2500	80
	18	45.00	3380	75
	20	62.80	4370	70
	24	109.00	7100	65
30	216.00	12960	60	

$$\text{Volmp} = \frac{750 \text{ kg/h}}{150 \text{ kg/m}^3} = 5 \text{ m}^3/\text{h} * 35,3147 \text{ pies}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Volmp} = 176.57 \text{ pies}^3/\text{hora}$$

Revoluciones por minuto del helicoidal

$$N = \frac{176.57 \text{ pies}^3/\text{h}}{0,8 * 5.45}$$

$$N = 40 \text{ rpm}$$

3.2.3- CÁLCULO DE POTENCIA REQUERIDA.

La potencia requerida para operar un transportador helicoidal se basa en una instalación adecuada, en una alimentación regular y uniforme del material al transportador y en otros criterios de diseño indicados en este manual.

La potencia requerida es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (HPf), es decir para mover el transportador helicoidal en vacío, la potencia necesaria para mover el material dentro del mismo a la capacidad especificada (HPm), y en caso de ser inclinado, la potencia necesaria para elevar el material una cierta altura H (HPi); Multiplicada por el factor de sobrecarga Fo, dividido por la eficiencia total de la transmisión (e).

$$\text{HP}_T = \frac{(\text{HP}_f + \text{HP}_m + \text{HP}_i) * F_o}{e}$$

Siendo:

$$\text{HP}_f = \frac{D * L}{0,5 * 0.745}$$

$$\text{HP}_m = \frac{L * Q_e * F_f * F_p * F_m}{75}$$

$$\text{HP}_i = f_m * H$$

Dónde:

L = 4m: longitud.

D = 0.2191m: diámetro del caño.

Qe: caudal másico equivalente.

Ff = 1: factor de helicoidal (tabla 1-14).

Fp = 1: factor de paletas (tabla 1-15).

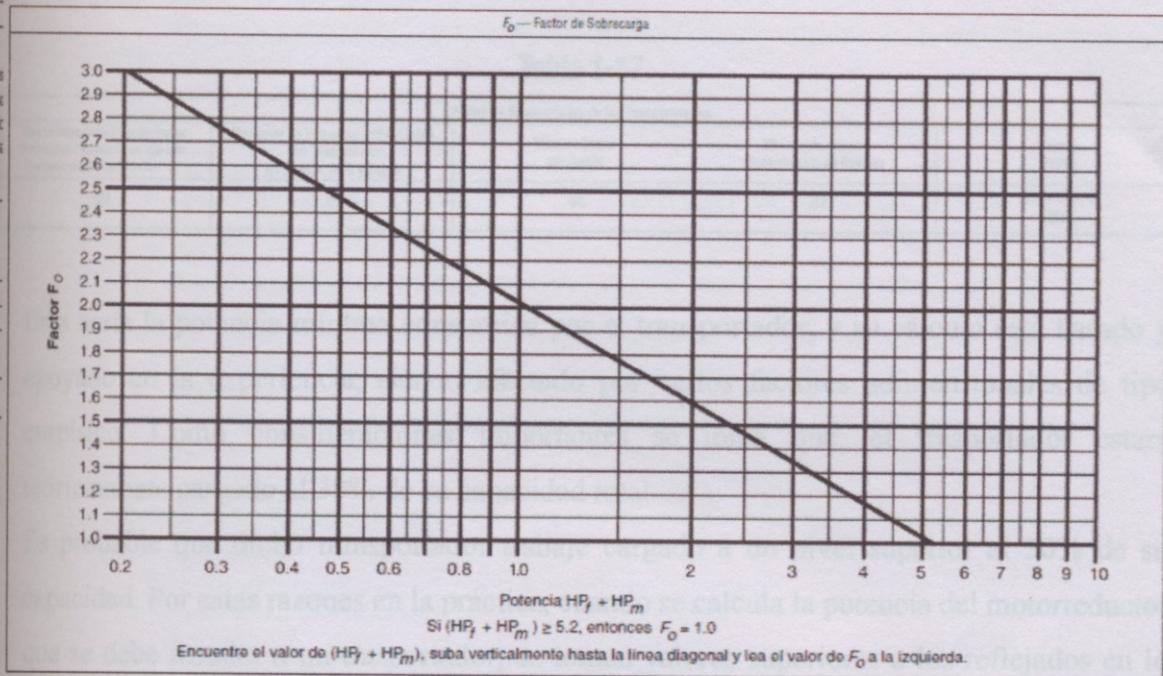
Fm = 2: factor de material.

F0: Factor de sobrecarga (gráfico 1-16).

e = 0.9: eficiencia (tabla 1-17).

Tabla 1-14

Tabla 1-16



La potencia HPF será:

$$HP_f = \frac{D * L}{0,5 * 0,745} = \frac{(0,2191) * 4}{0,5 * 0,745}$$

$$HP_f = 2,35 \text{ HP}$$

La potencia HPm será:

$$HP_m = \frac{L * Q_e * F_f * F_p * F_m}{75} = \frac{4 * 0,750 * 1 * 1 * 2}{75}$$

$$HP_m = 0,08 \text{ HP}$$

La potencia total HPT será:

$$HP_T = \frac{(HP_f + HP_m) * F_0}{e}$$

Siendo $F_0 = 1$

$$HP_T = \frac{(2,35 + 0,08) * 1}{0,9}$$

$$HP_T = 2,7 \text{ HP}$$

La potencia del motorreductor a instalar será:

$$HP_{MR} = HP_T * F_S$$

Donde FS es el factor de servicio del motorreductor, y generalmente FS = 1.4; por lo tanto

$$HP_{MR} = 2,7 * 1,4$$

$$HP_{MR} = 3,78HP = 2,60 \text{ kW}$$

Tabla 1-17

Factor de Eficiencia (e) de las Transmisiones				
Transmisión para Transportador Helicoidal o Montado en Eje con Transmisión de Bandas en "V"	Reductor de Engranajes Helicoidales con Transmisión de Bandas en V y Copie	Motorreductor con Copie	Motorreductor con Transmisión de Cadena	Corona Sinfin
.88	.87	.95	.87	Consulte a <i>Fluor</i>

Esta sería la potencia mínima consumida por el transportador, y su cálculo está basado y apoyado en la experiencia, siendo afectado por varios factores adimensionales de tipo empírico. Como consideraciones importantes se toma que: el transportador estará teóricamente cargado al 30% de su capacidad total.

Es probable que dicho transportador trabaje cargado a un nivel superior al 30% de su capacidad. Por estas razones en la práctica, cuando se calcula la potencia del motorreductor que se debe instalar a un transportador, se toman valores superiores a los reflejados en lo obtenido analíticamente, ya que cuando el motor es de baja potencia, pueden producirse atoramientos, efecto totalmente indeseado y que debe evitarse.

Es este caso, el motorreductor que se instalará es uno SEW Eurodrive ® de 3 Kw de potencia.

12.4. CÁLCULO DE EJES

La primera consideración para determinar el tamaño y el tipo de los ejes, es si son los adecuados para transmitir el torque requerido, incluyendo cualquier sobrecarga. Para la mayoría de las aplicaciones, los ejes rolados en frío son adecuados. Sin embargo, algunas veces se deben usar ejes de mayor resistencia debido a las limitaciones de torque. Cuando se manejan materiales corrosivos o que pudieran contaminarse, puede ser necesario usar ejes de acero inoxidable.

FA67DRS100M4

Reductores de ejes paralelos F + Motores de CA DRS.. (IE1)

Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1400
Velocidad de salida	[1/min] : 41
Índice de reducción total	: 34,01
Par de salida	[Nm] : 695
Factor de servicio SEW-FB	: 1,05
Posición de montaje	: M1
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bombas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje hueco	[mm] : 40
Salida permitida con carga radial n=1400	[N] : 6020
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 2,7
Potencia del motor	[kW] : 3
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE1
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 85,2 / 84,7 / 82,4
Marcado CE	: No
Tensión del motor	[V] : 220/380
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz] : 50
Corriente nominal	[A] : 11,6 / 6,7
Cos Phi	: 0,82
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 ⁻⁴ kgm ²] : 57,32
Peso neto	[Kg] : 56
Características adicionales	
Aislamiento térmico 155(F)	
Sin caperuza de seguridad	
Grado de protección IP 55	
Tensión, frecuencia, bobinado	

3.2.4- CÁLCULO DE EJES

La primera consideración para determinar el tamaño y el tipo de los ejes, es si son los adecuados para transmitir el torque requerido, incluyendo cualquier sobrecarga. Para la mayoría de las aplicaciones, los ejes rolados en frío son adecuados. Sin embargo, algunas veces se deben usar ejes de mayor resistencia debido a las limitaciones de torque. Cuando se manejan materiales corrosivos o que pudieran contaminarse, puede ser necesario usar ejes de acero inoxidable.

Considero el máximo momento que genera el motorreductor en condiciones normales de funcionamiento.

$$M = 695 \text{ Nm} = 7084 \text{ Kg.cm}$$

Coefficiente de seguridad = 1,5

Coefficiente de fatiga = 1,7

Material SAE 1045.

$$\sigma_f = 31 \text{ Kg/mm}^2$$

W: modulo resistente.

$$w = \frac{M}{\sigma_{adm}}$$

Dónde:

$$w = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{M}{\sigma_{adm}} \cdot \frac{32}{\pi}}$$

Utilizando del ANEXO tabla 1 de acero 1045 obtengo el modulo resistente.

Adoptamos una carga a fatiga igual a $29 \text{ kg/mm}^2 = 2900 \text{ kg/cm}^2$.

$$\text{Calculamos el } T_{adm} = \frac{C \cdot C_1 \cdot b \cdot S}{\varphi \cdot \beta_k}$$

Donde:

C = Coeficiente de seguridad

C_1 = Coeficiente de orientación de las fibras

b = Factor de magnitud de la pieza

S = Función de la resistencia a tracción estático del material (ANEXO Tabla N°2).

φ = Coeficiente de impacto

β_k = Concentrador de tensiones por cambios bruscos de sección (ANEXO Tabla N°3 y tabla N°5).

$$T_{adm} = \frac{\left(\frac{1}{1,2}\right) * 0,9 * 0,85 * 0,9 * 29 \text{ kg/mm}^2}{1,1 * 1,3} = 12,92 \text{ Kg/mm}^2$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{70840 \text{ Kg.mm}}{12,92 \text{ Kg/mm}^2} * \frac{32}{\pi}} = 38,22 \text{ mm}$$

De acuerdo al cálculo anterior adopto un eje de 40 mm de diámetro.

Lo próximo a calcular es el peso total de la hélice con su respectivo eje por unidad de longitud.

Material SAE 1010.

$$\sigma_f = 21 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (ANEXO Tabla N}^\circ\text{1)}$$

Masa espiras = 36.5 Kg.

Eje del transportador (4,05 Kg/m)

Caño. Material SAE 1010

$$\sigma_f = 21 \text{ Kg/mm}^2$$

Dext= 48, 3 mm.

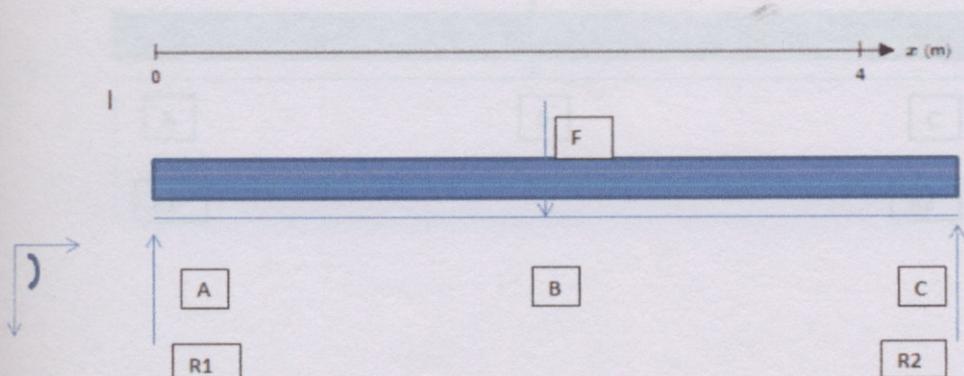
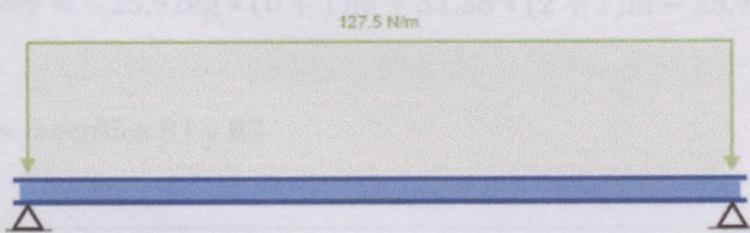
Dint= 44.62 mm.

Espesor = 3,68 mm.

El peso total de la hélice es aproximadamente 13 kg/m, obtenemos unos 127.5 N/m de carga distribuida (q) a lo largo del eje del transportador.

El siguiente es el diagrama de cuerpo libre del eje del sinfín, donde A y B son vínculos de 1ra y 2da.

3.2.5- DETERMINAMOS LOS MOMENTOS ESTÁTICOS



$$F = 12,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 4\text{m} = 51,83\text{Kg}$$

Las cargas actuantes sobre el eje en el momento se pueden ver en el siguiente diagrama estático.

$$\sum F_y = -R_1 + F - R_2$$

$$\sum M_y = -R_1 * (0)\text{m} + F * (2)\text{m} - R_2 * (4)\text{m}$$

De $\sum F_y$ Obtengo R2

$$R_2 = \frac{F * 2\text{m}}{4\text{m}} = \frac{51,83\text{kg} * 2\text{m}}{4\text{m}} = 25,92\text{kg}$$

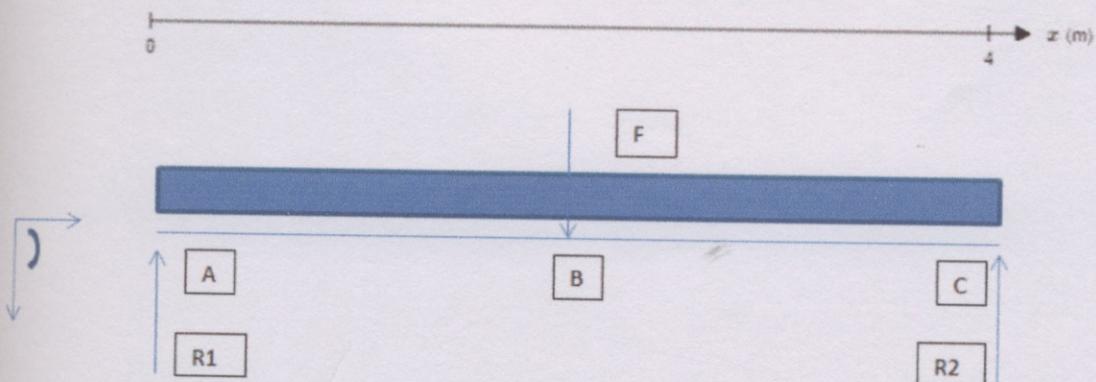
de $\sum F_y$ obtengo R1

$$R_1 = F - R_2 = 51,83\text{kg} - 25,91\text{kg} = 25,92\text{kg}$$

$$\sum M_y v = \sum M_y = -R_1 * (0 + 1)\text{m} + F * (2 + 1)\text{m} - R_2 * (4 + 1)\text{m}$$

$$\sum M_y v = \sum M_y = -25,92\text{kg} * (0 + 1)\text{m} + 51,38 * (2 + 1)\text{m} - 25,92 * (4 + 1) = 0$$

Verifica $\sum M_y = 0$ verifica R1 y R2



Punto A

$$Q_{\text{izquierda}} = 0$$

$$M_{\text{a izquierda}} = 0$$

$$Q_{\text{a derecha}} = -R_1 + F - R_2$$

$$Q_{\text{a derecha}} = -25,92\text{kg} + 51,83\text{kg} - 25,92\text{kg} = 0\text{kg}$$

$$Q_{\text{a derecha}} = 0\text{kg}$$

$$M_{\text{a derecha}} = -R_1 * 0\text{cm} + F * (200\text{cm}) - R_2 * (400\text{cm})$$

$$M_{\text{a derecha}} = -25,92\text{kg} * (0)\text{cm} + 51,83\text{kg}(200\text{cm}) - 25,92\text{kg}(400\text{cm})$$

$$M_{\text{a derecha}} = 0 \text{ kgcm}$$

Punto B

$$Q_{\text{b izquierda}} = F_1 = 51,83\text{kg}$$

$$M_{\text{b izquierda}} = R_1 * 200\text{cm} = 25,92\text{kg} * 200\text{cm}$$

$$M_{\text{b izquierda}} = 5184\text{kgcm}$$

$$Q_{\text{b derecha}} = -R_2 = -25,92\text{kg}$$

$$M_{\text{b derecha}} = -R_2 * (2\text{m}) = -25,92\text{kg} * 200\text{cm}$$

$$M_{\text{b derecha}} = -5184\text{kgcm}$$

Punto C

$$Q_{\text{c izquierda}} = -R_1 + F = -25,92\text{kg} + 51,83\text{kg}$$

$$Q_{\text{c izquierda}} = -25,92\text{kg}$$

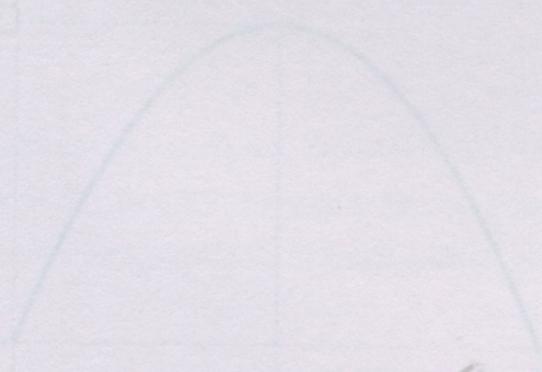
$$M_{\text{c izquierda}} = R_1 * 400\text{cm} - F * 200\text{cm} = 25,92\text{kg} * 400\text{cm} - 51,83\text{kg} * 200\text{cm}$$

$$M_{\text{c izquierda}} = 0$$

Tabla de equivalencia de esfuerzos Diagrama de corte y momento

Q_a izquierda	0kg	0N
M_a izquierda	0kg	0N
Q_a derecha	0kg	0N
M_a derecha	0kgcm	0NM
Q_b izquierda	51,83kg	507,9N
M_b izquierda	5184kgcm	508NM
Q_b derecha	-25,92kg	-254N
M_b derecha	-5184kgcm	-508NM
Q_c izquierda	-25,92kg	-254N
M_c izquierda	0kg	0kn
Q_c derecha	0kg	0kn
M_c derecha	0Kgcm	0knM

Diagrama de momento



Diagramas de corte y momento

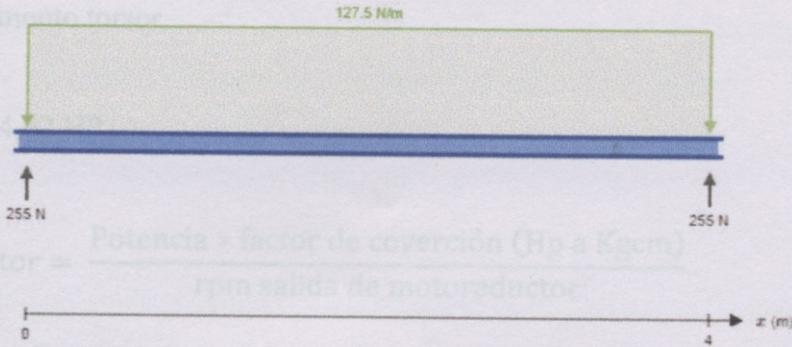


Diagrama de corte

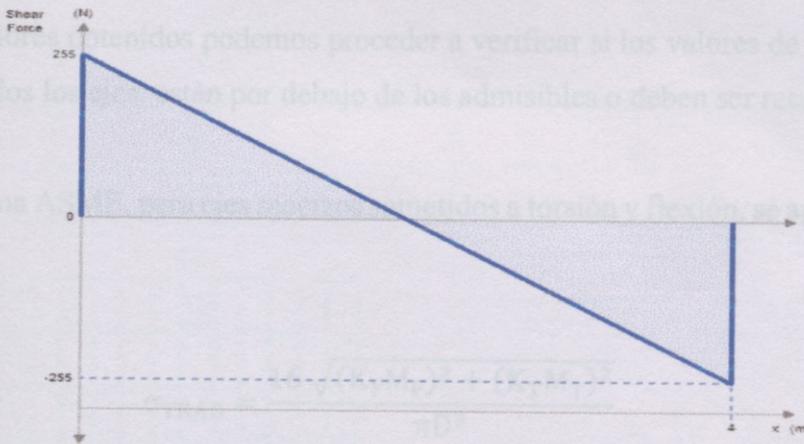
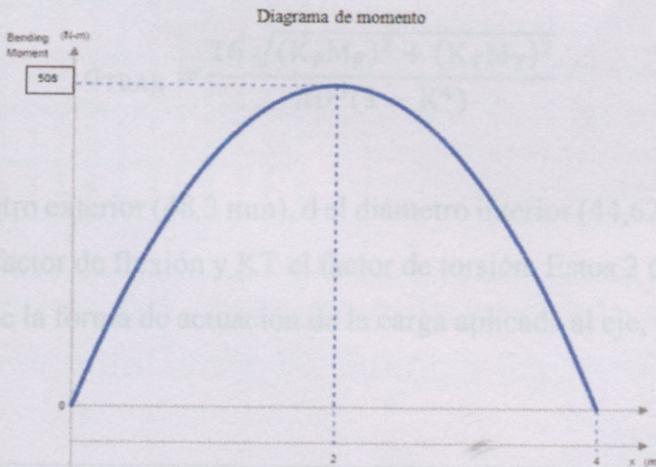


Diagrama de momento



TIPO DE CARGA	K _F	K _T
Aplicada gradualmente	1.5	1
Repentina (choque menor)	1.5 - 2	1 - 1.5
Repentina (choque fuerte)	2 - 3	1.5 - 3

En nuestro caso, el choque es menor, por ello se adopta $K_F = 2$ y $K_T = 1.5$.

Tomamos como momento máximo flector 5184 kgcm.

Cálculo del momento torsor.

Motorreductor.

Potencia 3 kw/ 4,02 HP.

$$\text{Torque del motor} = \frac{\text{Potencia} * \text{factor de conversión (Hp a Kgcm)}}{\text{rpm salida de motoreductor}}$$

$$T_m = \frac{4\text{HP}}{103\text{RPM}} * 71620$$

$$T_m = 2800\text{kgcm}$$

$$M_F = 5184 \text{ Kgcm} \approx 509 \text{ Nm}$$

$$M_T = 2800\text{Kgcm} \approx 275 \text{ Nm}$$

Con estos valores obtenidos podemos proceder a verificar si los valores de tensión a la cual están solicitados los ejes, están por debajo de los admisibles o deben ser recalculados.

Según la norma ASME, para ejes macizos sometidos a torsión y flexión, se aplica la siguiente ecuación:

$$\sigma_{\text{TRAB}} = \frac{16 \sqrt{(K_F M_F)^2 + (K_T M_T)^2}}{\pi D^3}$$

Si se trata de ejes huecos

$$\sigma_{\text{TRAB}} = \frac{16 \sqrt{(K_F M_F)^2 + (K_T M_T)^2}}{\pi D^3 (1 - K^4)}$$

Donde D es el diámetro exterior (48.3 mm), d el diámetro interior (44,62 mm), K la relación d/D (0.9238), KF el factor de flexión y KT el factor de torsión. Estos 2 últimos coeficientes ASME son función de la forma de actuación de la carga aplicada al eje, y se presentan en la siguiente tabla:

TIPO DE CARGA	KF	KT
Aplicada gradualmente	1.5	1
Repentina (choque menor)	1.5 - 2	1 - 1.5
Repentina (choque fuerte)	2 - 3	1.5 - 3

En nuestro caso, el choque es menor, por ello se adopta KF = 2 y KT = 1.5.

Se tendrá en cuenta, en lugar de la tensión de fluencia σ_{FL} , una resistencia denominada tensión de fatiga σ_f , la cual se puede definir como el límite superior de la carga alternativa que puede soportar un árbol un tiempo indefinido. En el valor de σ_f inciden:

El acabado superficial del eje.

El efecto de entalladura.

El valor de σ_f se calcula multiplicando por los respectivos coeficientes (K_{ac} : coeficiente de acabado superficial, K_{ent} : coeficiente de entalladura) el valor del límite de fluencia.

$$SAE 1045 \sigma_{FL} = 31 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (Anexo Tabla N}^\circ\text{1 pag 77)}$$

$$\sigma_f = \sigma_{FL} K_{ac} K_{ent}$$

El coeficiente K_{ac} se obtiene según las experiencias de Klingelnberg, representadas en la siguiente figura:

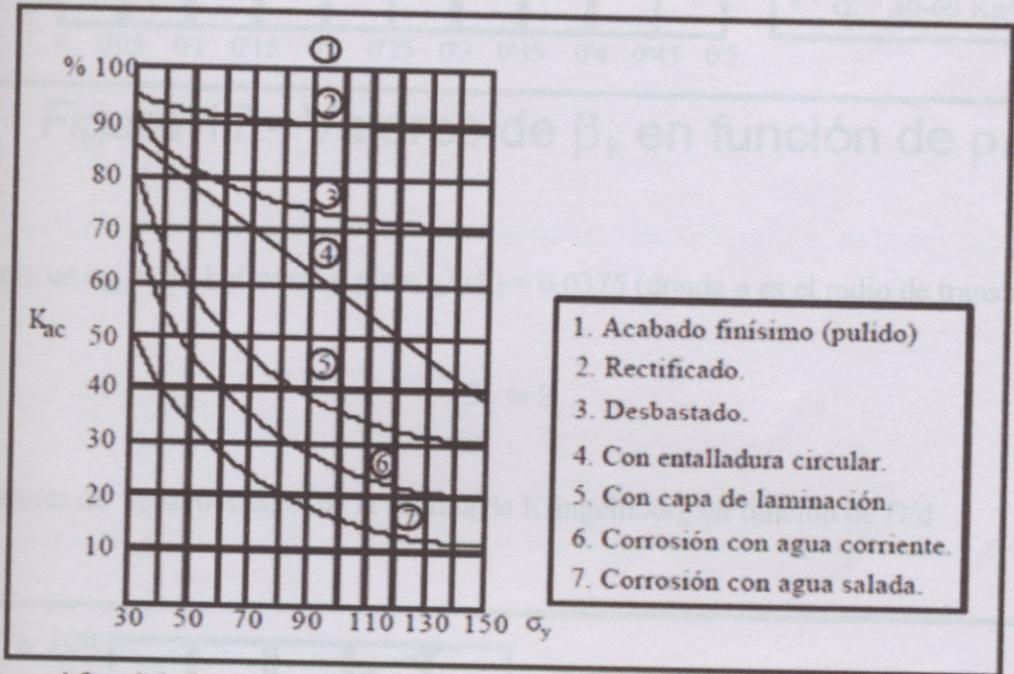


Figura 16.- Valores del coeficiente de acabado superficial en función del límite de fluencia (kgf/mm²).

Para eje desbastado y $\sigma_{FL} = 31 \text{ kgf/mm}^2$ (ANEXO Tabla N^o1) se tiene

$$K_{ac} = 0,85$$

El coeficiente K_{ent} se calcula mediante la expresión empírica

$$K_{ent} = \frac{1}{1 + (\beta_k - 1) \lambda_k}$$

Los valores de β_k cuando se trata de cambio de diámetro, se obtiene de la gráfica de Lehr:

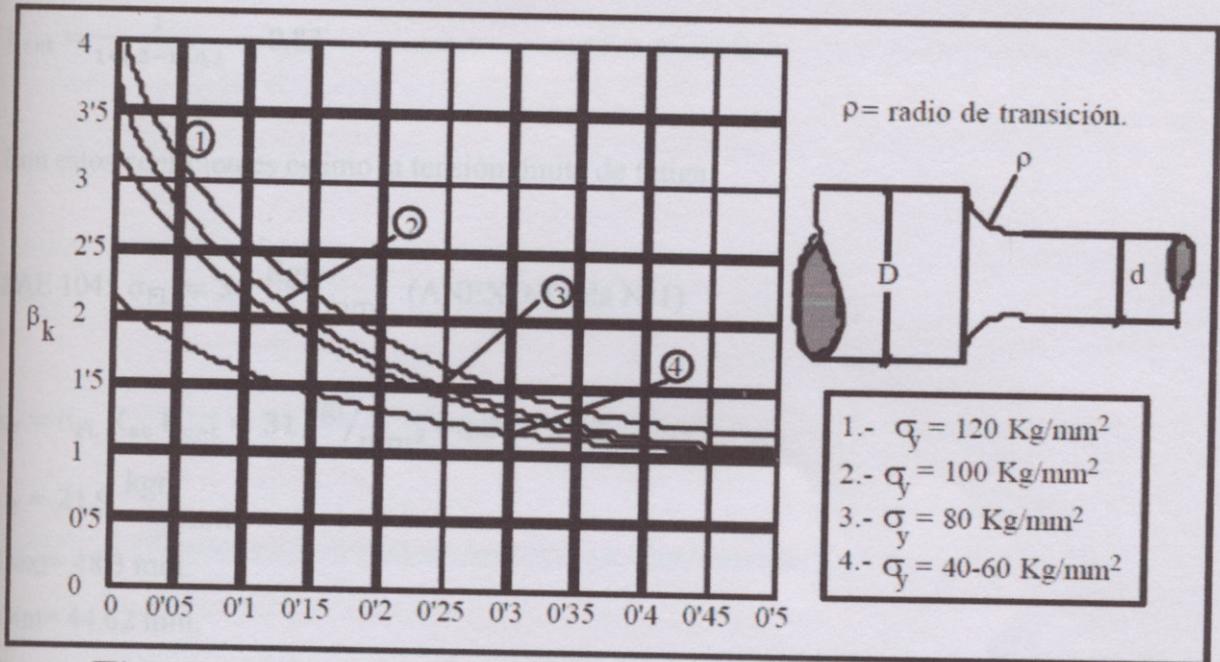


Figura 17.- Valores de β_k en función de ρ/d .

que para un $\sigma_{FL} = 31 \text{ kgf/mm}^2$ y $\rho/d = 1,5/40 = 0,0375$ (donde ρ es el radio de transición)

$$\beta_k = 2$$

Los valores de λ_k se obtienen de la gráfica de Klingelnberg en función de D/d

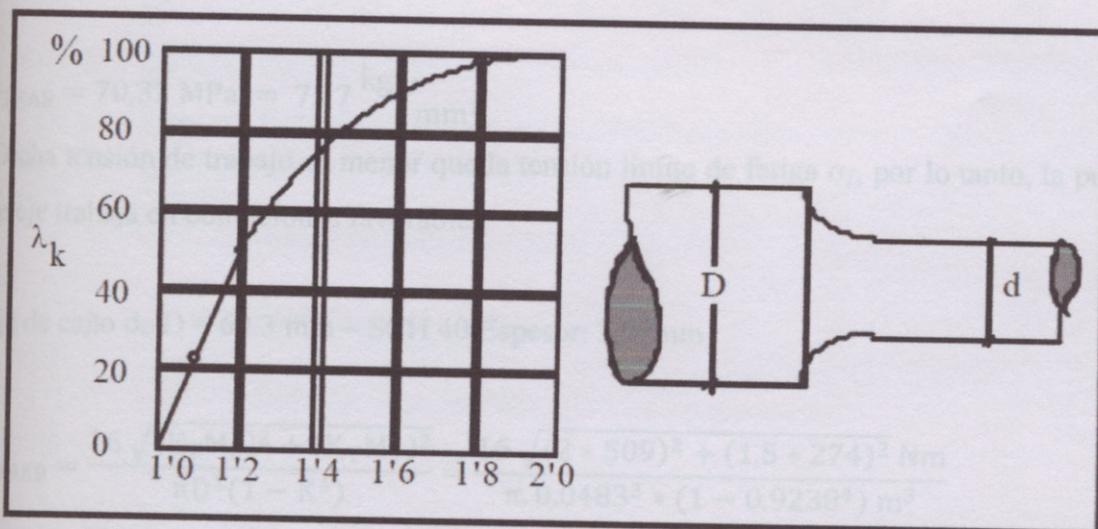


Figura 18.- Valores de λ_k en función de D/d .

Que para: $D/d = 43/40 = 1,1$ se tiene

$$\lambda_k = 0,2$$

Siendo entonces:

$$K_{ent} = \frac{1}{1+(2-1) \cdot 0,2} = 0,83$$

Con estos coeficientes estimo la tensión límite de fatiga

$$SAE 1045 \sigma_{FL} = 31 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ (ANEXO Tabla N}^\circ 1)$$

$$\sigma_f = \sigma_{FL} K_{ac} K_{ent} = 31 \text{ kgf/mm}^2 * 0,85 * 0,83$$

$$\sigma_f = 21,9 \text{ kgf/mm}^2$$

$$D_{ext} = 48,3 \text{ mm.}$$

$$D_{int} = 44,62 \text{ mm.}$$

$$\text{Espesor} = 3,68 \text{ mm.}$$

Ahora verifico que: tanto la tensión de trabajo de las puntas de eje, como la del caño que se utiliza como eje, no sobrepasen dicha tensión límite de fatiga:

Punta de eje SAE 1045

$$\sigma_{TRAB} = \frac{16 \sqrt{(K_F M_F)^2 + (K_T M_T)^2}}{\pi D^3} = \frac{16 \sqrt{(2 * 509)^2 + (1,5 * 274)^2} \text{ Nm}}{(\pi \cdot 0,043^3) \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{TRAB} = 70,32 \text{ MPa} = 7,17 \text{ kgf/mm}^2$$

Dicha tensión de trabajo es menor que la tensión límite de fatiga σ_f , por lo tanto, la punta de eje trabaja en condiciones favorables.

Eje de caño de $D = 60,3 \text{ mm}$ – SCH 40 Espesor: 3,91mm.

$$\sigma_{TRAB} = \frac{16 \sqrt{(K_F M_F)^2 + (K_T M_T)^2}}{\pi D^3 (1 - K^4)} = \frac{16 \sqrt{(2 * 509)^2 + (1,5 * 274)^2} \text{ Nm}}{\pi \cdot 0,0483^3 * (1 - 0,9238^4) \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{TRAB} = 182,63 \text{ MPa} = 18,263 \text{ kgf/mm}^2$$

Dicha tensión de trabajo es menor que la tensión límite de fatiga σ_f , por lo tanto, el eje hecho de caño trabaja en condiciones muy favorables.

3.2.6- CALCULO DE CHAVETA

Selecciono chaveta desde tabla, calculo el largo y verifico.

Chaveta para eje de 40 mm de diámetros.

(ANEXO Tabla 6)

Medidas de la chaveta.

$$b = 12\text{mm} \quad h = 8\text{mm}$$

Material SAE 1045 (ANEXO Tabla 1)

$$T_{adm} = \frac{1}{2} * T_{fluencia} = \frac{1}{2} * 31 \text{ Kg/mm}^2 = 15,5 \text{ Kg/mm}^2 \approx 1550 \text{ kg/cm}^2$$

$K=2,7$: coeficiente de seguridad por el par de arranque.

Calculo el momento torsor generado en la punta de eje.

$$M_t = \frac{\text{Pot(HP)}}{\text{rev}}$$

$$M_t = 71620 * \frac{4.02 \text{ HP}}{67 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$M_t = 4297 \text{ Kgf. cm}$$

Cálculo el largo de la chaveta y verifico.

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al corte.

$$L_{\text{corte}} = \frac{M_t \cdot K}{r \cdot b \cdot T_{adm}}$$

$$L_{\text{corte}} = \frac{4297 \text{ Kgf. cm. } 2,7}{1.2 \text{ cm.} * 0.8 \text{ cm.} * 1550 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$L_{\text{corte}} = 7,79 \text{ cm}$$

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al aplastamiento.

$$L_{\text{aplastamiento}} = \frac{\text{Par de Salida}}{r \cdot \frac{h}{2} \cdot \sigma_{\text{aplast.}}}$$

$$L_{\text{aplastamiento}} = \frac{4297 \text{ Kg} \cdot \text{cm} \cdot 2,7}{2 \text{ cm} \cdot \frac{0,8 \text{ cm}}{2} \cdot 3100 \text{ Kg}/\text{cm}^2}$$

$$L_{\text{aplastamiento}} = 4,67 \text{ cm}$$

El largo de la chaveta nos queda dimensionado de acuerdo, a los esfuerzos sometidos al corte.

Adopto chaveta con las siguientes dimensiones $b \times h \times l = 12 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 78 \text{ mm}$.

3.2.7- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

El tamaño del rodamiento para una aplicación se selecciona inicialmente en base a su capacidad de carga, en relación a las cargas que tendría que soportar, y según las experiencias de duración y fiabilidad.

El eje en el cual se montará el rodamiento, cuenta con un diámetro de 35mm. Por lo tanto, seleccionaremos un rodamiento adecuado para tal diámetro y del tipo de bolas, habiendo considerado que las cargas soportadas son puramente radiales.

El rodamiento seleccionado es:

YAR 207 – 2f

Rodamiento rígido de bolas para altas temperaturas, ya que tiene mayor dureza que uno común y dado al ambiente de trabajo donde se encuentra inmerso en polvo ante el ingreso de partículas por falla de los retenes tienen mayor durabilidad, a un costo similar.

Están preparados para trabajar a temperaturas extremas en el margen de $-40 \text{ a } +250 \text{ }^\circ\text{C}$ o que deban soportar diferencias de temperatura muy grandes.

Son capaces de soportar cargas axiales además de radiales.

Incluyen un juego radial interno grande y jaulas especiales. Todas las superficies de los rodamientos y las placas de protección están fosfatadas con manganeso, lo cual logra una protección contra corrosión y mejora las propiedades de funcionamiento. Y ya se encuentran lubricados de por vida.

Preparados para lograr:

Un menor costo de funcionamiento de la máquina.

Una mayor vida útil sin mantenimiento.

Una alta fiabilidad de funcionamiento.

Es un rodamiento diseñado para trabajar a bajas revoluciones.

Estas unidades de rodamiento cuentan con un soporte de fundición gris, estos son intercambiables con unidades estándares Y.

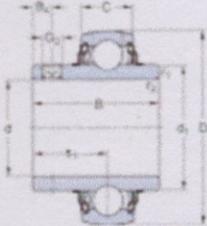
Cuentan con una protección contra la corrosión y una de las características más interesantes es que este tipo de soporte donde irá montado el rodamiento, son autoalineables.



YAR 207-2F

Producto popular

Dimensiones



d	35	mm
D	72	mm
B	42.9	mm
C	19	mm
d ₁	46.1	mm
B ₂	6	mm
r ₁₂	min. 1	mm
s ₁	25.4	mm

Detalles del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	25.5	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	15.3	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.655	kN
Velocidad límite con tolerancia de eje h6		5300	r/min
Factor de cálculo	f ₀	14	

Masa

Rodamiento de masa		0.45	kg
--------------------	--	------	----

Información de montaje

Rosca del prisionero	G ₂	M6x0.75
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	3 mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		4 Nm

Productos adecuados

Aro de asiento de caucho	RIS 207 A
--------------------------	-----------

El tamaño necesario viene determinado por la capacidad de carga estática C₀, ya que los rodamientos y las unidades de rodamiento para altas temperaturas giran a velocidades bajas. A altas temperaturas, la capacidad de carga del rodamiento se reduce. Para tener esto en cuenta se debe multiplicar por la capacidad de carga por un factor de temperatura f_T. Lo cual no consideraremos ya que en nuestro caso trabaja a bajas temperaturas, como se explicó anteriormente debido a la alta densidad de polvo medioambiental se decide instalar este rodamiento ya que sus retenes y el resto de componentes pueden lograr mayor vida útil en presencia de polvo, ya que la diferencia de costo no es significativa.

Ya que el rodamiento gira a bajas revoluciones, se lo verificara a cargas estáticas.

La carga estática P₀ equivales:

$$P_0 = 0.6 F_r + 0.5 F_a$$

Pero al no tener carga axial, la carga estática equivalente se reduce a

$$P_0 = 0.6 F_r$$

$$P_0 = 0.6 \cdot 126,2 \text{ N}$$

$$P_0 = 75,72 \text{ N}$$

Pero el catálogo de SKF® recomienda que en caso de $P_0 < F_r$ se tome

$$P_0 = F_r$$

$$P_0 = 126,2 \text{ N}$$

Cuando el tamaño del rodamiento queda determinado por la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 , que representa la relación entre la capacidad de carga estática C_0 y la capacidad estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática requerida.

Se debe cumplir que el siguiente factor s_0

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

Sea mayor al adoptado de la siguiente tabla :

Tabla 10

Tipo de funcionamiento	Rodamientos rotativos					Rodamientos estacionarios		
	Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso							
	no importante		normal		alto			
	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos
Suave, sin vibraciones	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque notables ¹⁾	≥ 1,5	≥ 2,5	≥ 1,5	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

Para los rodamientos axiales de rodillos a rótula es aconsejable utilizar $s_0 \geq 4$

¹⁾ Cuando se desconoce la magnitud de la carga de choque, deben usarse valores de s_0 por lo menos iguales a los arriba indicados. Si las magnitudes de las cargas de choque son exactamente conocidas, se pueden aplicar valores de s_0 menores

Para que el rodamiento funcione silencioso, suave y sin vibraciones s_0 mín. vale 0.5.

Ahora calculo el valor de s_0

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0} = \frac{15300 \text{ N}}{126,2 \text{ N}}$$

$$s_0 = 121$$

Se cumple que.

$$s_0 > s_0 \text{ mín}$$

$$121 > 0,5$$

A modo de conclusión, se encuentran montados los rodamientos sobre soporte autoalineables favorece considerablemente la vida de los rodamientos en este tipo de aplicación, ya que es normal tener desalineaciones en las roscas helicoidales de los transportadores.

Permitiendo de esta manera condiciones de funcionamiento normales con un mínimo mantenimiento.

Además, queda demostrado que el rodamiento utilizado puede utilizarse en esta aplicación, ya que el factor de seguridad obtenido es considerablemente mayor que el recomendado por la tabla 10 del Catálogo General de SKF.

CAPITULO IV: CINTA TRANSPORTADORA

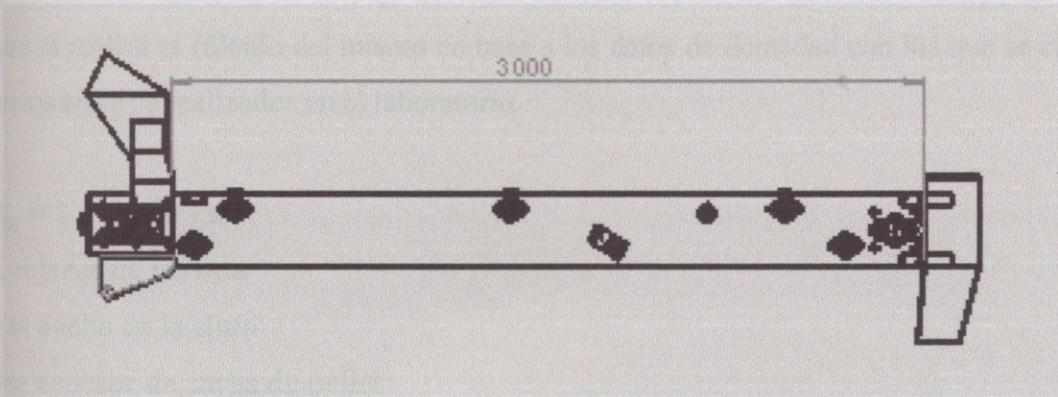
INTRODUCCION

Se calculara una cinta transportadora, la cual tendrá la función de extraer el pellet producido por la peleteadora, y transportarlo hacia un big-bag, de 2 metros de altura, la cinta debe trasportar el pellet de manera tal que el mismo pueda bajar la temperatura que adquiere producto de la compresión que se realiza en el proceso de peleteado permitiendo así la solidificación de la lignina la cual le dará la textura al pellet, por este motivo la cinta funcionara a baja velocidad y una carga distribuida que permita la aireación del pellet .

Dimensiones del área de carga de la cinta

Gráfico de carga de cinta transportadora.

En la siguiente gráfica se muestra el área de carga de la cinta transportadora, el ángulo que tiene la cinta para elevar el pellet de la carga hacia la descarga, y la altura de elevación que logra.



ρ_V = peso por unidad de Volumen

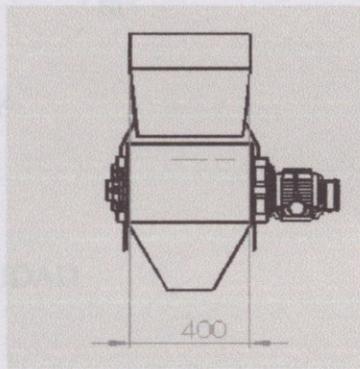
$$\rho_V = 3m \cdot 0,4m \cdot 0,15m = 750 \text{ Kg/}$$

$$P_m = 135kg$$

$$P_c = 135kg = \text{sta } \alpha ; \alpha = 30^\circ$$

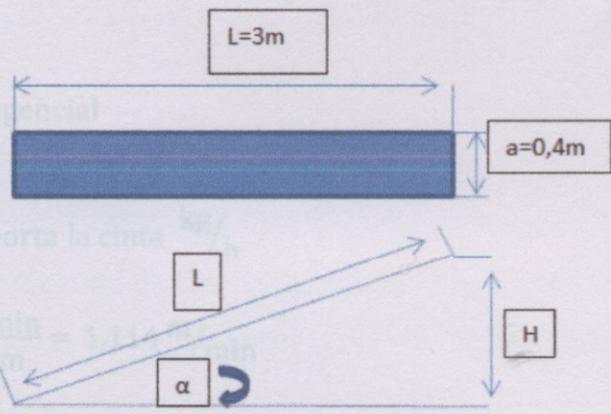
$$P = 67,5kg$$

4.2- CALCULO DE VELOCIDAD



Para calcular la velocidad de la cinta se cuenta como dato el caudal que se debe transportar y la geometría de la misma, se optó por una cinta de 400 mm de ancho ya que este ancho de una transportadora es una de las medidas de cinta estándar que se consiguen en el mercado.

4.1- CALCULO DE CARGA.



Con estos datos calculamos la fuerza de empuje que debe realizar la cinta para elevar la carga con la pendiente dada.

$$F_e = P_m \cdot \text{sen } \alpha$$

F_e = Fuerza de empuje de la cinta

P_m = Peso del material [Kg/m]

H = 1,5 metros desnivel [m]

Para calcular la fuerza de empuje debemos conocer el peso del material a transportar por lo que se realiza el cálculo del mismo en base a los datos de densidad con los que se cuentan en los ensayos realizados en el laboratorio.

$$P_m = L * a * e * P_{uV}$$

L = largo de la cinta

a = ancho de la cinta

e = espesor de carga de pellet

P_{uV} = peso por unidad de Volúmen

$$P_m = 3m * 0,4m * 0,15m * 750 \text{ Kg/m}^3$$

$$P_m = 135\text{kg}$$

$$F_e = 135\text{kg} * \sin \alpha ; \alpha = 30^\circ$$

$$F_e = 67,5\text{kg}$$

4.2- CALCULO DE VELOCIDAD.

Para calcular la velocidad de la cinta se cuenta como dato el caudal que se debe transportar, y la geometría de la misma, se optó por una cinta de 400 mm de ancho ya que este ancho de cinta transportadora es una de las medidas de cinta estándar que se consiguen en el mercado.

$$Q = 500 \text{ kg/h} * 1\text{h}/60\text{min} = 8,33 \text{ Kg/min} * \frac{1}{750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,01110 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$V_t = \frac{Q}{A}$$

V_t = Velocidad Tangencial

Q = Caudal

A = Area que transporta la cinta kg/h

$$V_t = \frac{0,01110 \text{ m}^3/\text{min}}{0,4\text{m} * 0,025\text{m}} = 1,114 \text{ m/min}$$

Adopto como velocidad media recomendada por fabricante 1m/seg

Con el dato obtenido de la velocidad de trabajo, y la dimensión del rodillo tractor adoptada por indicación del fabricante obtenemos las RPM necesarias que debe tener el motorreductor que impulsará la cinta transportadora.

$$V_t = W * R$$

W = velocidad angular

R = radio

$$W = \frac{(1,114 \text{ m/min} * 2\pi/\text{rev})}{0,1\text{m}} = 69\text{rpm.}$$

4.3- CALCULO DE POTENCIA.

En base a la velocidad y el volumen de pellet que se transportara se calcula la potencia que deberá tener el motorreductor que impulsa la cinta.

Qm = Caudal máximo[Tn/h]

H = desnivel[m]

fc = Coef. de fricción de la cinta en función del rozamiento del compuesto de la misma con el rodillo

C1 = Coeficiente de carga y velocidad en función del largo

P = potencia necesaria para el funcionamiento correcto de la cinta [hp]

$$H = 3\text{m} * \sin 30^\circ = 1,5\text{m}$$

C=factor de contacto del rodillo motor y la cinta

$$P = \frac{Q_m * H}{270} + \frac{f_c * Q_m}{270} + \frac{0,006f_c * c_1 * V * P_m}{270}$$

$$P = \frac{0,5 \text{ Tn/h} * 1,5\text{m}}{270} + \frac{1,84 * 0,5 \text{ Tn/h}}{270} + \frac{0,06 * 1,84 * 7 * 1,14 \text{ m/min} * 135\text{kg}}{270} = 0,44\text{hp}$$

$$P = 0,44\text{hp}$$

$$P = 0,44\text{hp} * 0,745 \text{ Kw/hp} = 0,33\text{kW}$$

Adoptamos un motorreductor de 1kw de potencia a 72 rpm.

Cinta estándar de 2 telas, 400 mm de ancho, 4000 mm de largo y 4 mm de espesor.

Por lo que la velocidad de la cinta será de:

$$V_t = \frac{(72\text{rpm} * 0,1\text{m})}{2\pi/\text{rev}} = 1,15 \text{ m/min}$$

4.4- SELECCIÓN DE BANDA.

Adoptamos la siguiente cinta transportadora para 30°.

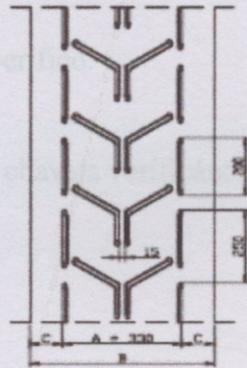
Tipo de material	Ejemplo de material	Max. ángulo de inclinación		
		Altura de los perfiles		
		h (mm): 16	h (mm): 25	h (mm): 32
POLVORIENTO	Harina, cal, etc.	25°	28°	30°
PERDIDA DE FLUJO	Granos: maíz, caba- da, trigo, centeno, arena seca	20/25°	25/30°	25/30°
PERDIDA DE RODAMIENTO	Grava, tierra, piedra	25°	28°	30°
PEGAJOSO	Arena húmeda, ceniza, arcilla	30/35°	35/40°	40/45°
EMPACADO	Sacos, sacos de yute, sacos de papel	30/35°	35/40°	35/40°

Bandas transportadoras CHEVRON con perfiles de tipo A y AH

ALTURA DEL PERFIL 16 mm

B (mm)	PROFILE	A (mm)	C (mm)	EP 250/2 2.5/1	EP 400/3 2.5/1.5	EP 500/4 4/2
400	A 33	330	35	•		
500	A 33	330	85		•	
	A 44	440	30	•	•	
600	A 44	440	80			
	A 51	510	45			
650	A 54	540	30			
	A 44	440	105	•	•	
	A 51	510	70			
	A 54	540	55			
800	A 62	620	15			
	A 51	510	145			
	A 54	540	130		•	
	A 62	620	90			
1000	A 72	720	40			
	A 62	620	190			
	A 72	720	140		•	
	A 83	830	85			
1200	A 94	940	30			
	A 83	830	185		•	
	A 94	940	130		•	
	A 101	1010	95			
1400	A 112	1120	40			
	A 101	1010	195		•	
	A 112	1120	140			
1600	A 133	1330	35			
1800	A 161	1610	95			

A 33, AH 33



Verificamos que la cinta pueda transportar el caudal necesario de pellet

$$Q = 1,15 \text{ m}^3/\text{min} * 0,4\text{m} * 0,025\text{m} * 60 \text{ min}/\text{h} * 750 \text{ kg}/\text{m}^3 = 517 \text{ kg}/\text{h};$$

Como conclusión, la cinta transportadora tiene la capacidad suficiente para extraer la producción de la peleteadora, permitiéndonos trabajar en velocidades muy bajas evitando desgaste por fatiga, aumentando la resistencia de los componentes de la cinta al desgaste, además de darle tiempo suficiente para enfriarse y que solidifique la lignina haciendo que el pellet tenga una estructura homogénea y sólida.

4.5- CALCULO DE CHAVETA.

De Anexo tabla 6, adoptamos la chaveta de acuerdo al diámetro del eje encargado de la transmisión de potencia.

$$b= 10\text{mm} \quad h= 8\text{mm}$$

Material, acero SAE 1045 (ANEXO tabla 1).

$$T_{adm} = \frac{1}{2} * T_{Fluencia} = \frac{1}{2} * 31\text{Kg/mm}^2 = 15,5\text{Kg/mm}^2 \approx 1550\text{kg/cm}^2$$

$K=2,7$: coeficiente de seguridad por el par de arranque.

Calculo el momento torsor generado en la punta de eje.

$$M_t = \frac{\text{Pot(HP)}}{\text{rev}}$$

$$M_t = 71620 * \frac{1,34\text{HP}}{69 \text{ rev/min}}$$

$$M_t = 1393\text{Kgf. cm}$$

Cálculo el largo de la chaveta y verifico.

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al corte.

$$L_{\text{corte}} = \frac{M_t \cdot K}{r \cdot b \cdot T_{adm}}$$

$$L_{\text{corte}} = \frac{1393\text{Kgf. cm} \cdot 2,7}{1,2\text{cm} \cdot 0,8\text{cm} \cdot 1550 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$L_{\text{corte}} = 2,57 \text{ cm}$$

Realizo el cálculo del largo de la chaveta verificándolo al aplastamiento.

$$L \text{ aplastamiento} = \frac{\text{Par de Salida}}{r \cdot \frac{h}{2} \cdot \sigma_{\text{aplas.}}}$$

$$L \text{ aplastamiento} = \frac{1393 \text{ Kg} \cdot \text{cm} \cdot 2,7}{2 \text{ cm} \cdot \frac{0,8 \text{ cm}}{2} \cdot 3100 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$L \text{ aplastamiento} = 1,51 \text{ cm}$$

El largo de la chaveta nos queda dimensionado de acuerdo, a los esfuerzos sometidos al corte.

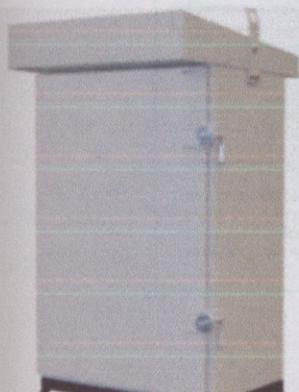
Adopto chaveta con las siguientes dimensiones $b \times h \times l = 12 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 2,6 \text{ mm}$.

CAPITULO V: SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE MANIOBRA, COMANDO Y PROTECCION.

5.1- SELECCIÓN DEL GABINETE

Se selecciona un gabinete donde se alojan los componentes eléctricos de comando, maniobra y protección de los diferentes equipos.

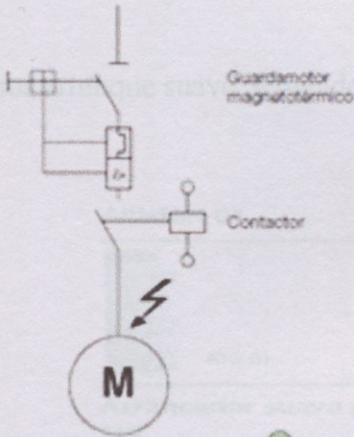
- Peleteadora, motor 15kw.
- Transportador helicoidal motor 3Kw.
- Cinta Transportadora motor 1Kw.



CODIGO	Dimensiones exteriores del gabinete (mm)		
	ANCHO "A"	ALTO "H"	PROF. "P"
G03031S	300	300	150
G031451S	300	450	150
G03061S	300	600	150
G040451S	450	450	150
G04061S	450	600	150
G040751S	450	750	150
G04091S	450	900	150
G06061S	600	600	150
G060751S	600	750	150
G06091S	600	900	150
G061051S	600	1050	150
G06121S	600	1200	150

5.2.1- PELETEADORA.

Adoptamos la protección del circuito de comando y de potencia del equipo peleteador, para el motorreductor SEW de 15kw (20hp), protección de coordinación tipo 2, Conformada por guardamotor GV2ME32 y contactor LC1DE32.



Asociación de 2 productos



Un guardamotor GV2M, EGV2P, GV3ME, o GV7R garantiza las funciones de seccionamiento, protección contra cortocircuitos y sobrecarga. Un contactor garantiza la función de conmutación. En estos casos la protección térmica, si bien es compensada y sensible a la pérdida de una fase, no tiene la posibilidad de realizar el rearme automático que en algunos casos es necesaria (excepto GV7R). Dependiendo del guardamotor y contactor elegidos se puede obtener una coordinación tipo 1 ó 2.

Asociación 2 productos

GV2ME + LC1K06.

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia KW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactor Referencia	I _n KA
0,37	GV2ME05	0,63 - 1	LC1K06/LC1D06	30
0,55	GV2ME06	1 - 1,6	LC1K06/LC1D06	30
0,75	GV2ME07	1,6 - 2,5	LC1K06/LC1D06	30
1,1	GV2ME08	2,5 - 4	LC1K06/LC1D06	30
1,5	GV2ME08	2,5 - 4	LC1K06/LC1D06	30
2,2	GV2ME10	4 - 6,3	LC1K06/LC1D06	30
3	GV2ME14	6 - 10	LC1K06/LC1D06	30
4	GV2ME14	6 - 10	LC1K06/LC1D06	30
5,5	GV2ME14	6 - 10	LC1K10/LC1D10	35
7,5	GV2ME20	10 - 16	LC1K10/LC1D10	35
9	GV2ME21	17 - 25	LC1D05	35
11	GV2ME22	20 - 28	LC1D05	35
15	GV2ME32	24 - 30	LC1D05	35
18,5	GV2ME40	28 - 40	LC1D05	35
22	GV2ME43	40 - 50	LC1D05A	35
30	GV2ME43	40 - 50	LC1D05A	35
37	GV2ME40	56 - 80	LC1D05	35
45	GV2ME100	60 - 100	LC1D05	35
55	GV2ME150	80 - 150	LC1D115	35
75	GV2ME150	80 - 150	LC1D150	35
90	GV2ME200	130 - 200	LC1D180	35
110	GV2ME200	130 - 200	LC1D225	35

Con el accesorio de conexión GV2AF01 es posible montar un contactor K debajo de un guardamotor GV2, sin necesidad de realizar cableado y utilizando un solo nel DIN. Utilizando el GV2AF3 es posible montar un contactor D debajo de un guardamotor GV2.

5.2.2- SELECCIÓN DE ARRANQUE MOTORREDUCTOR MAQUINA PELETEADORA.

El sistema de maniobra para operar el Motorreductor será a través de un arranque suave, logrando de esta manera:

Optimizar la secuencia de arranque y parada.

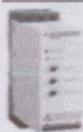
Ahorrar energía.

Mantenimiento reducido.

Aumento de la vida útil del motor.

Seleccionamos arranque suave Schneider, línea Altistart, código TS01N232QN.

Altistart 01



ATS 01

Arrancador suave para motores de 0,37 a 5,5 kW

Motor		Arrancador			Referencia
Potencia motor		Potencia diaipada	Corriente nominal		
Trifásico	Monofásico				
400 V	230 V				
kW	kW	W (1)	W (2)	A	
Tensión de alim. monofásica 110...230 V o trifásica 200...480 V 50/60 Hz					
0,37 a 1,1	0,37	4	19	3	ATS 01N1 03FT
1,5 y 2,2	0,75	1	31	6	ATS 01N1 06FT
3 y 4	1,1	1	46	9	ATS 01N1 09FT
5,5	1,5	1	61	12	ATS 01N112FT

Arrancador suave ralentizador para motores de 1,5 a 15 kW

Tensión de alimentación trifásica : 380...415 V 50/60 Hz					
1,5 y 2,2		4	64	6	ATS 01N206QN
3 y 4		4	94	9	ATS 01N209QN
5,5		4	124	12	ATS 01N212QN
7,5 y 11		4,5	224	22	ATS 01N222QN
15		4,5	324	32	ATS 01N232QN

Arrancador suave ralentizador para motores de 22 a 45 kW

Tensión de alimentación trifásica : 400 V 50/60 Hz					
22		22	268	44	ATS 01N244Q
37		23	438	72	ATS 01N272Q

5.2.3- CINTA TRANSPORTADORA.

Para este equipo seleccionaremos un arranque directo asociación de dos productos de coordinación tipo2.



GV2ME + LC1K06..

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia	Iq kA
0,37	GV2ME05	0,63...1	LC1K06/LC1D09..	50
0,55	GV2ME06	1...1,6	LC1K06/LC1D09..	50
0,75	GV2ME07	1,6...2,5	LC1K06/LC1D09..	50
1,1	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
1,5	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
2,2	GV2ME10	4...6,3	LC1K06/LC1D09..	50
3	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50
4	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50
5,5	GV2ME16	9...14	LC1K12/LC1D12..	15
7,5	GV2ME20	13...18	LC1K16/LC1D18..	15
9	GV2ME21	17...23	LC1D25..	15
11	GV2ME22	20...25	LC1D25..	15
15	GV2ME32	24...32	LC1D32..	10
18,5	GV3ME40	25...40	LC1D40A..	35
22	GV3ME63	40...63	LC1D50A..	35
30	GV3ME63	40...63	LC1D65A..	35
37	GV3ME80	56...80	LC1D80..	35
45	GV7RE100	60...100	LC1D95..	25
55	GV7RE150	90...150	LC1D115..	25
75	GV7RE150	90...150	LC1D150..	35
90	GV7RE220	132...220	LC1F185..	35
110	GV7RE220	132...220	LC1F225..	35

I

5.3- TRASPORTADOR HELICOIDAL.

Para este equipo seleccionaremos un arranque directo asociación de dos productos de coordinación tipo 2.

Coordinación tipo 1 - 400V

Motor Potencia kW	Guardamotor Referencia	Regulación A	Contactador Referencia	Iq kA
0,37	GV2ME05	0,63...1	LC1K06/LC1D09..	50
0,55	GV2ME06	1...1,6	LC1K06/LC1D09..	50
0,75	GV2ME07	1,6...2,5	LC1K06/LC1D09..	50
1,1	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
1,5	GV2ME08	2,5...4	LC1K06/LC1D09..	50
2,2	GV2ME10	4...6,3	LC1K06/LC1D09..	50
3	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50
4	GV2ME14	6...10	LC1K09/LC1D09..	50
5,5	GV2ME16	9...14	LC1K12/LC1D12..	15
7,5	GV2ME20	13...18	LC1K16/LC1D18..	15
9	GV2ME21	17...23	LC1D25..	15

Por razones de seguridad del operador, se optó por seleccionar todos los contactores de potencia con bobinas de contacto de 24 volt alterna, además de encendido y apagado de los equipos por medio de pulsadores que actúan mediante retención, este sistema asegura que

ante un corte de energía, al reincorporarse el suministro sea absolutamente necesario pulsar nuevamente el pulsador de encendido para continuar con la producción.

5.4- SELECCIÓN DE COMANDOS

Botoneras Dobles Salientes con indicación luminosa
(incluye soporte para 3 elementos)

100037110	Botonera Doble Saliente, VERDE / ROJO, sin contactos, inscripción I / O		3SB3101-8DC21
100241006	Botonera Doble Saliente, BLANCO / NEGRO, sin contactos, inscripción I / O		3SB3101-8DC31

Relés interfase y miniatura



Tipo de Relé	Relés interfase RSB	
Características de los contactos		
Corriente térmica I _{th} en A (temp. ≤ 55°C)	8	12
Número de contactos	2 inversores	1 inversor
Material	AgNi	AgNi
Tensión de conmutación, min. / max.	5 / 250 VCA/VCC	
Cap. conmutación, min. / max. (mA / VA)	5 / 2000	5 / 3000
Características de la bobina		
Consumo promedio	0.75 VA / 0.45 W	
Tolerancia	0.8/0.85...1.1 Un (50 / 60Hz)	
Referencias	(I)	(I)
Tensión de la bobina en CC	6 VCC	RSB2A080RD RSB1A120RD
	12 VCC	RSB2A080JD RSB1A120JD
	24 VCC	RSB2A080BD RSB1A120BD
	48 VCC	RSB2A080ED RSB1A120ED
	60 VCC	RSB2A080ND RSB1A120ND
	110 VCC	RSB2A080FD RSB1A120FD
Tensión de la bobina en CA	24 VCA	RSB2A080B7 RSB1A120B7
	48 VCA	RSB2A080E7 RSB1A120E7
	120 VCA	RSB2A080F7 RSB1A120F7
	220 VCA	RSB2A080M7 RSB1A120M7
	230 VCA	RSB2A080P7 RSB1A120P7
	240 VCA	RSB2A080U7 RSB1A120U7

5.5- SELECCIÓN DE DISYUNTORES DIFERENCIALES

Disyuntor diferencial de contacto indirecto tetrapolar de 300ma, corriente nominal 40 Amperes.



300 mA, disparo instantáneo. Protección de la instalación.		
100020312	Interruptor Diferencial, In:25A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 2-polos	5SM1612-0
100020313	Interruptor Diferencial, In:40A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 2-polos	5SM1614-0
100020314	Interruptor Diferencial, In:63A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 2-polos	5SM1616-0
100020317	Interruptor Diferencial, In:40A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 4-polos	5SM1644-0
100020318	Interruptor Diferencial, In:63A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 4-polos	5SM1646-0
100020319	Interruptor Diferencial, In:80A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 4-polos	5SM1647-0
100020254	Interruptor Diferencial, In:125A, I _{Δn} :300mA, Tipo AC, 4-polos	5SM1645-0

Adoptamos también un disyuntor bipolar para línea de comando monofásica, 6 Amperes de contacto directo 30 mA.



2P, 400	V AC			
2		SSL6 202-7	1	0,330
4		SSL6 204-7	1	0,330
6		SSL6 206-7	1	0,330
10		SSL6 210-7	1	0,330
16		SSL6 216-7	1	0,330
20		SSL6 220-7	1	0,330
25		SSL6 225-7	1	0,330
32		SSL6 232-7	1	0,330
40		SSL6 240-7	1	0,330
50		SSL6 250-7	1	0,330
63		SSL6 263-7	1	0,330

Estos Interruptores diferenciales deben estar combinados con una puesta a tierra menor a 40 ohm como así lo indica la A.E.A, para garantizar la interrupción de energía ante una descarga eléctrica, adoptamos la siguiente jabalina.

5.6- SELECCIÓN DE JABALINA

ALAMBRES TIPO A-30 NORMA IRAM 2466				
Diámetro nominal (mm ²)	Diámetro nominal (mm)	Tensión mínima de rotura (daN/mm ²)	Masa aproximada (Kg/Km)	Resistencia Eléctrica (Ohm/Km)
4	2,25	70	32,5	15,00
6	2,76	66	48,8	9,97
10	3,56	57	81,4	5,99
18	4,51	50	130,2	3,74
25	5,64	46	103,5	2,38
35	6,67	46	184,9	1,70

CABLES TIPO A-30 NORMA IRAM 2467					
Sección nominal (mm ²)	Sección real (mm ²)	Diámetro nominal (mm)	Construc. Cant y Diam. (Nro. x Ø)	Masa aprox. (Kg/Km)	Resistencia Eléctrica (Ohm/Km)
16	15,78	5,6	3 x 2,58	128,5	4,03
25	24,90	7,0	3 x 3,25	203,9	2,54
35	34,93	7,6	7 x 2,52	286,7	1,84
50	49,49	9,0	7 x 3,00	406,3	1,30
70	70,00	10,7	7 x 3,56	572,1	0,92
95	91,00	12,2	7 x 4,06	744,1	0,71
120	112,00	13,5	7 x 4,51	918,2	0,57
120	114,00	13,8	19 x 2,76	927,0	0,52

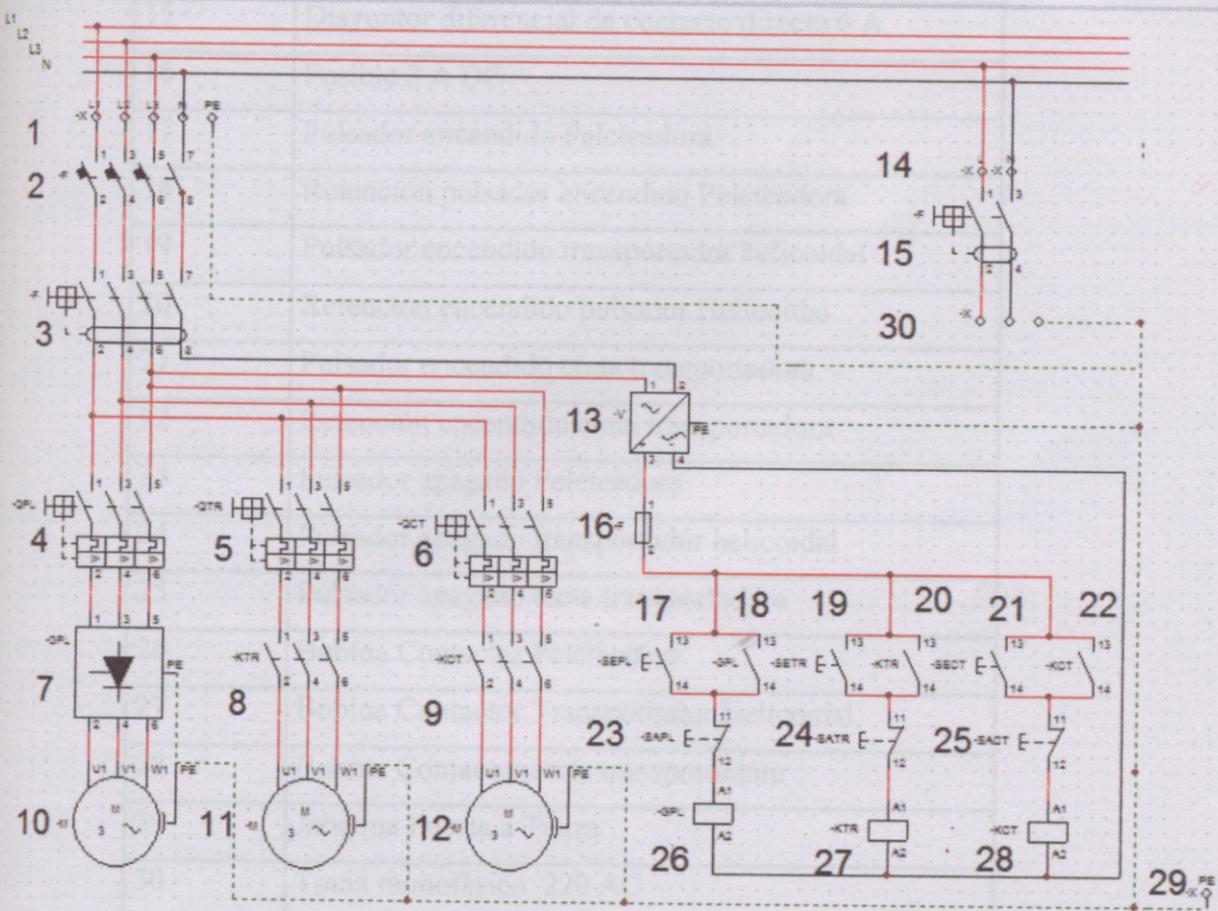
VALORES ESPECÍFICOS			
Conduct. nom con respecto al Cu. patrón IRAM 2002 (%)	Resistencia específica ohm x mm ² /km	Densidad equivalente (Kg/Dm ³)	Coefficiente de resistencia a (1/bC)
30	58,64	8,13	0,0038

5.7- SELECCIÓN DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE RELEE DE COMANDOS

Seleccionaremos una fuente de 220v AC/ 24 AC para alimentar los comando de contactores, esto garantiza el nivel de seguridad optimo del operador. FAIRN60-24v 60w.

Potencia	Tensión Salida	Corriente Salida	Dimensiones			Referencia	Código
			ancho	alto	Prof		
30w	5vcc	6A	60	90	113	FAIRN30-05A	560 013
	12vcc	2.5A				FAIRN30-12A	560 014
	24vcc	1.25A				FAIRN30-24A	560 015
	48vcc	0.625A				FAIRN30-48A	560 016
60w	5vcc	10A	60	90	113	FAIRN60-05A	560 021
	12vcc	5A				FAIRN60-12A	560 022
	24vcc	2.5A				FAIRN60-24A	560 023
	48vcc	1.25A				FAIRN60-48V	560 024

5.8- DIAGRAMA UNIFILAR



1	Acometida
2	Llave Térmica general
3	Disyuntor Diferencia Tetrapolar de contacto indirecto
4	Guardamotor Peleteadora
5	Guardamotor Transportador helicoidal
6	Guardamotor cinta Transportadora
7	Arrancador suave
8	Contactador Transportador helicoidal
9	Contactador Cinta transportadora
10	Motorreductor Peleteadora
11	Motorreductor Transportador helicoidal
12	Motorreductor Cinta Transportadora
13	Fuente 220 Ac/24 DC
14	Acometida línea para toma externo 220 Ac
15	Disyuntor diferencial de contacto directo 6 A
16	Fusible 2 A DC
17	Pulsador encendido Peleteadora
18	Retención pulsador encendido Peleteadora
19	Pulsador encendido transportador helicoidal
20	Retención encendido pulsador Helicoidal
21	Pulsador encendido cinta transportadora
22	Retención encendido cinta transportadora
23	Pulsador apagado Peleteadora
24	Pulsador apagado transportador helicoidal
25	Pulsador apagado cinta transportadora
26	Bobina Contactador Peleteadora
27	Bobina Contactador Transportador Helicoidal
28	Bobina Contactador cinta transportadora
29	Jabalina Puesta a Tierra
30	Toma monofásico 220 AC

6 - CÁLCULO ECONÓMICO

Se realizó una estimación de costos de la línea de peletización, para el caso de la maquina peleteadora, se consultó a empresas dedicadas a la mecanizado, corte y plegado de piezas. Mientras que, para el trasportador helicoidal y la cinta trasportadora, se consultó a empresas que venden productos de este tipo. En la siguiente tabla se expresan detalles y costo total de la línea de peletización.

Costo de línea de peletización			
Máquina	Código	Costo	
Trasportador helicoidal	TR-DB2018	4262,46U\$U	\$ 198.204,27
Peleteadora	PL-DB2018	14324,19U\$U	\$ 666.074,69
Cinta trasportadora	CT-DB2018	7177,79U\$U	\$ 333.767,41
Tablero de comando	TE-DB2018	2584,27U\$U	\$ 120.168,54
Chasis	CH-DB2018	2500,00U\$U	\$ 116.250,00
Total		30848,71U\$U	\$ 1.434.464,90
Conversión monetaria 1U\$U = 44,5 \$AR. Todos los precios son más IVA			

Se observa que el costo total estimado es de 30848 dólares, a continuación, se estudiará cómo impacta el costo de la línea de peletización en conjunto con el consumo de energía.

En la siguiente tabla se muestra la demanda de potencia, desde el acondicionamiento del material para ingresarlo a la línea de peletización, hasta el almacenamiento del mismo.

En el acondicionamiento se tomó en cuenta el consumo de una moladora de marlo de maíz con su abastecimiento.

Costo de consumo eléctrico de línea de peletización

Máquina	código	Potencia de demanda
Transportador helicoidal	TR-DB2018	3,50 KW
Peleteadora	PL-DB2018	15,00 KW
Cinta transportadora	CT-DB2018	1 KW
Pre-acondicionado		10,50 KW
Total		30,00 KW

Con la demanda de potencia total se puede calcular la energía que se consum.

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \text{Tiempo}$$

Si consideramos un mes laboral, con jornadas de 8 horas diarias, de lunes a viernes y 4 horas los sábados, obtendremos 176 horas de funcionamiento, supondremos que en condiciones ideales la línea de peletización funciona en forma continua sin ninguna intervención, obtendremos un consumo mensual.

$$E = 30 \text{ KW} * 176 \text{ h} = 5280 \text{ KWh}$$

Tomaremos la tarifa para usuarios con demanda menor a 50 kw que establece la empresa provincial de energía (EPE), de la Provincia de Santa Fe.

Tarifa UI - Uso Industrial (menor de 50 kW)		Cuota de Servicio \$/sum. Mes	Primeros 400 kWh/mes (\$/kWh)	Siguientes 400 kWh/mes (\$/kWh)	Siguientes 1200 kWh/mes (\$/kWh)	Excedente de 2000 kWh/mes (\$/kWh)
U11 U12 U13 U14	Industrial menor de 50 kW	201,75336	5,31699	5,50001	5,57836	5,61753
U711 U712 U713 U714	Industrial menor de 50 kW - CONSUMO NOCTURNO	0,00000	3,88887	3,98038	4,01555	4,03914

Por lo que calculando el costo de 5280 KWh según la tarifa obtenemos:

$$\text{Costo de los primeros } 400\text{KWh} = 400 \text{ KWh} * 5,31699\$/\text{KWh} = 2126 \$$$

$$\text{Costo de los siguientes } 400\text{KWh} = 400 \text{ KWh} * 5,50\$/\text{KWh} = 2200 \$$$

$$\text{Costo de los siguientes } 1200\text{KWh} = 1200 \text{ KWh} * 5,50\$/\text{KWh} = 6694 \$$$

$$\text{Costo de los siguientes } 2000\text{KWh} = 3280 \text{ KWh} * 5,61753\$/\text{KWh} = 18400,721 \$$$

$$\text{Cuota de servidumbre} = 201,75336\$$$

El costo total eléctrico es de 29420 \$/mensuales. Si sumamos la carga impositiva 12091 \$/mensuales nos da un total de 41511 \$/mensuales.

En la siguiente tabla se integran todos los costos directos que se tiene para producir pellet.

Costo total mensual para producir pellet		
Costo	Especificación	Pesos Argentinos
Energía eléctrica línea de peletización		\$ 41.511,00
Mano de obra	2 Operarios	\$ 88.000,00
Luminaria	5 Luces 450 w	\$ 2.190,00
Almacenamiento	66 Big bag	\$ 85.800,00
Total		\$ 217.501,00

En condiciones ideales se pueden producir $500\text{kg/h} * 176\text{h} = 88000$ kg mensuales de pellet. Se estima que por paradas de emergencia y eventos que dejen fuera de servicio la línea de peletización, se logre producir el 75 % del máximo calculado, por lo que se producirán 66000 Kg mensuales, obtendremos un costo de:

$$\text{Costo} = \frac{217.501 \$}{66000 \text{ Kg}} = 3,29 \text{ \$/Kg}$$

Costo estimado de producción = 3,21 \$/kg.

Costo de transporte y logística = 2 \$/kg.

El pellet a granel tiene un precio de 8 \$/kg, por lo tanto, nos queda una ganancia neta de 2,71 \$/kg.

$$\text{Tiempos de recuperación de inversión} = \frac{\text{Costo inicial}}{(\text{ganancia por kg} * \text{producción por hora} * \text{horas mensuales})} = \text{meses}$$

Donde el costo inicial está dado por la inversión de la línea de peletización mas la obra civil en la que se instalará la línea de peletización, para ello se toma una estimación del costo de un galpón de 8 metros de ancho x 10 metros de largo con un costo de 7.370.000 \$Ar.

$$\text{Tiempo de recuperación de inversión} = \frac{\$ 1.434.464,90 + \$ 7.370.000}{((2,71 \text{ \$/Kg} * 500\text{kg/h} * 176\text{h})} = 36,91 \text{ meses}$$

Lo que nos da que la inversión total se recupera en aproximadamente 3 años.

En el caso de contar con la obra civil, la inversión solo queda determinada por la línea de peletización.

$$\text{Tiempo de recuperación de inversión} = \frac{\$ 1.434.464,90}{((2,71 \text{ \$/Kg} * 500\text{kg/h} * 176\text{h})} = 6 \text{ meses}$$

En este caso la inversión se recuperaría en 6 meses.

7- CONCLUSIÓN

El principal objetivo de este trabajo fue el estudio, cálculo y diseño de una línea de peletización de marlos de espiga maíz.

Se tomó como materia prima el marlo de maíz para la obtención de pellet, ya que es un biocombustible estandarizado de origen vegetal, amigable con el medio ambiente, con muy buenas propiedades energéticas.

Dos kilogramos de pellet, tienen el mismo poder calorífico que un litro de gas oil (aproximadamente 9000 kcal/kg), siendo su precio un 40% más barato. Además, genera una cantidad apreciable de cenizas de origen vegetal y no tóxicas que pueden aprovecharse como abono o suplemento mineral de animales.

Actualmente los gobiernos de países desarrollados y subdesarrollados buscan reducir las emisiones de gases contaminantes y se investigan alternativas para sustituir los combustibles provenientes de hidrocarburos. Por tal motivo se está incursionando en el campo de los biocombustibles como una alternativa ecológica y económica.

El precio del producto terminado (pellet), dependerá principalmente del costo de la materia prima y de los costos de logística que son altamente influyentes.

Por este motivo, la presente línea de peletización tiene la versatilidad de transportarse de manera itinerante de un lugar a otro resultando una ventaja que garantiza que el costo de logística no sea determinante sobre el costo final del producto.

En cuanto al diseño propuesto cabe destacar que tiene características diferenciales dadas por una serie de dispositivos de seguridad que le otorgan la capacidad de trabajo continuo evitando paradas de emergencia.

Los dispositivos que lo hacen diferencial son:

- Un arrancador suave que es un dispositivo electrónico que permite controlar el arranque y parada de motores de inducción, ayudando a proteger el motor y contribuyendo al ahorro de energía.
- Guardamotor que mediante el control térmico del motor evita los esfuerzos excesivos en los árboles del mismo.
- Limitador de torque que ante atascamientos evita la rotura del equipo limitando la cupla máxima del motorreductor.

Si los anteriores métodos de seguridad fallan el equipo cuenta con tornillos fusibles que evitan la rotura de órganos indispensables y de difícil reposición del equipo.

En cuanto al análisis económico, tuvimos en cuenta dos casos diferenciados concluyendo que cuando se considera una inversión inicial que incluye la línea de peletización en conjunto con la obra civil requerida, la inversión se recuperara al cabo de 3 años mientras que cuando solo se considera el costo de la línea de peletización la inversión inicial se recuperara al cabo de 6 meses.

Estas proyecciones nos indican que el proyecto es totalmente rentable y consideramos que la fabricación del prototipo es una buena opción para su implementación en el área de investigación.

RECOMENDACIONES

Al momento de la fabricación y selección de los componentes de las maquinas, se deben utilizar los materiales calculados en el diseño y sus mecanismos de protección, considerando además su calidad, para que de esta manera se pueda garantizar el éxito del proyecto.

Una vez construido y en funcionamiento, recomendamos efectuar inspecciones periódicas especialmente en las zonas críticas de desgaste y además llevar un registro para tener un historial de revisiones, daños y reparaciones que permitirá implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Los costos de las maquinas diseñadas deberán ser actualizados a la fecha de construcción ya que estos varían inesperadamente.

Tabla N°1 Tensiones Aceros

TABLA 2-3. TENSIONES DE ROTURA POR TRACCION " σ_u ", DE FLUENCIA " σ_f "
Y DE FATIGA A FLEXION ALTERNATIVA " σ_f ", EN kg/mm^2
Y DUREZA BRINELL "HB", DE ALGUNOS ACEROS.

ACEROS	σ_u	σ_f	σ_f	HB
<i>Sin tratamientos:</i>				
1015	37 44	21 25	12 14	100 115
1020	42	23	14	110
1025	47	24	19	120
1035	50	27	23	140
1045	59	31	29	140
1060	70	36	32	180
1095	77	38	36	200
30915	63 140	24 123	28 63	135 380
Los valores de la columna derecha corresponden después de laminados en frío				
<i>Templados en agua</i>				
1025	54 63	28 40	24 35	160 180
1045	65 84	42 63	37 47	195 245
2320	54 98	35 77	34 47	145 275
2330	58 105	38 88	35 50	165 300
2340	66 123	45 105	37 52	180 340
3120	60 98	40 80	38 40	175 270
3130	65 116	46 100	39 48	185 310
3220	61 115	42 99	40 50	185 330
<i>Templados en aceite</i>				
1035	58 67	35 53	29 45	170 195
1045	66 80	43 56	37 45	190 235
1095	91 132	46 91	47 70	300 380
2320	52 91	33 70	32 36	140 260
2340	65 116	44 103	38 52	180 330
3120	54 84	33 67	32 34	165 240
3140	72 123	49 107	40 53	215 330
3220	56 98	37 91	35 45	175 310
3240	77 140	61 127	59 63	230 385
4140	77 127	59 109	42 66	220 360
4340	84 148	66 133	43 68	240 415
4640	81 125	61 103	42 62	230 360
5140	70 127	54 112	40 64	200 360
6145	73 161	69 147	66 73	220 425

Los valores de la columna izquierda corresponden a revenidos a 700° y los de la derecha a revenidos a 425° . Para temperaturas intermedias pueden hallarse las resistencias y las durezas por interpolación directa.

Tabla N°2 Disminución de resistencia según Acabado superficial

TABLA 3-5: COEFICIENTE "S" DE DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A FLEXION ALTERNATIVA, PARA DISTINTOS ESTADOS DE LA SUPERFICIE.

Estado de la superficie	Tensión de rotura estática a tracción kg/mm ²										
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Finamente pulida	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Rectificada	0,96	0,94	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Desbastada	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73
Entallada en ángulo	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,60	0,56	0,52	0,48
Bruta de laminación	0,80	0,74	0,67	0,61	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	0,35	0,33

Libro "Elementos de máquinas Autor Héctor N. Cosme"

Tabla N°3 Disminución de resistencia según coeficiente de forma

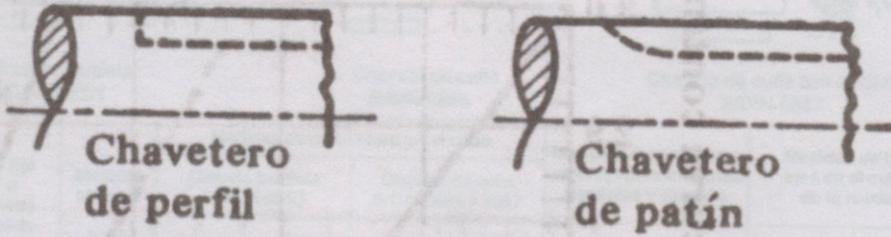
TABLA 3-7 (b): COEFICIENTE DE FORMA " α_k " PARA EJES CON ENTALLADURA ANULAR COMO EL DE LA FIGURA 3-26 (b) SOLICITADOS POR FLEXION

D/d	r/d								
	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
1,01	1,65	1,53	1,46	1,41	1,37	1,32	1,27	1,23	1,20
1,02	1,87	1,70	1,60	1,53	1,48	1,42	1,34	1,28	1,25
1,03	2,01	1,81	1,69	1,61	1,55	1,48	1,40	1,34	1,28
1,05	2,20	1,94	1,80	1,70	1,63	1,55	1,46	1,38	1,33
1,07	2,31	2,03	1,87	1,76	1,68	1,58	1,48	1,41	1,34
1,10	2,42	2,11	1,93	1,81	1,72	1,62	1,51	1,42	1,36
1,15	2,52	2,20	2,00	1,87	1,77	1,67	1,54	1,44	1,37
1,20	2,58	2,24	2,03	1,89	1,79	1,68	1,56	1,46	1,38
1,30	2,67	2,30	2,07	1,92	1,81	1,70	1,57	1,47	1,39
1,50	2,70	2,34	2,11	1,95	1,84	1,72	1,58	1,48	1,40
2,00	2,75	2,38	2,13	1,97	1,86	1,74	1,59	1,49	1,41
10,00	2,80	2,40	2,16	1,98	1,87	1,75	1,60	1,50	1,42

Libro "Elementos de máquinas Autor Héctor N. Cosme"

Tabla N°4 Disminución de la resistencia para chaveteros

TABLA AT 13 VALORES DE K_f PARA CHAVETEROS [4.2]. Véase § 10.4



CLASE DE CHAVETERO	RECOCIDO		ENDURECIDO	
	<i>Fle-xión</i>	<i>Tor-sión</i>	<i>Fle-xión</i>	<i>Tor-sión</i>
Perfil	1,6	1,3	2,0	1,6
De patín	1,3	1,3	1,6	1,6

“Diseño de elementos de Máquinas Faires”

Tabla N°5 Disminución de resistencia por concentrador de tensiones disminución de sección

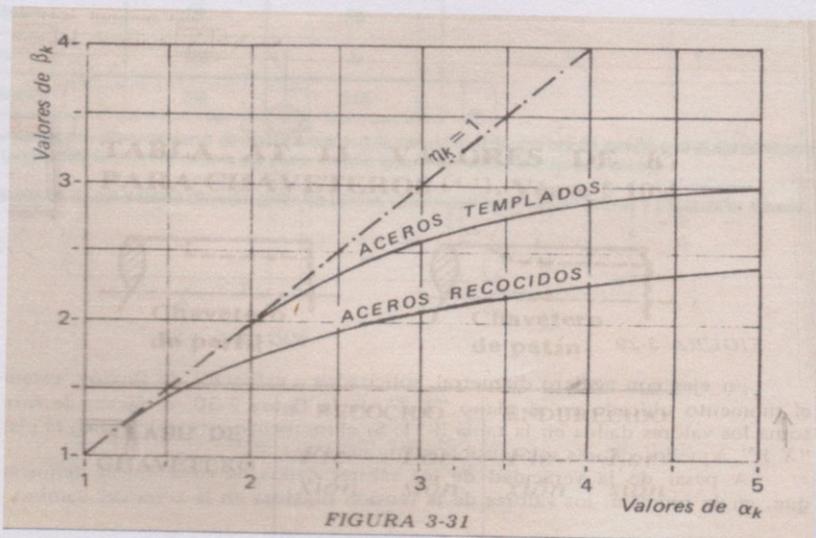


FIGURA 3-31

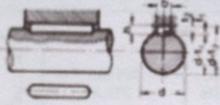
Libro “Elementos de máquinas Autor Héctor N. Cosme”

Tabla N°6 Chavetas

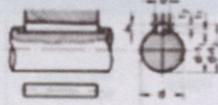


DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS

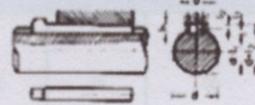
Segun DIN - 6885-1 - 6886 - 6887



Chaveta paralela
S/DIN-6885/1



Chaveta de cuña
S/DIN-6886



Chaveta de cuña con cabeza
S/DIN-6887

Ø Eje d (mm) desde- hasta	Medidas chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t ₁ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H-7 m/m
		d + t ₂ m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	d + t ₂ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5		10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4		d+2,8		4,7	+0,2	30-50	+0,025 0
38-44	12x8	d+3,2		d+2,6		4,9			
44-50	14x9	d+3,6		d+2,9		5,5			
50-58	16x10	d+3,9		d+3,2		6,2		50-80	+0,030 0
58-65	18x11	d+4,3		d+3,5		6,8			
65-75	20x12	d+4,7	+0,2	d+3,9	+0,2	7,4		80-120	+0,035 0
75-85	22x14	d+5,6		d+4,8		8,5			
85-95	25x14	d+5,4		d+4,6		8,7			
95-110	28x16	d+6,2		d+5,4		9,9		120-180	+0,040 0
110-130	32x18	d+7,1		d+6,1		11,1			
130-150	36x20	d+7,9	+0,3	d+6,9	+0,3	12,3		180-250	+0,046 0
150-170	40x22	d+8,7		d+7,7		13,5			
170-200	45x25	d+9,9		d+8,9		15,3			
200-230	51x28	d+11,2		d+10,1		17	+0,3	250-315	+0,052 0
230-260	56x32	d+12,9		d+11,8		19,3			
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5	+0,3	19,6		315-400	+0,057 0
								400-500	+0,063 0

Zonas de tolerancia en el ancho de los chaveteros

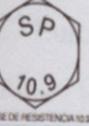
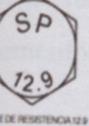
TIPO DE AJUSTE	Chavetero Eje	Chavetero Rueda
A Presión	P9	P9
Ligero	N9	J9
Deslizante	H8	D10

La chaveta deberá dimensionarse de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el eje correspondiente. Por ello, la longitud de la chaveta deberá ser como mínimo igual a 1,5 veces el diámetro del eje.

Los chaveteros de eje y rueda deberán tener los bordes redondeados para evitar grietas y posteriores roturas.

Tabla N°7. Bulones

MARCAS DE CLASES RESISTENCIA PERNOS DE ACERO (EN MILÍMETROS)

CLASES DE RESISTENCIA Y MARCAS SODIPER	ESPECIFICACIÓN	MATERIAL	DIAMETRO NOMINAL DEL PERNO	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA A LA TRACCION	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA A LA TRACCION	DUREZAS	
				PSI		KG/mm ²		MIN	MÁX
 CLASE DE RESISTENCIA 5.8	ISO 898 PARTE 1	ACERO DE BAJO O MEDIANO CARBONO	DESDE M6 HASTA M38	54.000	71.000	38	50	B82	B99.5
 CLASE DE RESISTENCIA 8.8	ISO 898 PARTE 1	ACERO DE MEDIO CARBONO TEMPLADO Y REVENIDO	M6 HASTA M16	71.000	114.000	58	80	C22	C32
			SOBRE M16 HASTA M38	85.000	114.000	60	80	C23	C39
 CLASE DE RESISTENCIA 10.9	ISO 898 PARTE 1	ACERO ALEADO TEMPLADO Y REVENIDO	DESDE M6 HASTA M38	118.000	143.000	83	100	C32	C39
 CLASE DE RESISTENCIA 12.9	ISO 898 PARTE 1	ACERO ALEADO TEMPLADO Y REVENIDO	DESDE M6 HASTA M38	138.000	171.000	97	120	C39	C44

PSI : LIBRAS/PULGADAS CUADRADA
 KG/mm² : KILOS POR MILÍMETRO CUADRADO

10- BIBLIOGRAFIA

Libros consultados

- “Elemento de máquinas” Hectro N. Cosme.
“Diseño de elementos de Máquinas Faires”.
“Catálogo general SKF”.
“Catalogo baja Tensión Siemens”.
“Manual y catálogo del electricista Schneider”.
“Manual de bandas transportadoras Dunlop”.
“Catalogo Técnico weg”.

Recursos electrónicos

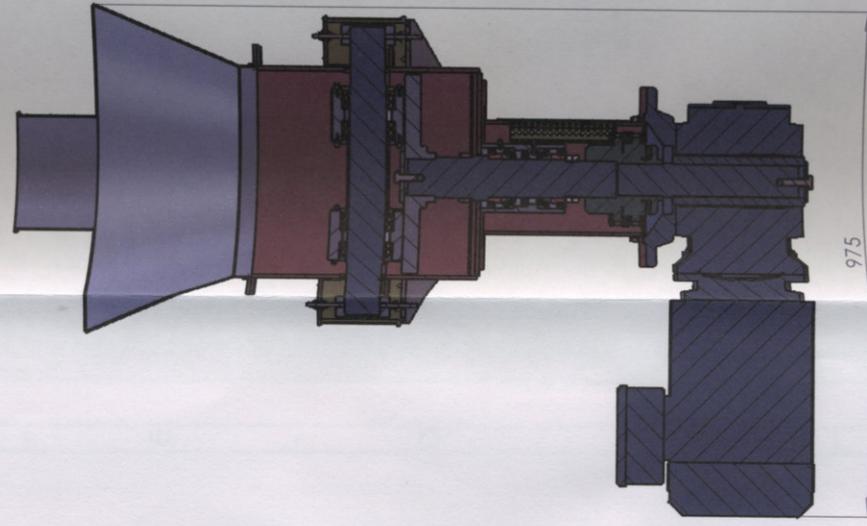
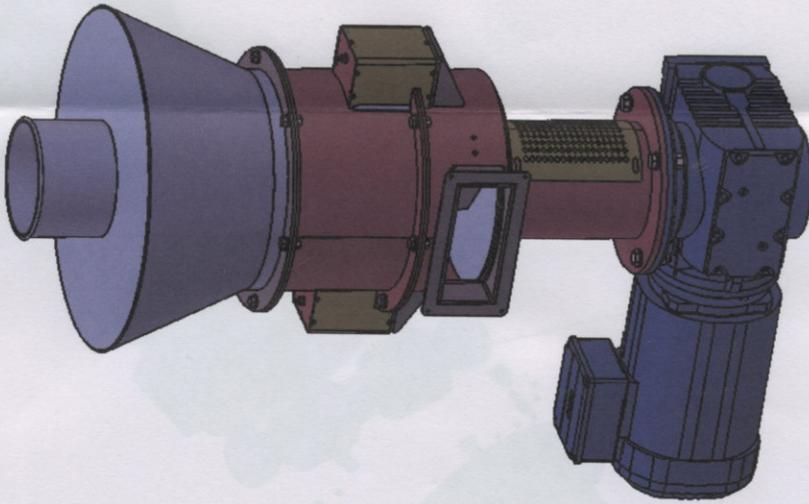
- SEW Euro-drive <https://www.sew-eurodrive.com.ar/inicio.html>
Catálogo General SKF <https://www.skf.com/ar/products/index.html>
EMHEI limitadores de torque <http://www.tekmatic.com.ar>
“Elementos de máquinas chavetas norma din “ Alverto Andres Martines Vesga

Apuntes Consultados

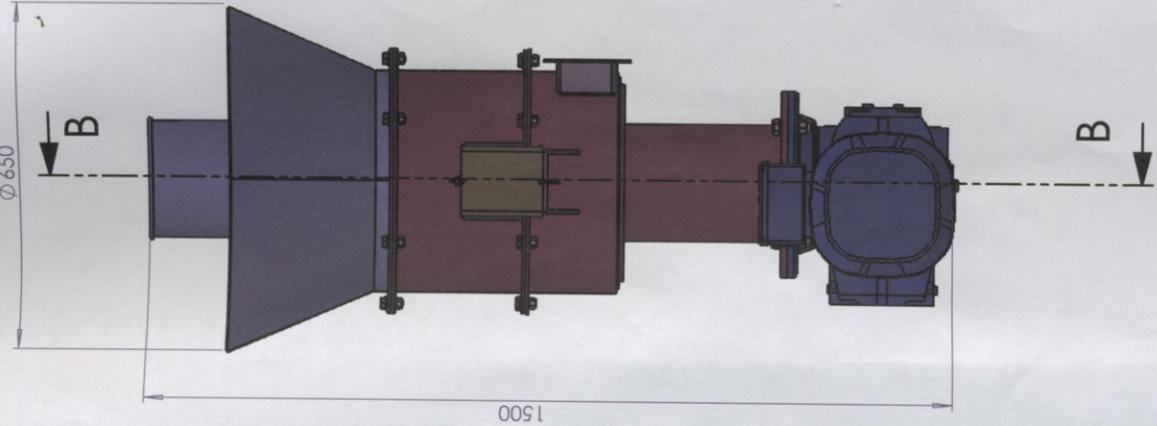
- “PROPUESTA DE DISEÑO Y CÁLCULO PARA UNA BANDA” Francisco Ernesto Alvarado Maldonado

Empresas y profesionales Consultados

- Weg www.weg.net
Zanni Fabril S.R.L zannifabril.com.ar
Provimi S.A www.provimiargentina.com.ar
Giuliani Hnos. giuliani-sa.com
Euro-Sew www.sew-eurodrive.com.ar
Bandas Transportadoras Sava www.savatec.com.ar
Ing. Gustavo Clericci.
Dr. Ing. Jacinto Diab .
Ing. Daniel Ferreira.
Ing. Daniel Alí.
Ing. German Giraudó.
Ing. Natalio Milardovic.
Ing. Juan Pablo Pisaco.



975
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10



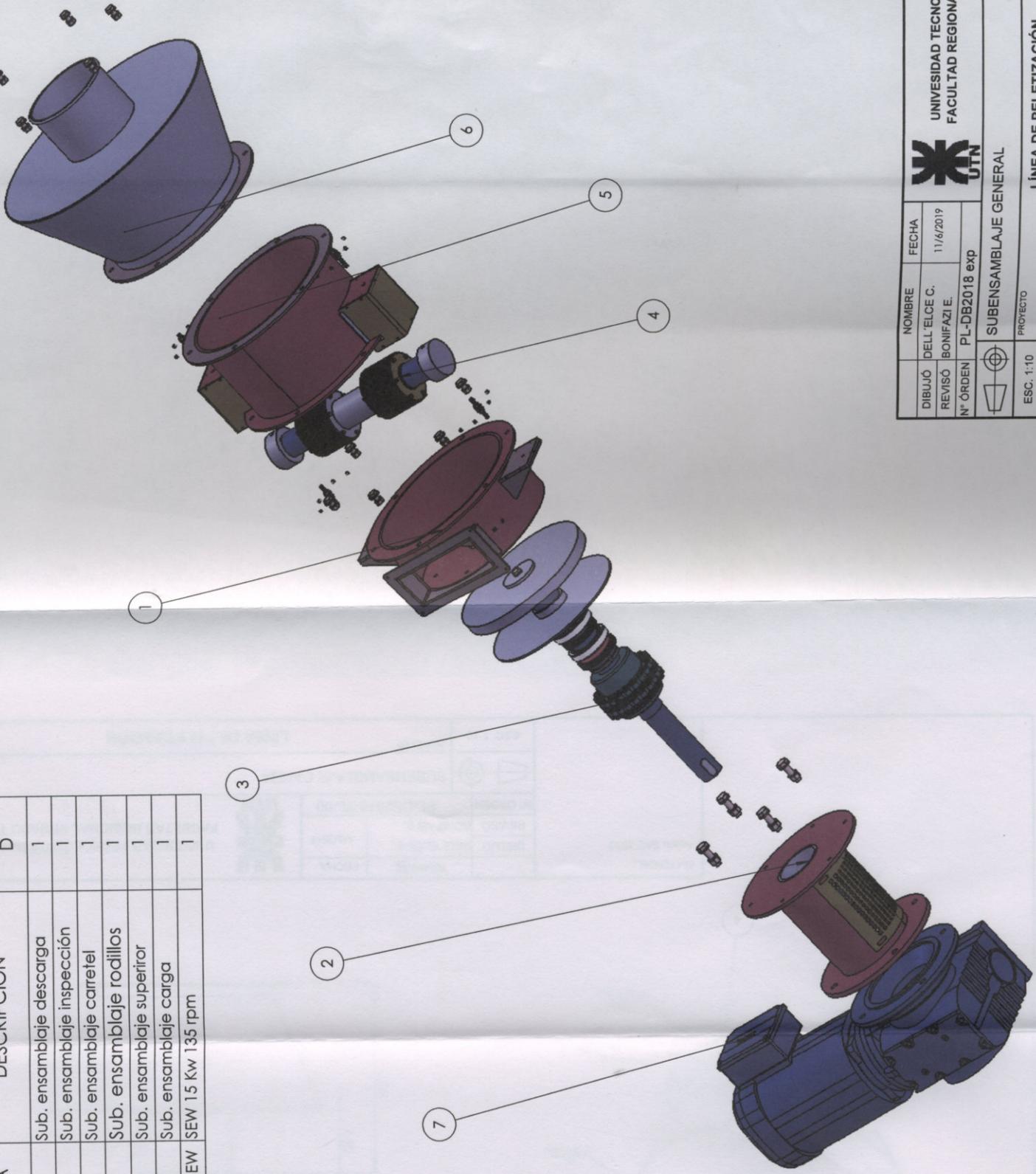
PESO APROXIMADO

300 KG.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
SUBENSAMBLAJE GENERAL	
PROYECTO	
DIBUJO	NOMBRE
REVISÓ	DELL'ELICE C.
N° ORDEN	BONIFAZI E.
	PL-DB2018 exp
	FECHA
	11/6/2019
ESC. 1:10	

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

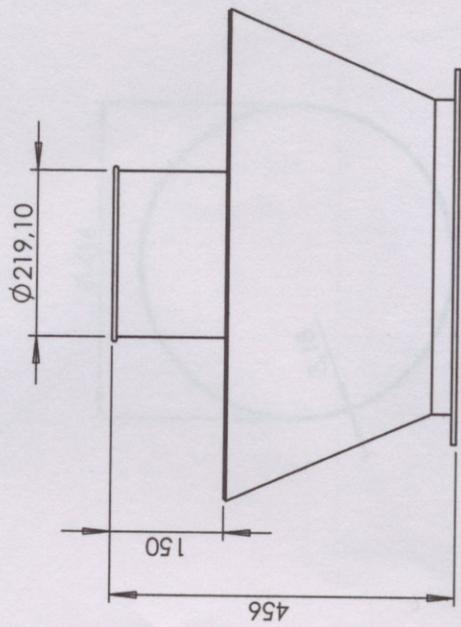
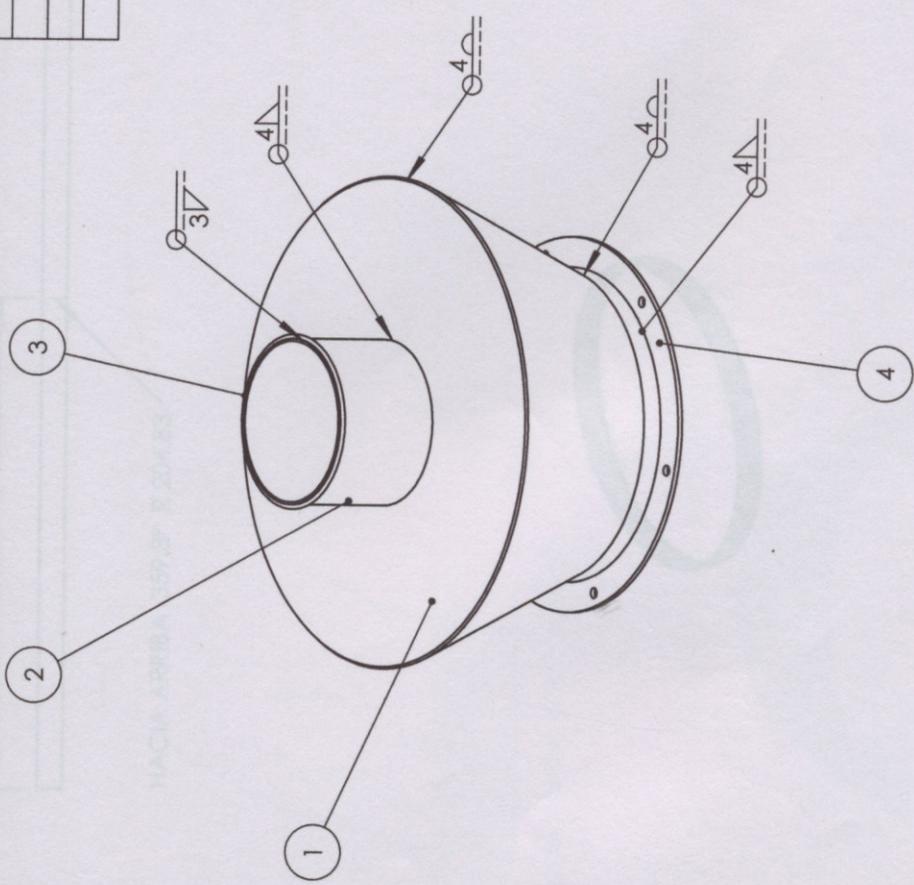
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD D
1	PL-DB2018-A-00	Sub. ensamble descarga	1
2	PL-DB2018-B-00	Sub. ensamble inspección	1
3	PL-DB2018-C-00	Sub. ensamble carretel	1
4	PL-DB2018-D-00	Sub. ensamble rodillos	1
5	PL-DB2018-E-00	Sub. ensamble superior	1
6	PL-DB2018-TL-00	Sub. ensamble carga	1
7	Motorreductor SEW	SEW 15 Kw 135 rpm	1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
NOMBRE	FECHA
DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	11/6/2019
Nº ÓRDEN	PL-DB2018 exp
SUBENSAMBLAJE GENERAL	
PROYECTO	
ESC. 1:10	

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-TL-03	Tapas	1
2	PL-DB2018-TL-04	Caño diam. 219,1 sch40	1
3	PL-DB2018-TL-05	Aro diam. 6	1
4	PL-DB2018-A-07	BRIDA SUPERIOR	1
5	PL-DB2018-TL-01		1
6	PL-DB2018-TL-02		1



MATERIAL:
Acero SAE 1010

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
Nº ÓRDEN	PL-DB2018-TL-00	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

SUBENSAMBLAJE CARGA

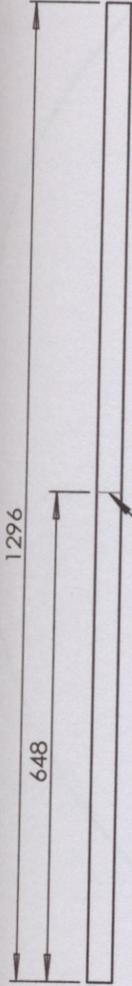


ESC. 1:10

PROYECTO

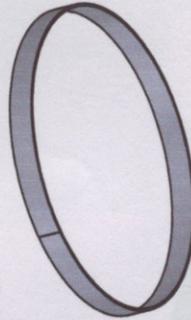
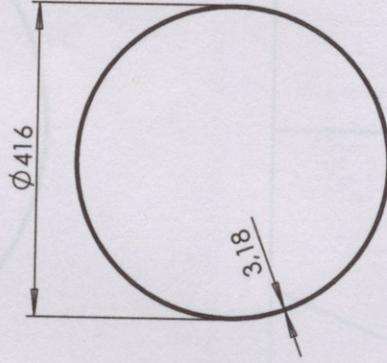
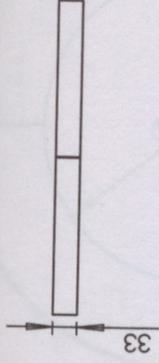
LÍNEA DE PELETIZACIÓN

CHAPA DESPLEGADA



HACIA ARRIBA 359.8° R 204.83

CHAPA ROLADA



MATERIAL:
Acero SAE 1010

CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL' ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
N° ÓRDEN	PL-DB2018-TL-01	



Pared-pieza 1

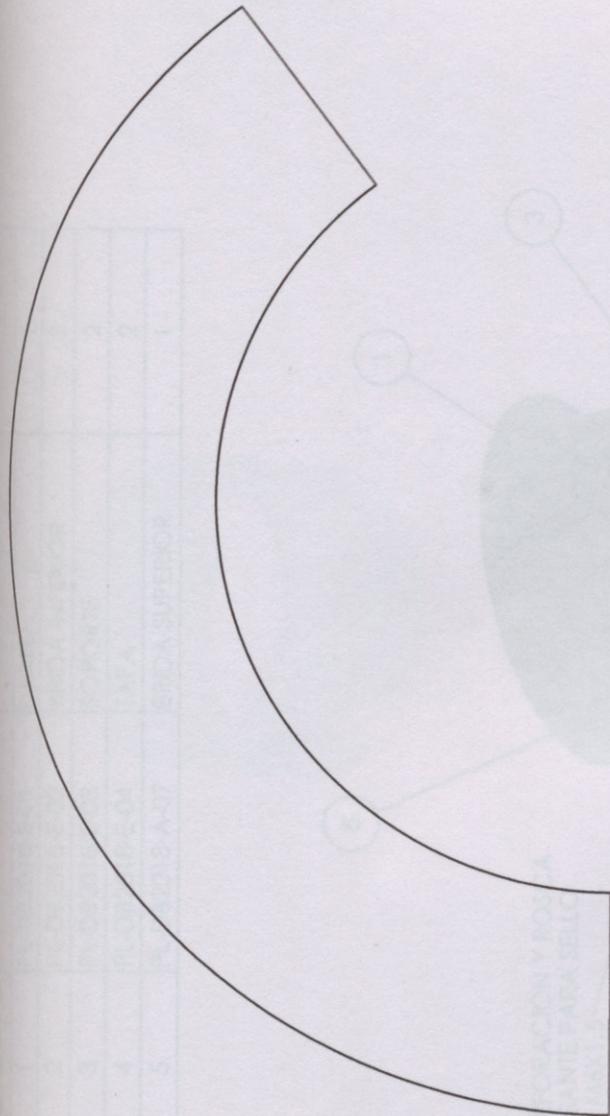
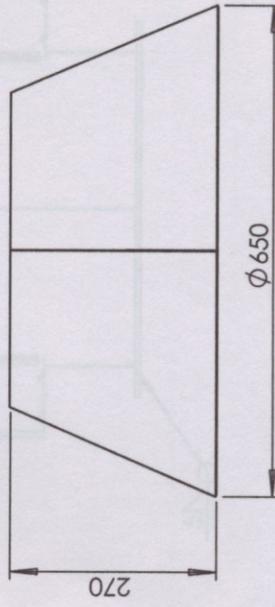
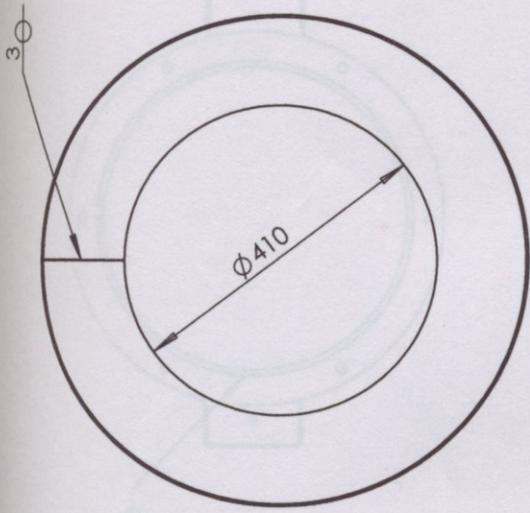
ESC. 1:10

PROYECTO

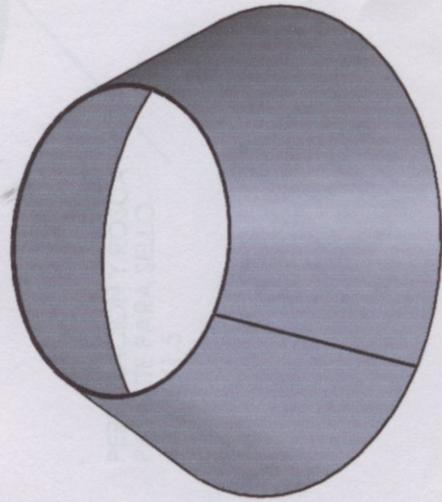


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



HACIA ARRIBA 179.9° AGUDO



MATERIAL:
Acero SAE 1010
CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
N° ÓRDEN	PL-DB2018-TL-02	



Pared-pieza 2

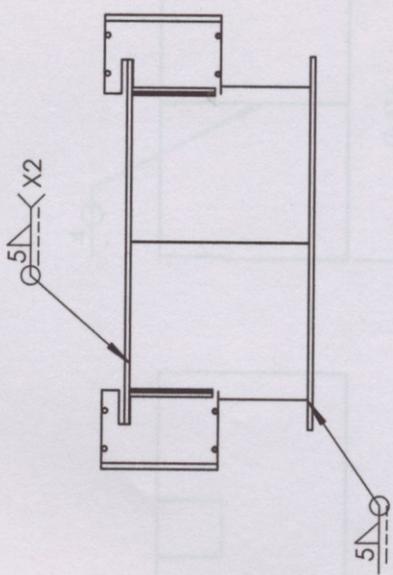
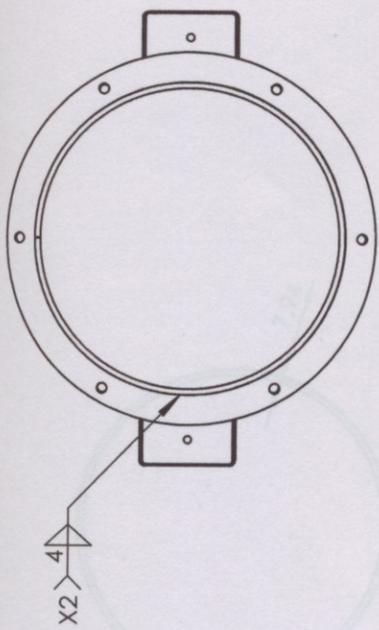
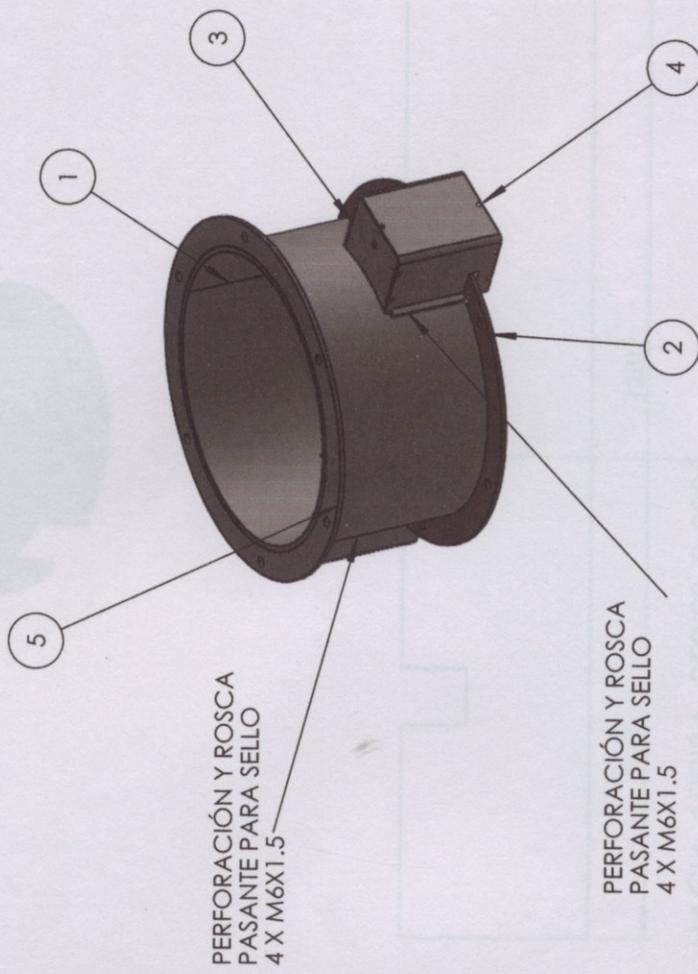
PROYECTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



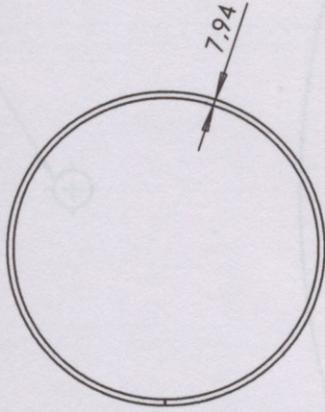
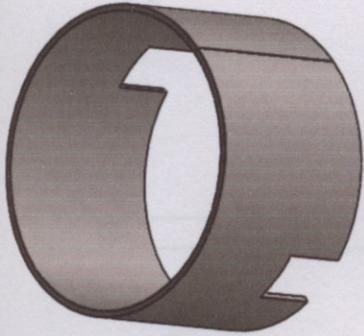
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-E-01	PARED	1
2	PL-DB2018-E-02	BRIDA INFERIOR	2
3	PL-DB2018-E-03	SOPORTE	2
4	PL-DB2018-E-04	TAPA	2
5	PL-DB2018-A-07	BRIDA SUPERIOR	1

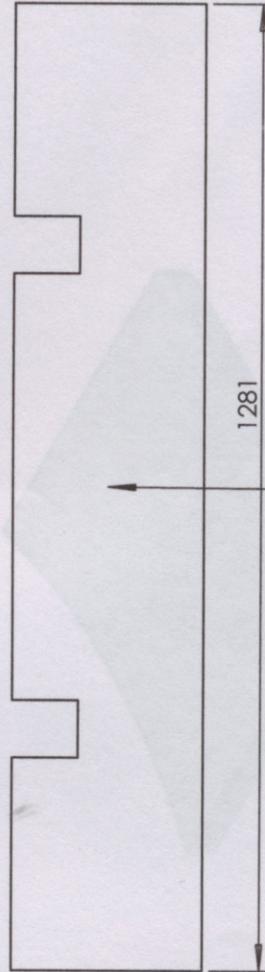


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO			
NOMBRE	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	FECHA	6/6/2019
DIBUJÓ	PL-DB2018-E-00	SUBENSAMBLAJE SUPERIOR	
REVISÓ		PROYECTO	
Nº ÓRDEN		LÍNEA DE PELETIZACIÓN	
ESC. 1:10			

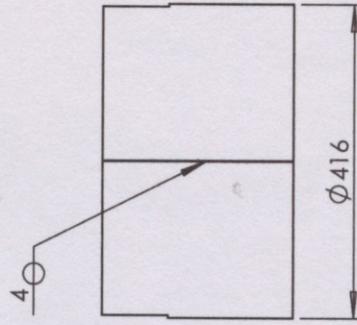
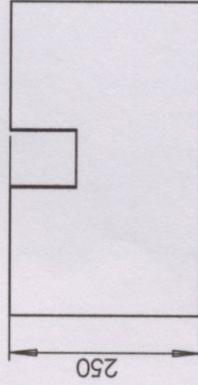
CHAPA ROLADA



CHAPA DESPLEGADA



HACIA ARRIBA 359.8° R 200



MATERIAL: Acero SAE1010		DIBUJÓ REVISÓ	NOMBRE DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	FECHA 6/6/2019
CANTIDAD: 1		N° ÓRDEN	PL-DB2018-E-01	

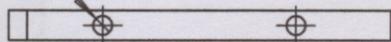
	PARED
ESC. 1:10	PROYECTO

UTN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

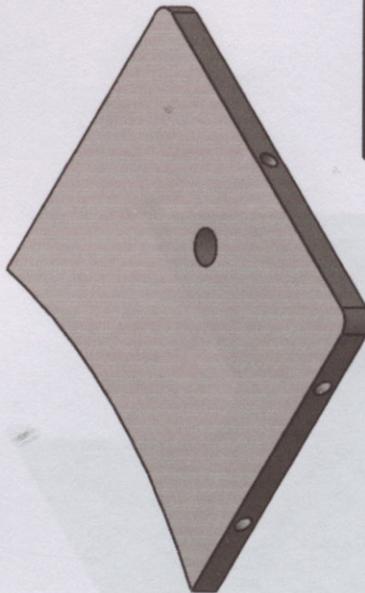
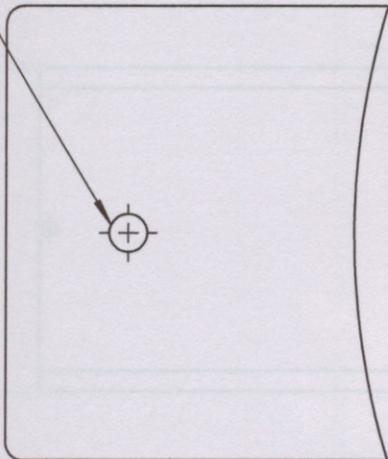
LÍNEA DE PELETIZACIÓN

5 x \varnothing 5 ∇ 10



Roscar
M6X1

Perforar y Rosca
M8X1



MATERIAL:
SAE1010

CANTIDAD: 2

DIBUJÓ
REVISÓ
N° ÓRDEN

NOMBRE
DELL'ELCE C.
BONIFAZI E.
PL-DB2018-E-03

FECHA
6/6/2019



SOPORTE

PROYECTO

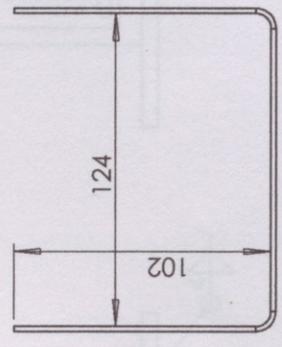
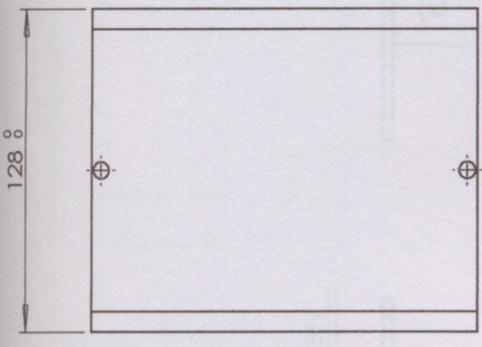
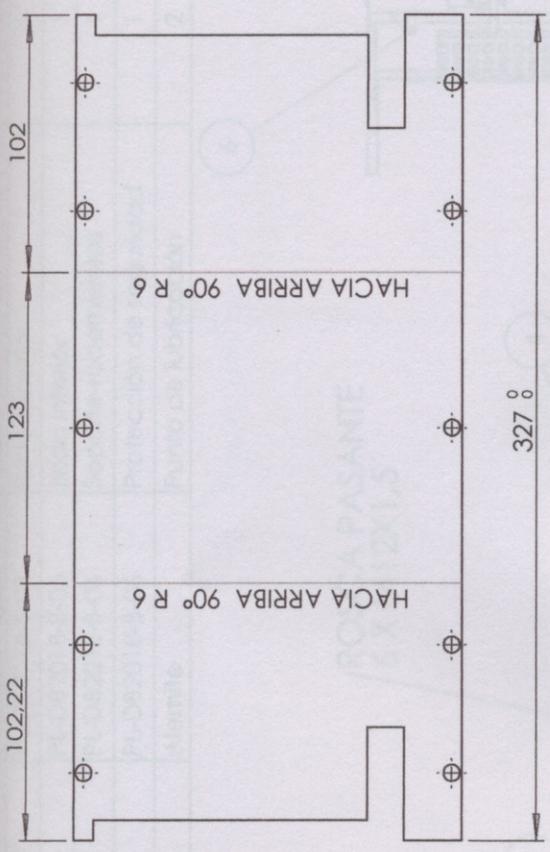
ESC. 1:2

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

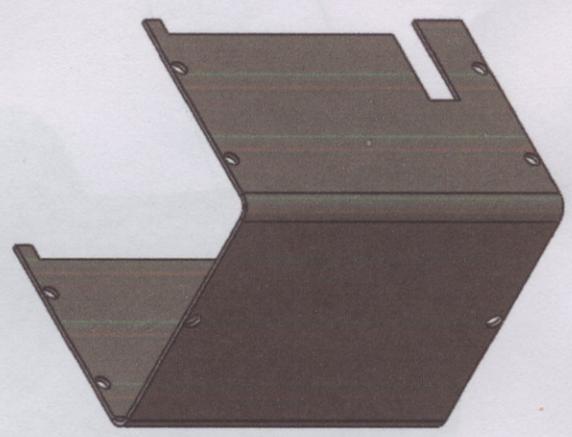


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

CHAPA DESPLEGADA



CHAPA PLEGADA



MATERIAL:
Acero SAE1010
CANTIDAD: 2

DIBUJÓ REVISÓ N° ORDEN	NOMBRE	FECHA
	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	11/6/2019
	PL-DB2018-E-04	

PROTECCIÓN



ESC. 1:3
PROYECTO

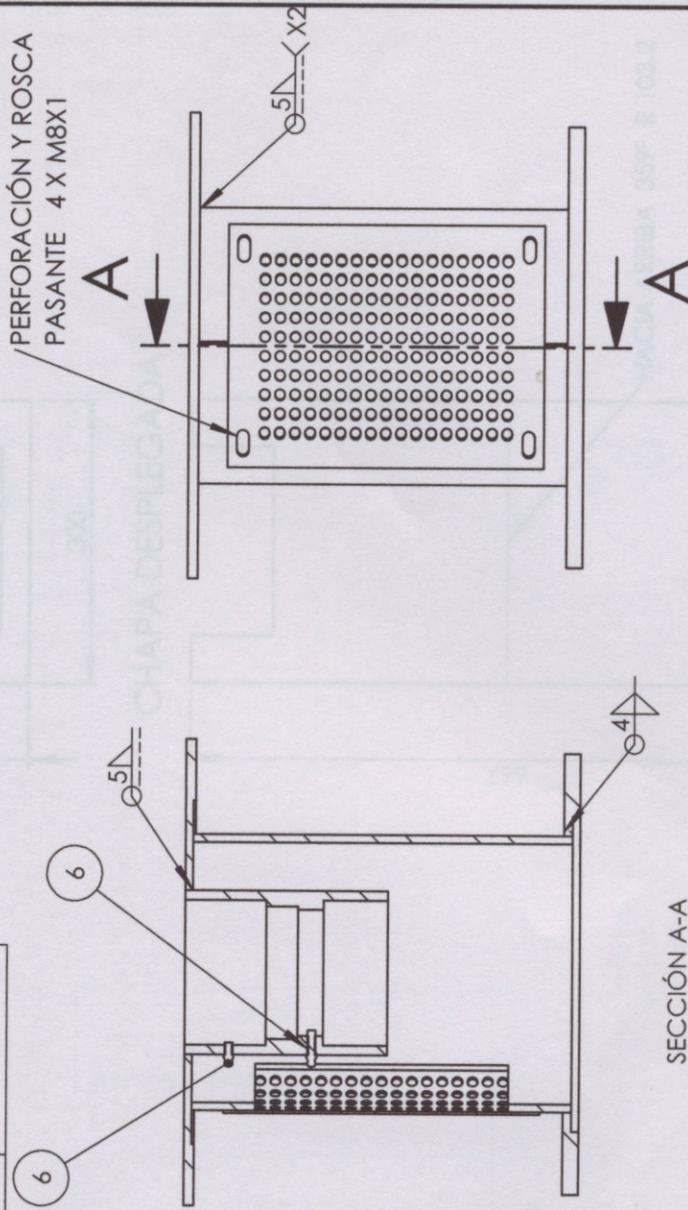
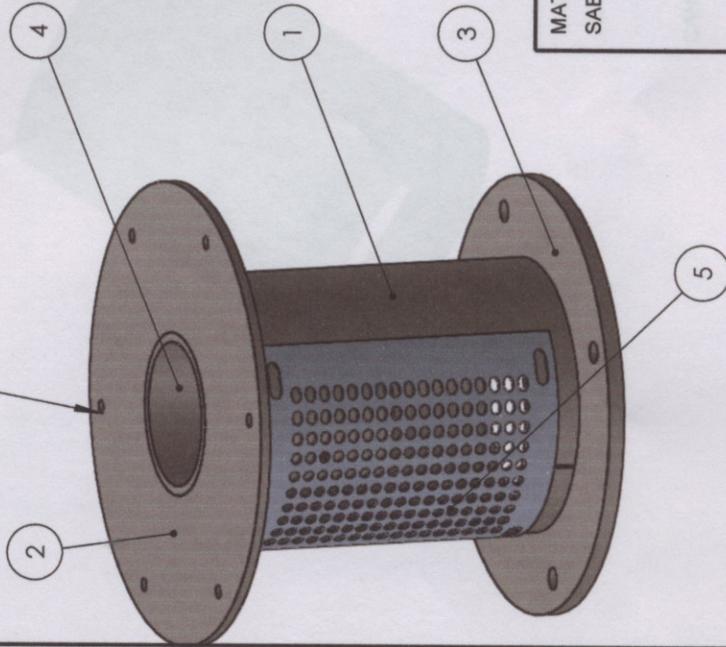


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-B-03	Pared	1
2	PL-DB2018-B-02	Brida superior	1
3	PL-DB2018-B-05	Brida inferior	1
4	PL-DB2018-B-04	Soporte-rodamientos	1
5	PL-DB2018-B-06	Protección de seguridad	1
6	Alemite	Punto de lubricación	2

ROSCA PASANTE
6 X M12X1,5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:6

MATERIAL:
SAE1010

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
Nº ÓRDEN	PL-DB2018-B-00	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

SUBENSAMBLAJE CARRETEL

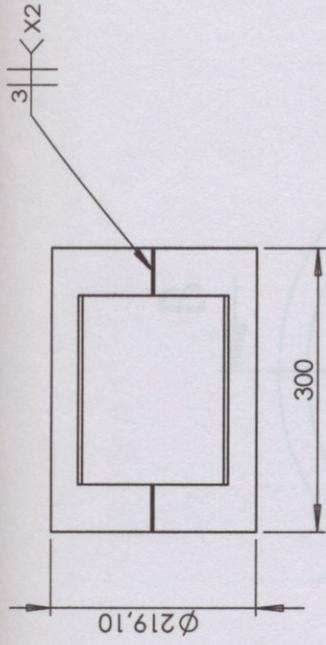
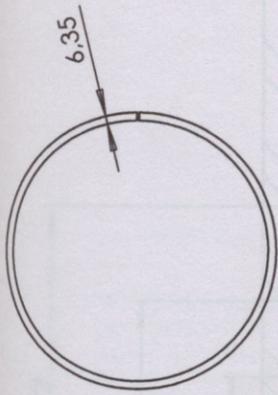


PROYECTO

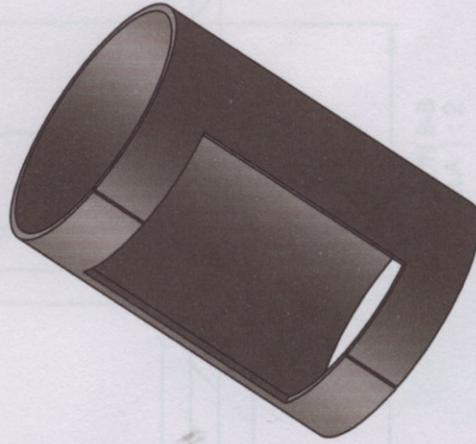
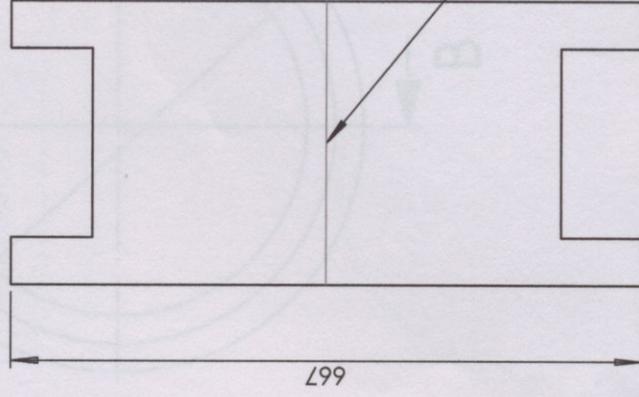
LÍNEA DE PELETIZACIÓN

ESC. 1:6

CHAPA ROLADA



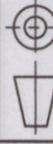
CHAPA DESPLEGADA



MATERIAL:
ACERO SAE1010

CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
N° ÓRDEN	PL-DB2018-B-03	



PARED - CARRETEL

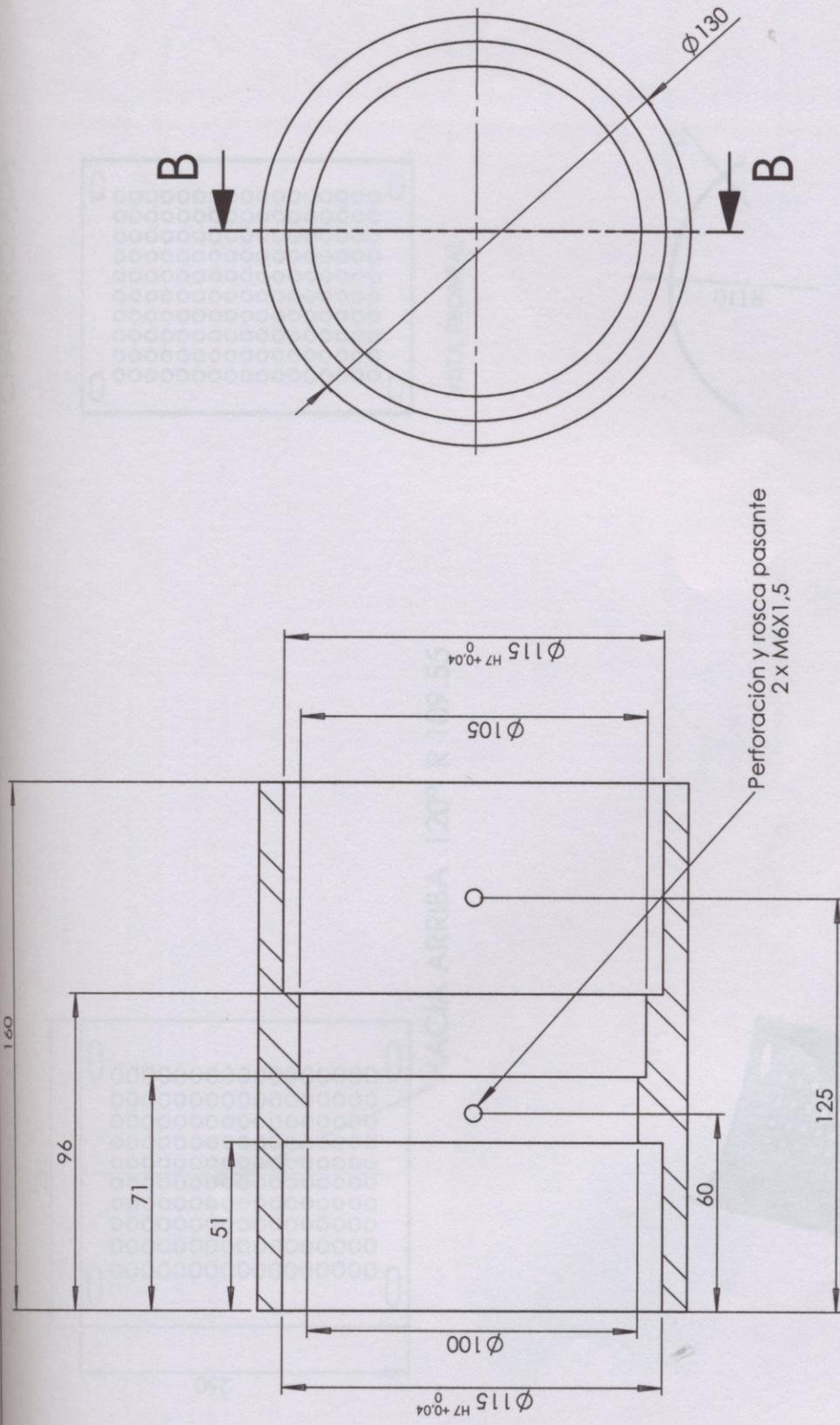
PROYECTO

ESC. 1:8



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

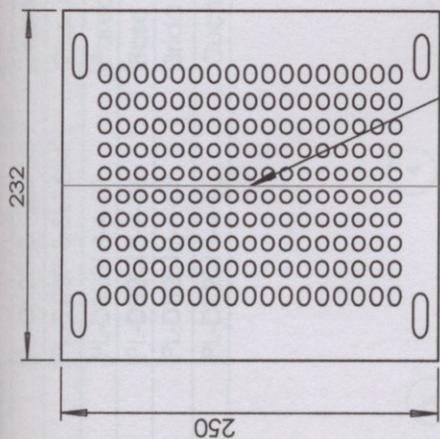
LÍNEA DE PELETIZACIÓN



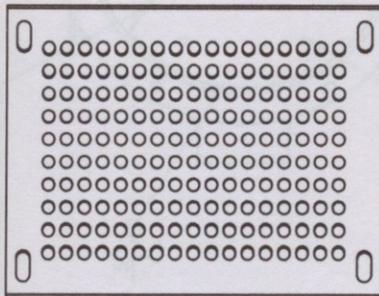
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

MATERIAL: ACERO SAE1010 CANTIDAD: 1		DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
		REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019	
		N° ÓRDEN	PL-DB2018-B-04		
			SUBENSAMBLAJE DESCARGA		
ESC. 1:2		PROYECTO	LÍNEA DE PELETIZACIÓN		

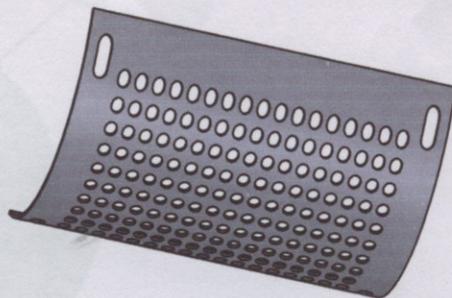
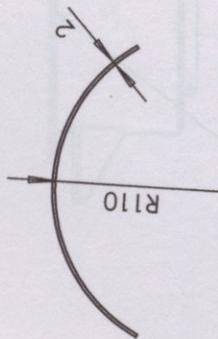
CHAPA DESPLEGADA



HACIA ARRIBA 120° R 109.55



VISTA FRONTAL



MATERIAL:
ACERO SAE1010

CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
	DELL'ELCE C.	6/6/2019
	BONIFAZI E.	
N° ÓRDEN	PL-DB2018-B-06	



Protección de seguridad

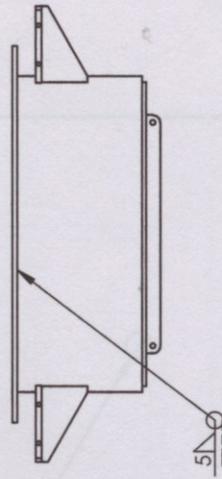
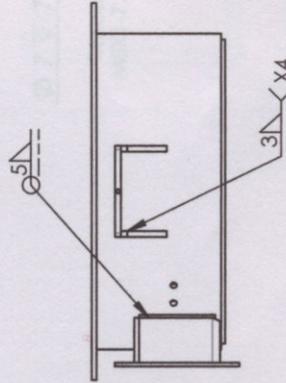
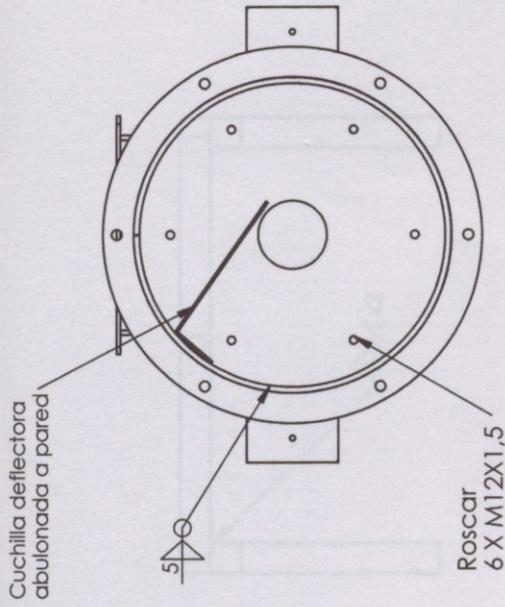
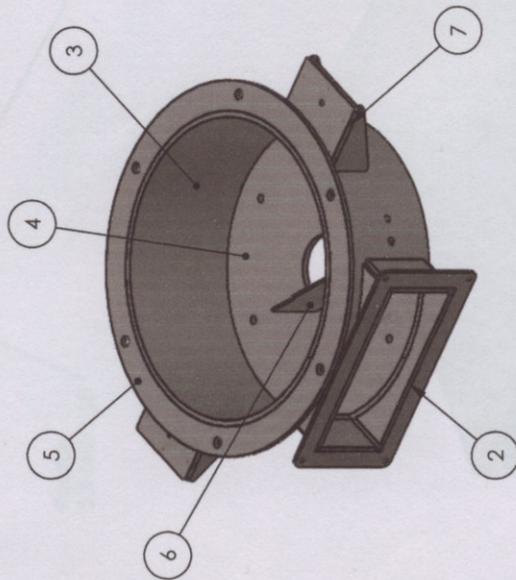
ESC. 1:5
PROYECTO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-SUBENS I	SopORTE	2
2	PL-DB2018-SUBENS II	Descarga	1
3	PL-DB2018-A-01	Pared	1
4	PL-DB2018-A-06	Base	1
5	PL-DB2018-A-07	Brida pared	1
6	PL-DB2018-A-08	Cuchilla deflector	1



MATERIAL:
Acero SAE1010

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
Nº ÓRDEN	PL-DB2018-A-00	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

SUBENSAMBLAJE DESCARGA

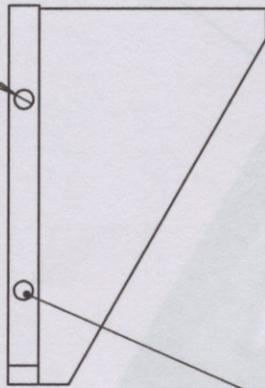
PROYECTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

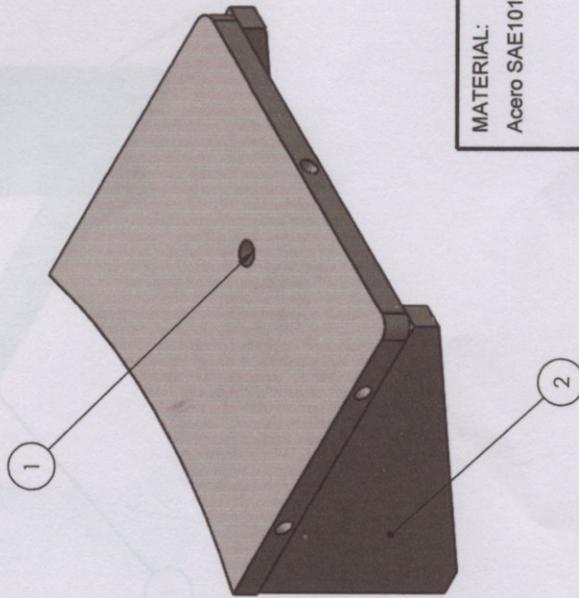
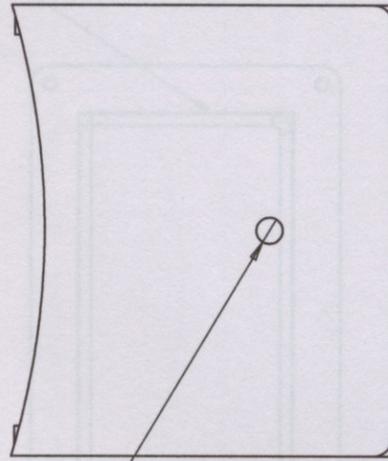
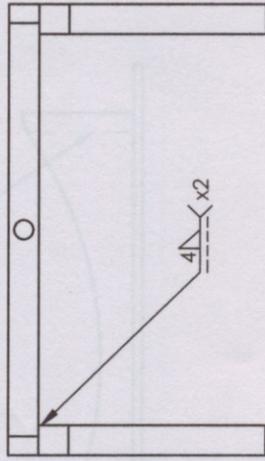
ESC. 1:10

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-A-09	Soporte tornillos fusibles	1
2	PL-DB2018-A-02	Escuadra refuerzo	2

5 x ϕ 5 ∇ 10



Roscar
5 X M6X1-L8



MATERIAL:
Acero SAE1010

CANTIDAD: 2

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
Nº ÓRDEN	PL-DB2018-SUBENS I	



SUBENSAMBLAJE I

PROYECTO

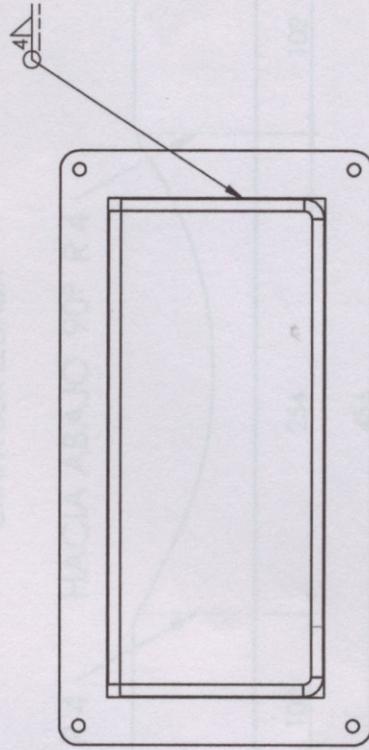
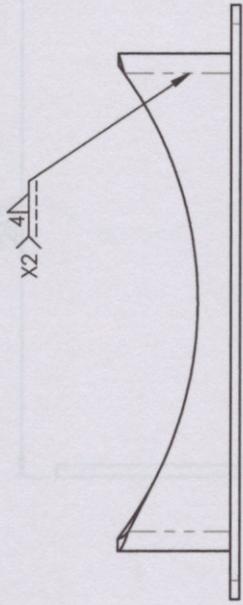
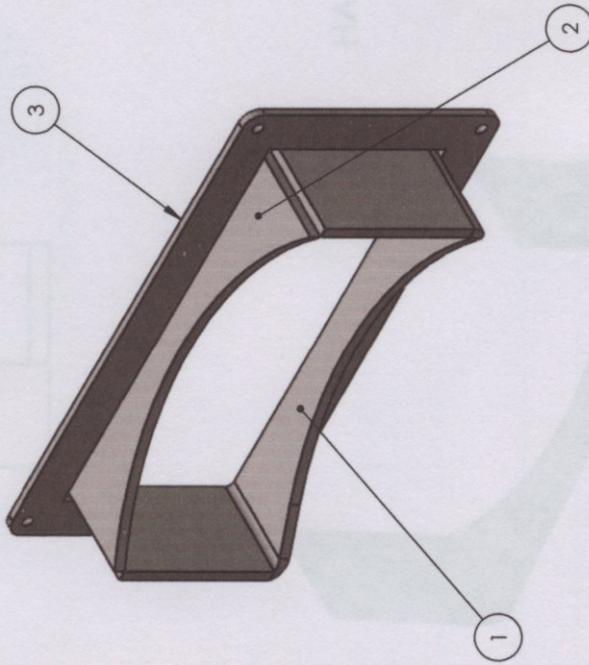
ESC. 1:2

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-A-04	Pieza plegada-descarga	1
2	PL-DB2018-A-03	Pieza descarga	1
3	PL-DB2018-A-05	Brida descarga	1



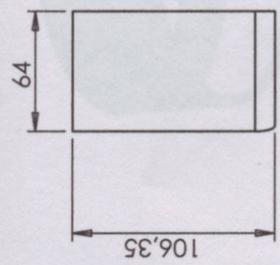
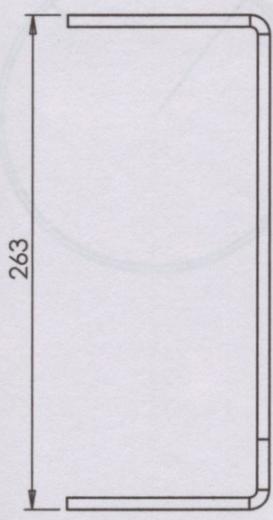
MATERIAL: Acero SAE 1010	DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
	REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
	Nº ÓRDEN	PL-DB2018-SUBENS II	

CANTIDAD: 1			SUBENSAMBLAJE II PROYECTO
	ESC. 1:4		
LÍNEA DE PELETIZACIÓN			



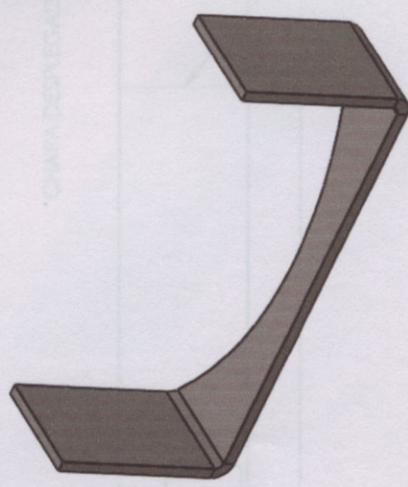
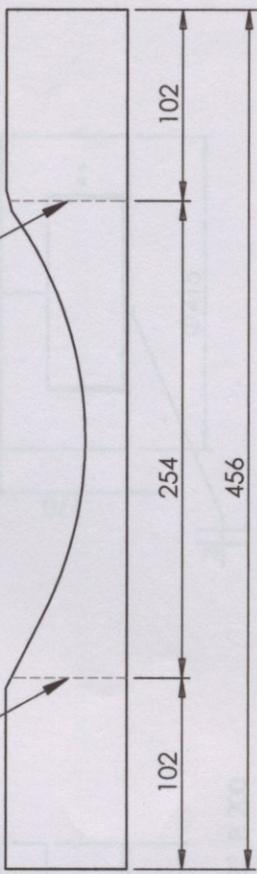
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

CHAPA PLEGADA



CHAPA DESPLEGADA

HACIA ABAJO 90° R 4



MATERIAL: Acero SAE 1010	DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
	REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
	N° ÓRDEN	PL-DB2018-A-04	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

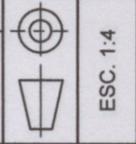
UTN

CANTIDAD: 1

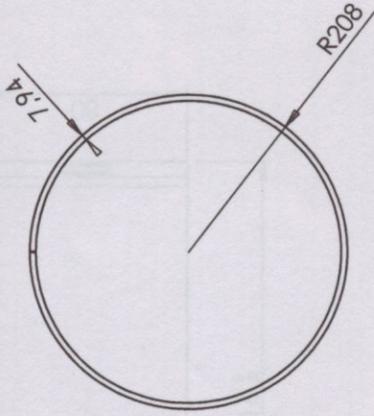
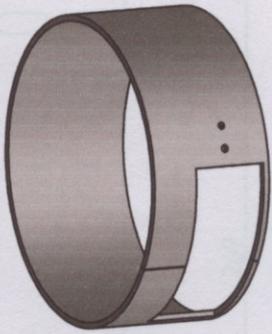
Pieza plegada-descarga

PROYECTO

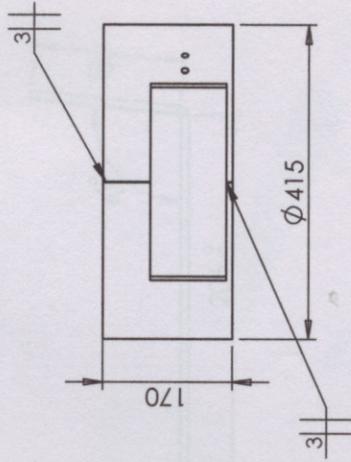
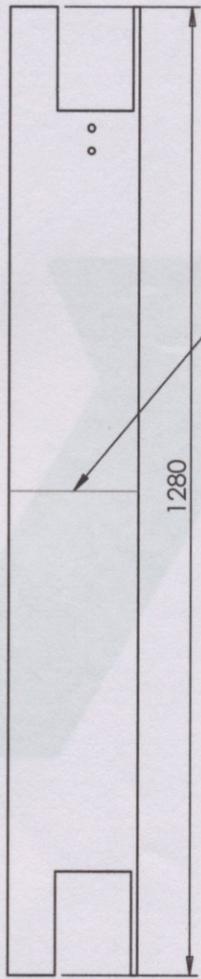
LÍNEA DE PELETIZACIÓN



CHAPA ROLADA



CHAPA DESPLEGADA



MATERIAL:
Acero SAE1010

CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
N° ÓRDEN	PL-DB2018-A-01	



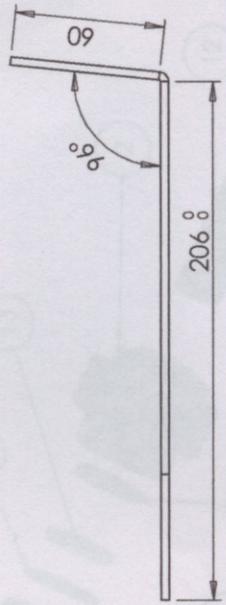
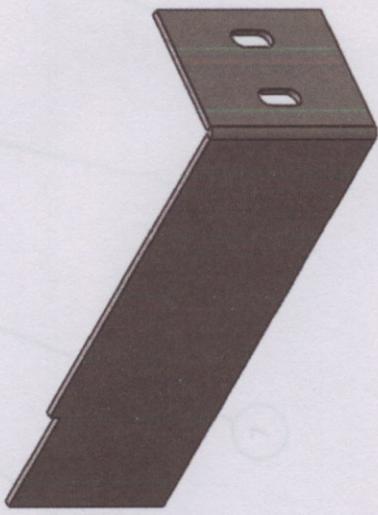
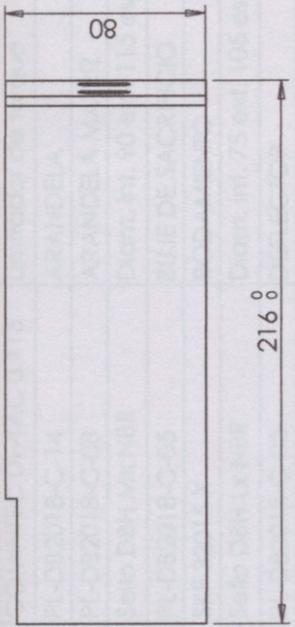
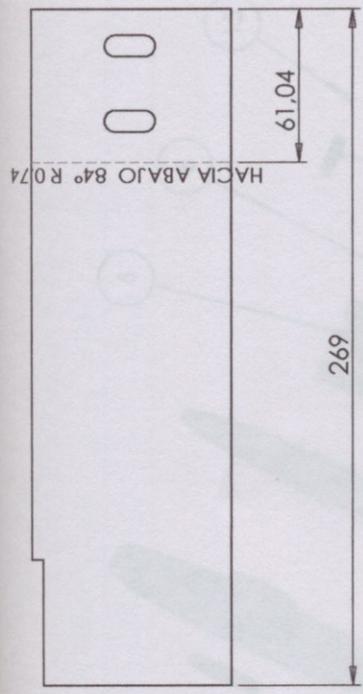
PARED

ESC. 1:10
PROYECTO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



MATERIAL:
Acero SAE1010

DIBUJÓ	DELL'ELCE C.	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	BONIFAZI E.		11/6/2019
N° ÓRDEN		PL-DB2018-A-08	



CUCHILLA DEFLECTORA

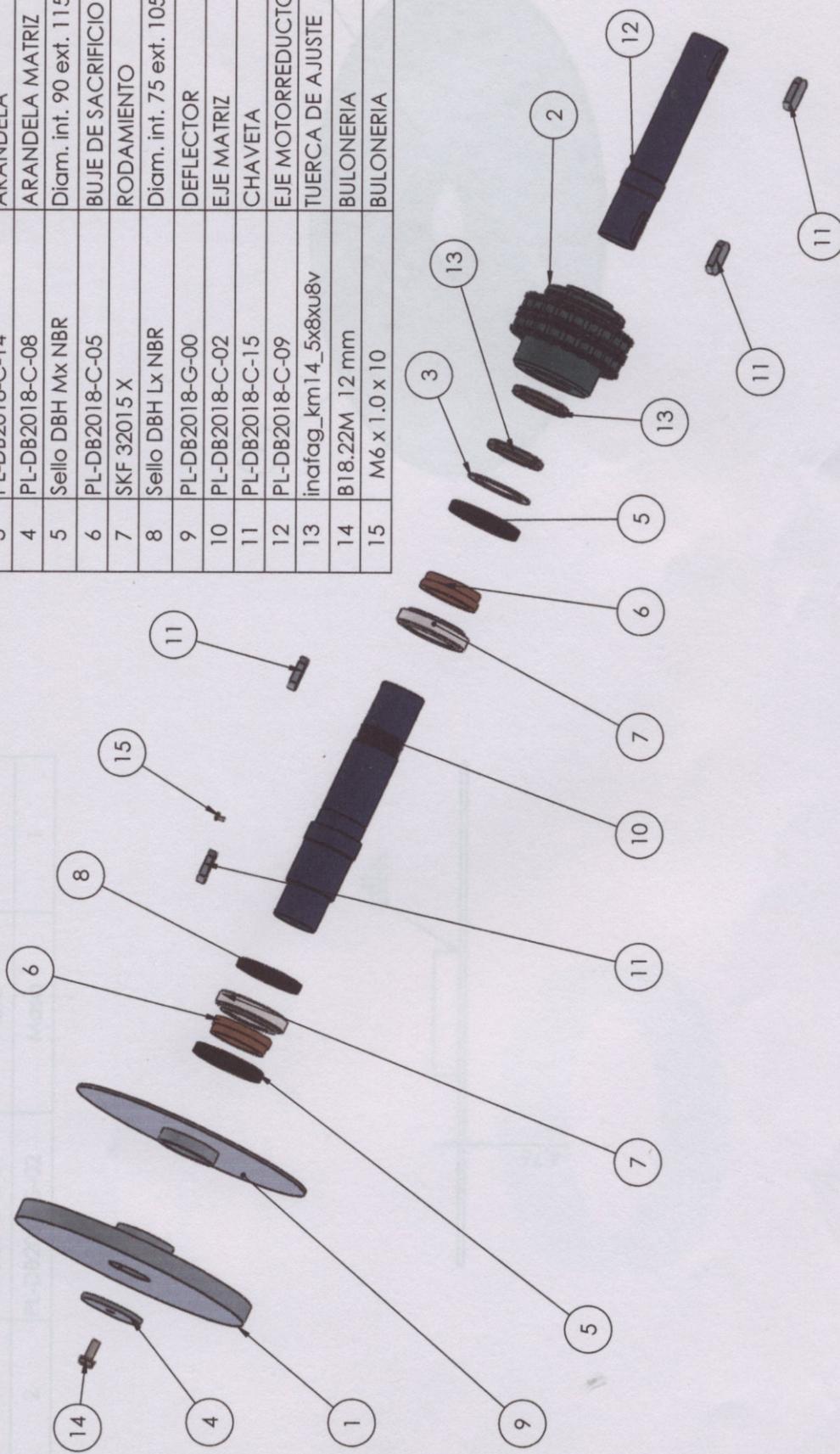


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

ESC. 1:3
PROYECTO

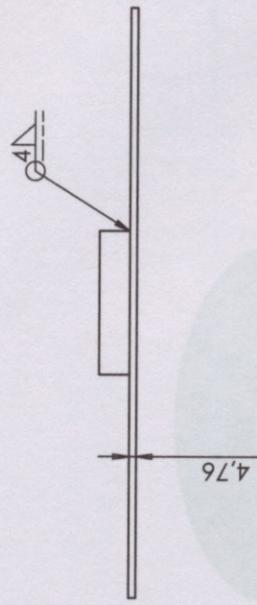
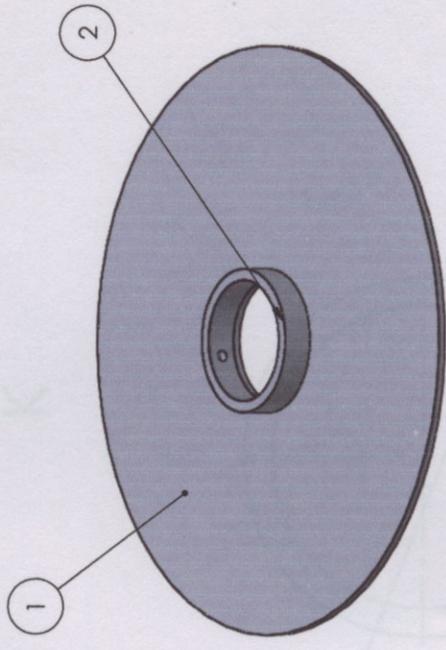
LÍNEA DE PELETIZACIÓN

N.º	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	PL-DB2018-C-01	MATRIZ	1
2	COMINTEC DF-TAC 3.115	Limitador de torque	1
3	PL-DB2018-C-14	ARANDELA	1
4	PL-DB2018-C-08	ARANDELA MATRIZ	2
5	Sello DBH Mx NBR	Diam. int. 90 ext. 115 esp. 13	2
6	PL-DB2018-C-05	BUJE DE SACRIFICIO	2
7	SKF 32015 X	RODAMIENTO	2
8	Sello DBH Lx NBR	Diam. int. 75 ext. 105 esp. 12	1
9	PL-DB2018-G-00	DEFLECTOR	1
10	PL-DB2018-C-02	EJE MATRIZ	1
11	PL-DB2018-C-15	CHAVETA	4
12	PL-DB2018-C-09	EJE MOTORREDUCTOR	1
13	inafag_km14_5x8xu8v	TUERCA DE AJUSTE	2
14	B18.22M 12 mm	BULONERIA	1
15	M6 x 1.0 x 10	BULONERIA	1



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO		NOMBRE	FECHA
		DIBUJÓ	DELL'ELCE C.
REVISÓ	BONIFAZI E.	N° ÓRDEN PL-DB2018-C-00	
 SUBENSAMBLAJE			
ESC. 1:10		PROYECTO	
LÍNEA DE PELETIZACIÓN			

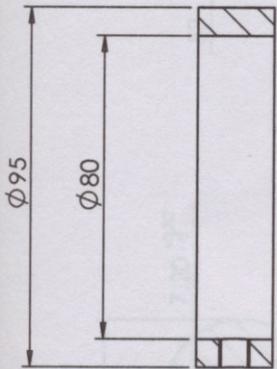
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
		N	D
1	PL-DB2018-G-01	Plato	1
2	PL-DB2018-G-02	Masa	1



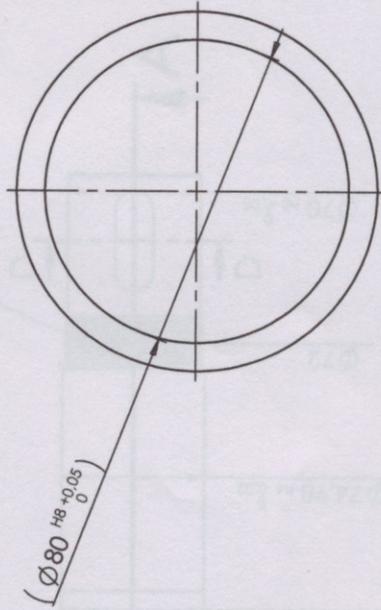
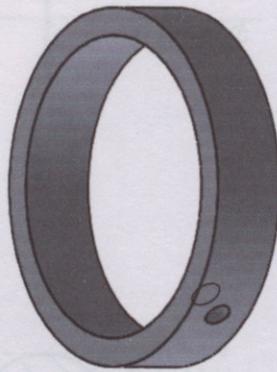
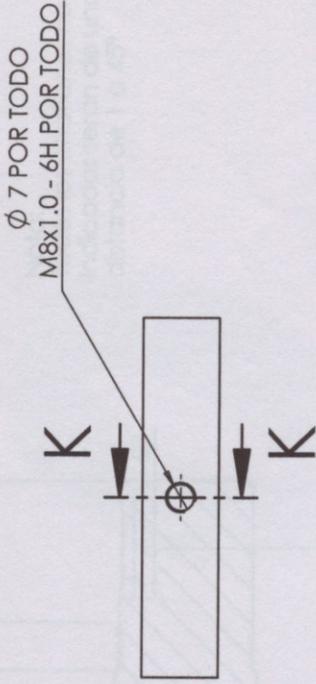
MATERIAL: SAE1010		NOMBRE		FECHA
CANTIDAD: 1		DIBUJÓ	DELL'ELCE C.	6/6/2019
		REVISÓ	BONIFAZI E.	
		Nº ÓRDEN	PL-DB2018-G-00	
		SUBENSAMBLAJE - PLATO		
ESC. 1:5		PROYECTO		
		LÍNEA DE PELETIZACIÓN		



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

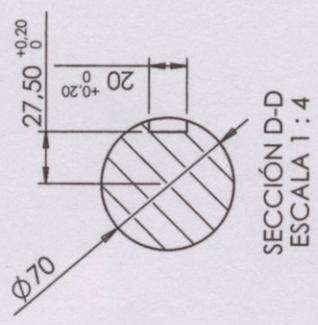
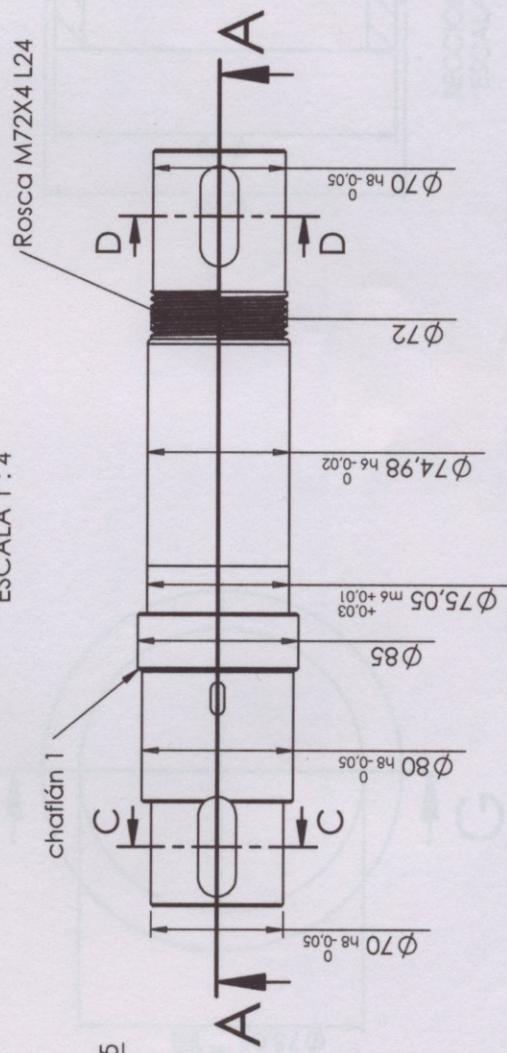
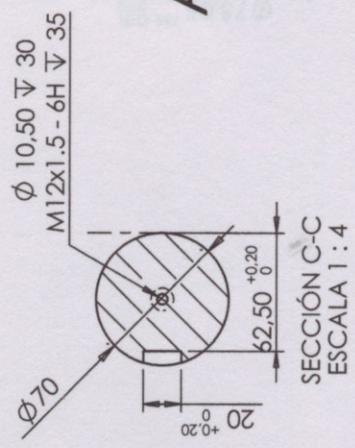
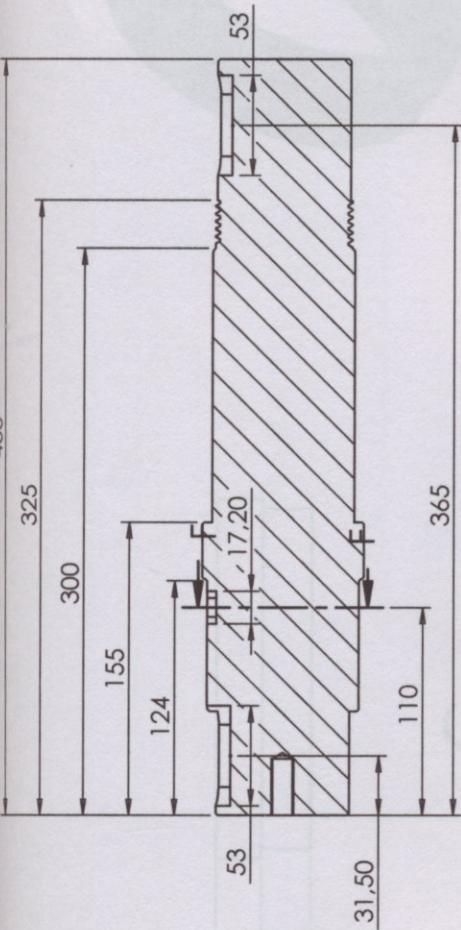
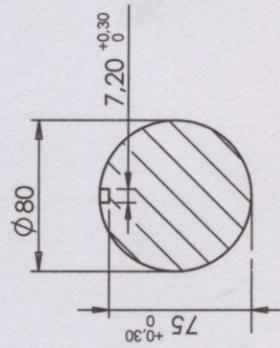


SECCIÓN K-K
ESCALA 1:2



MATERIAL: ACERRO SAE1010		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
CANTIDAD: 1			
DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA	 MASA-PLANO
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019	
N° ÓRDEN	PL-DB2018-G-02		
ESC. 1:2		PROYECTO	
LÍNEA DE PELETIZACIÓN			

Nota:
 Todos los chafilanes no
 indicados serán de una
 distancia de 1 a 45°



MATERIAL:
 ACERO SAE 4140,
 TEMPLADO EN ACEITE Y
 REVENIDO A 425°C

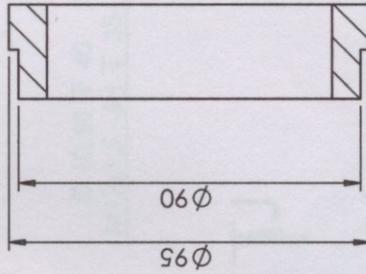
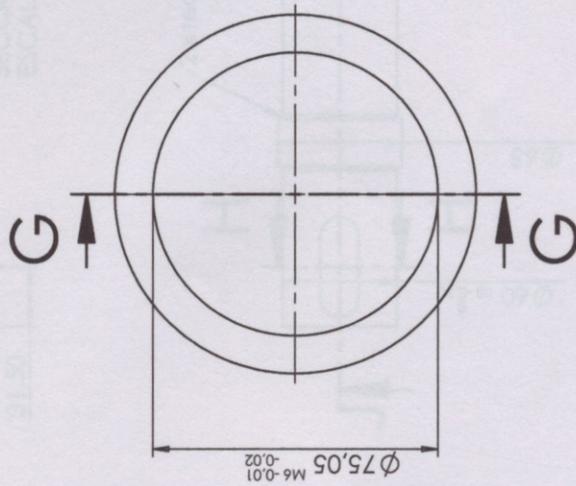
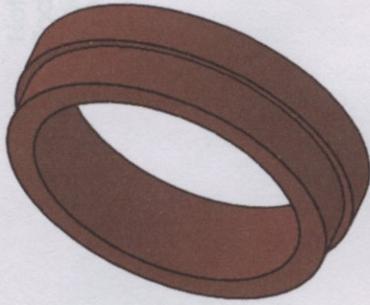
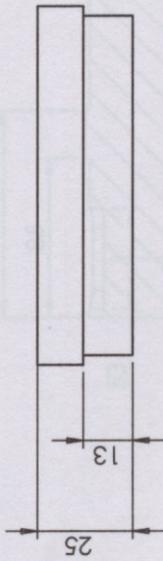
CANTIDAD: 1

DIBUJÓ	DELL'ELCE C.	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	BONIFAZI E.		6/6/2019
N° ÓRDEN			PL-DB2018-C-02



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

EJE VERTICAL SUPERIOR	
PROYECTO	LÍNEA DE PELETIZACIÓN
ESC. 1:4	



SECCIÓN G-G
ESCALA 1:2

MATERIAL:

Acero SAE1045

CANTIDAD: 2



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

FECHA

6/6/2019

NOMBRE

DELL'ELCE C.
BONIFAZI E.

DIBUJÓ

REVISÓ

N° ÓRDEN

PL-DB2018-C-05

BUJE

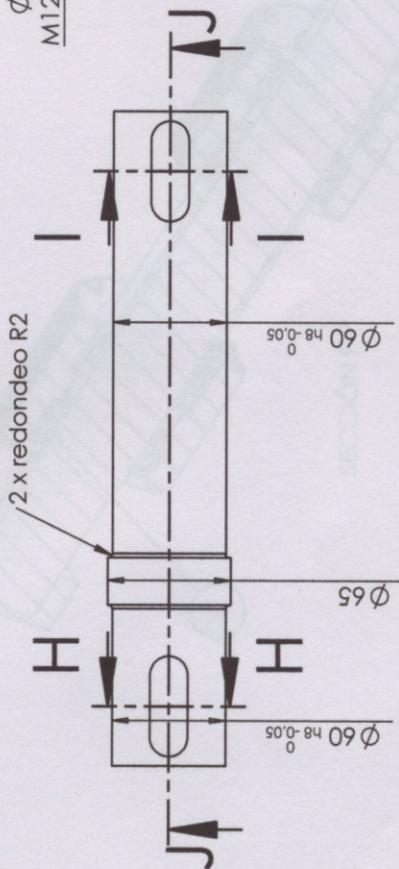
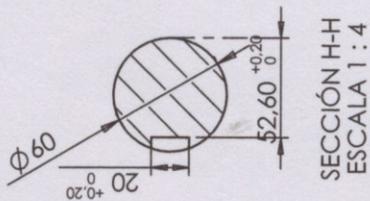
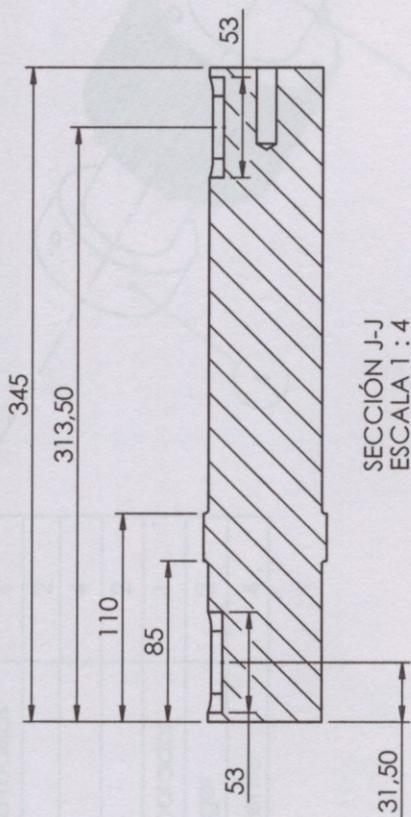


PROYECTO

ESC. 1:2

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

Nota:
 Todos los chaflanes no
 indicados serán de una
 distancia de 1 a 45°

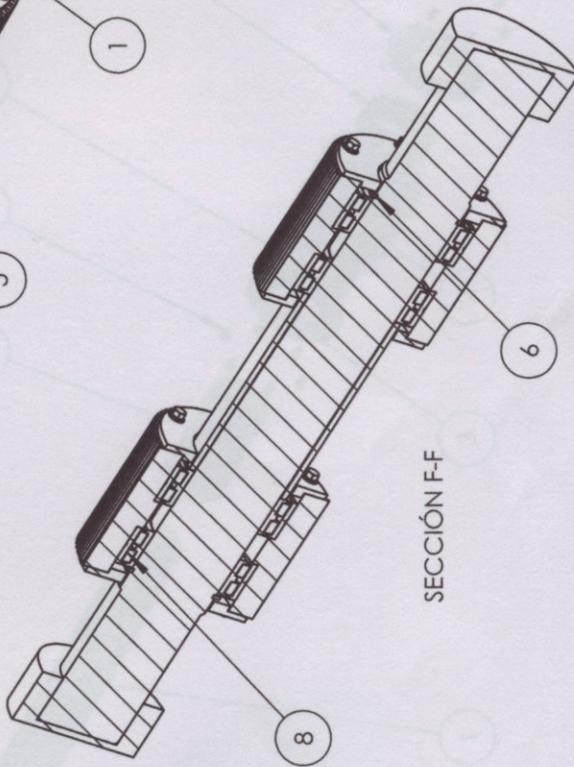
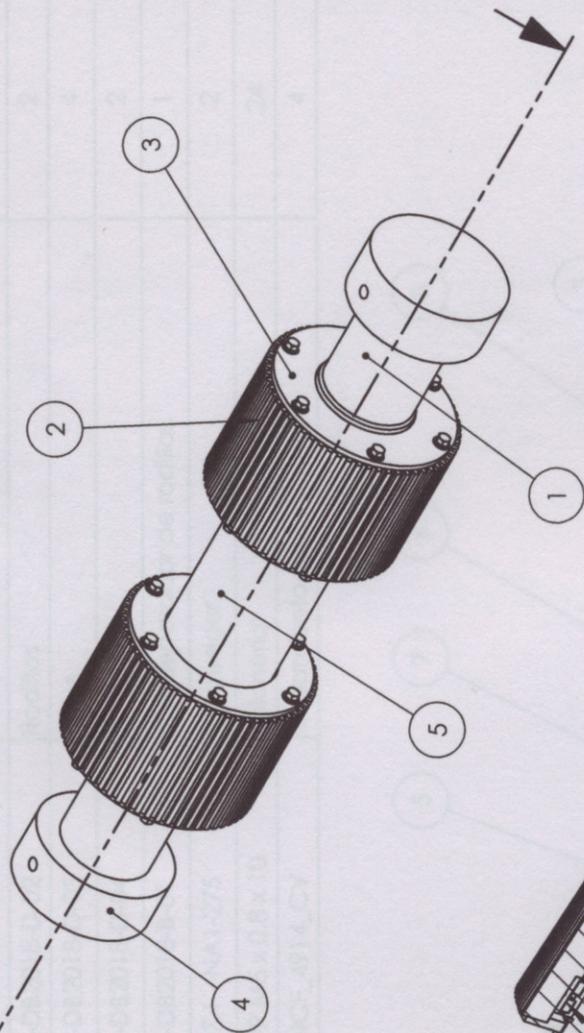


ϕ 10,50 ∇ 40
 M12x1,5 - 6H ∇ 35

SECCIÓN H
 ESCALA 1:4

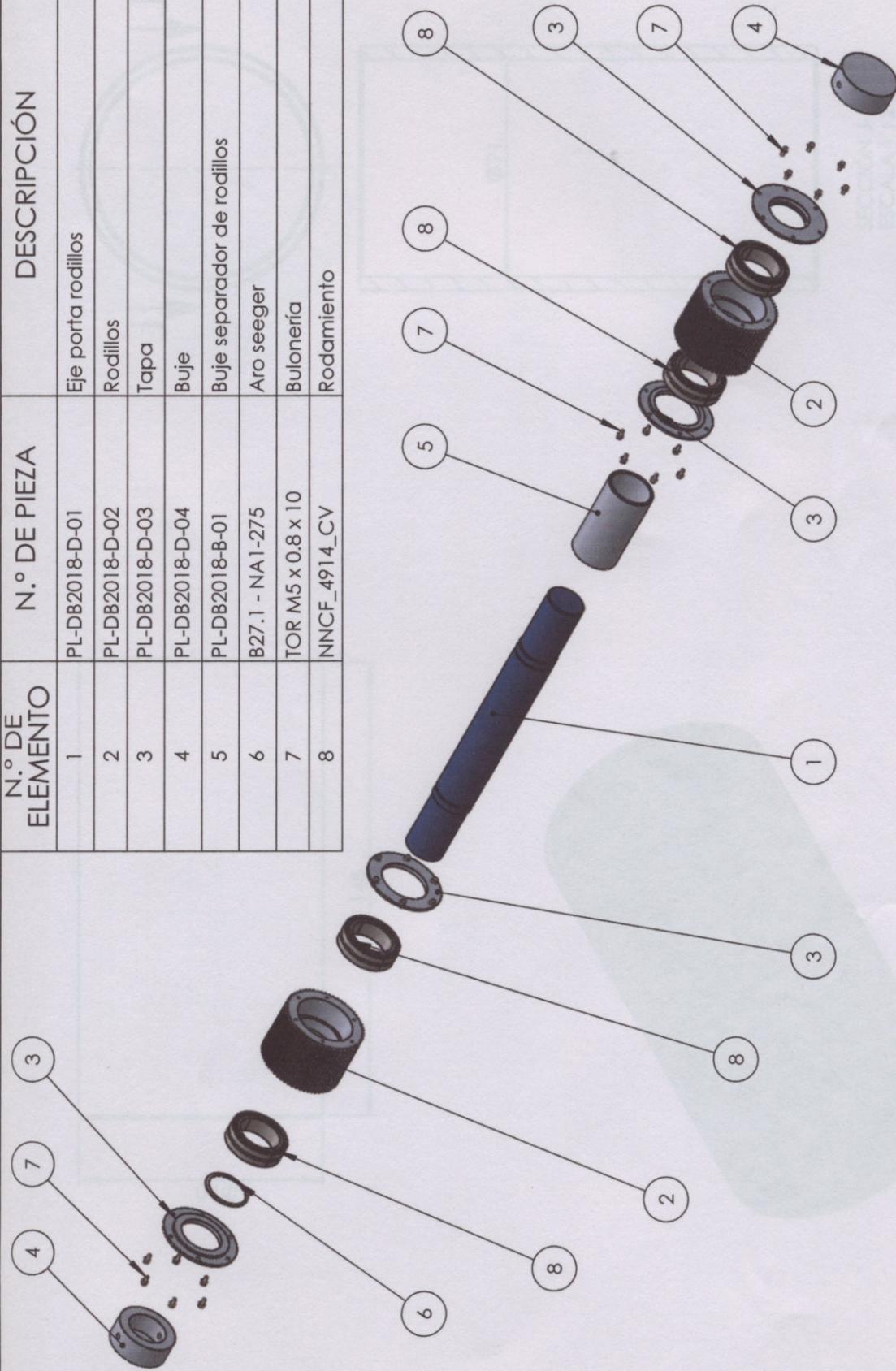
MATERIAL: ACERO SAE 4140, TEMPLADO EN ACEITE Y REVENIDO A 425°C CANTIDAD: 1		NOMBRE DELL'ELCE C. REVISÓ BONIFAZI E. N° ÓRDEN PL-DB2018-C-09	FECHA 6/6/2019	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
LÍNEA DE PELETIZACIÓN				

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	PL-DB2018-D-01	Eje porta rodillos	1
2	PL-DB2018-D-02	Rodillos	2
3	PL-DB2018-D-03	Tapa	4
4	PL-DB2018-D-04	Buje	2
5	PL-DB2018-B-01	Buje separador	1
6	B27.1 - NA1-275	Aro seeger	2
8	NNCF_4914_CV	Rodamiento	4

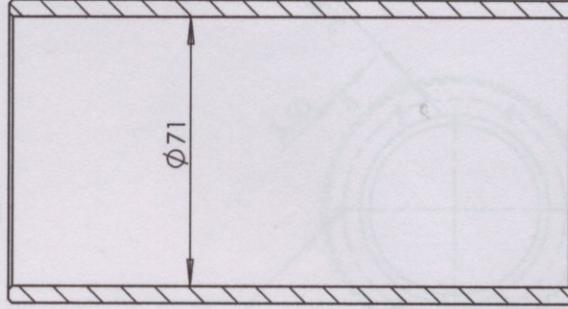
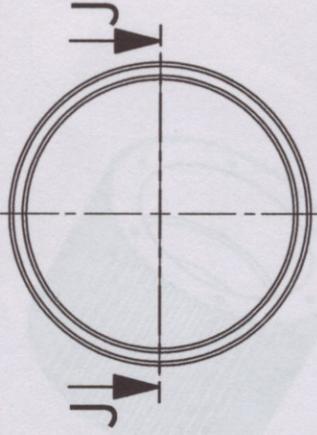
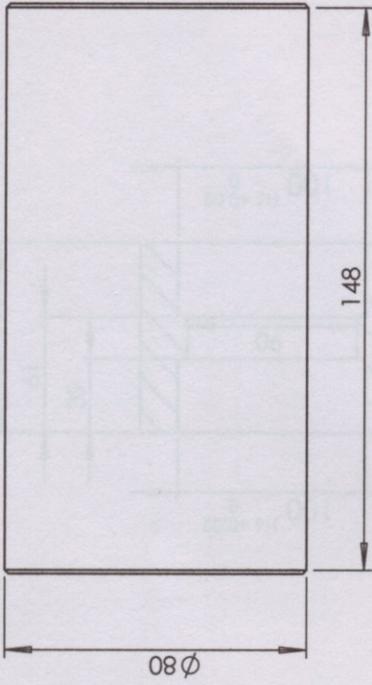


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO		NOMBRE	FECHA
		DIBUJÓ DELL'ELCE C. REVISÓ BONIFAZI E. N° ÓRDEN PL-DB2018-D-00	6/6/2019
 SUBENSAMBLAJE RODILLO DE PELETEADO		PROYECTO	
ESC. 1:5		LÍNEA DE PELETIZACIÓN	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PL-DB2018-D-01	Eje porta rodillos	1
2	PL-DB2018-D-02	Rodillos	2
3	PL-DB2018-D-03	Tapa	4
4	PL-DB2018-D-04	Buje	2
5	PL-DB2018-B-01	Buje separador de rodillos	1
6	B27.1 - NA1-275	Aro seeger	2
7	TOR M5 x 0.8 x 10	Bulonería	24
8	NNCF_4914_CV	Rodamiento	4



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO		NOMBRE	FECHA
		DIBUJÓ	6/6/2019
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	Nº ÓRDEN	
 SUBENSAMBLAJE		PL-DB2018-D-00 exp	
ESC. 1:10 PROYECTO		LÍNEA DE PELETIZACIÓN	



SECCIÓN J-J
ESCALA 1 : 2

MATERIAL:

SAE1010

CANTIDAD: 1

	DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
	REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
	N° ÓRDEN	PL-DB2018-B-01	

Buje separador de rodillos

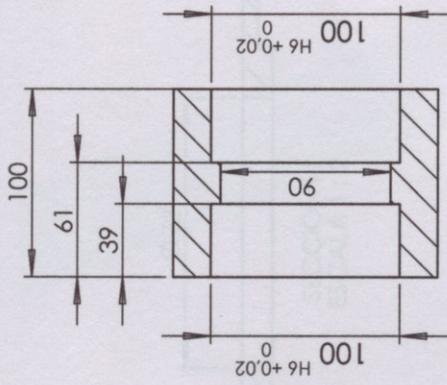
PROYECTO

ESC. 1:2

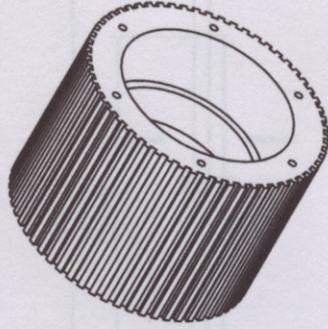
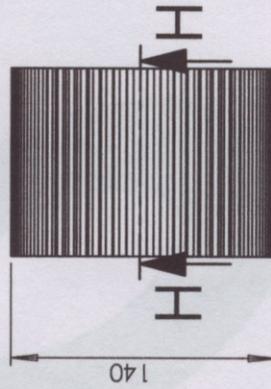


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

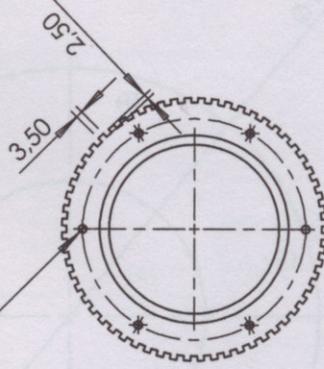
LÍNEA DE PELETIZACIÓN



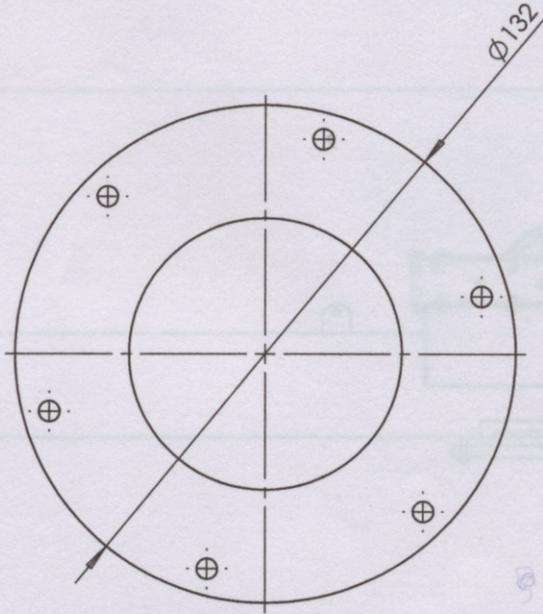
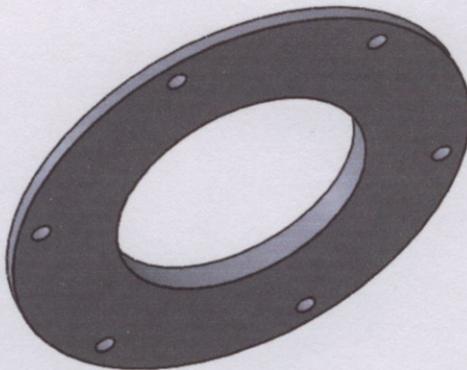
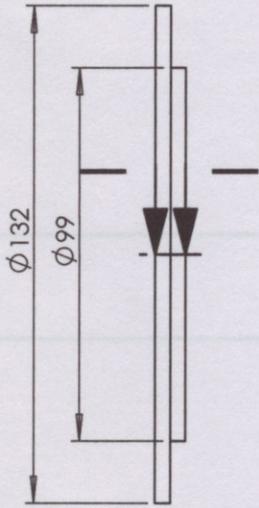
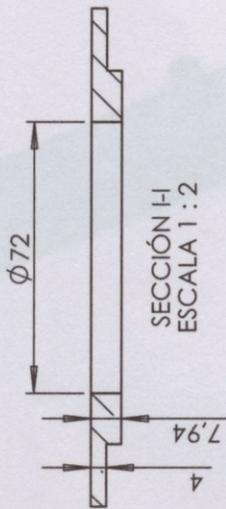
SECCIÓN H-H
ESCALA 1:4



12 x ϕ 4,20 ∇ 14
M5x0.8 - 6H ∇ 10



MATERIAL: SAE 8620 Tratamiento termico superficial, templado en aceite a 940 °C.		NOMBRE DELL'ELCE C. BONIFAZI E.		FECHA 6/6/2019	
DIBUJÓ REVISÓ N° ÓRDEN		PL-DB2018-D-02		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
		Rodillo			
CANTIDAD: 2		PROYECTO		LÍNEA DE PELETIZACIÓN	
ESC. 1:4					



MATERIAL:
ACERO SAE1010

CANTIDAD: 4



DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	6/6/2019
N° ÓRDEN	PL-DB2018-D-03	

TAPA

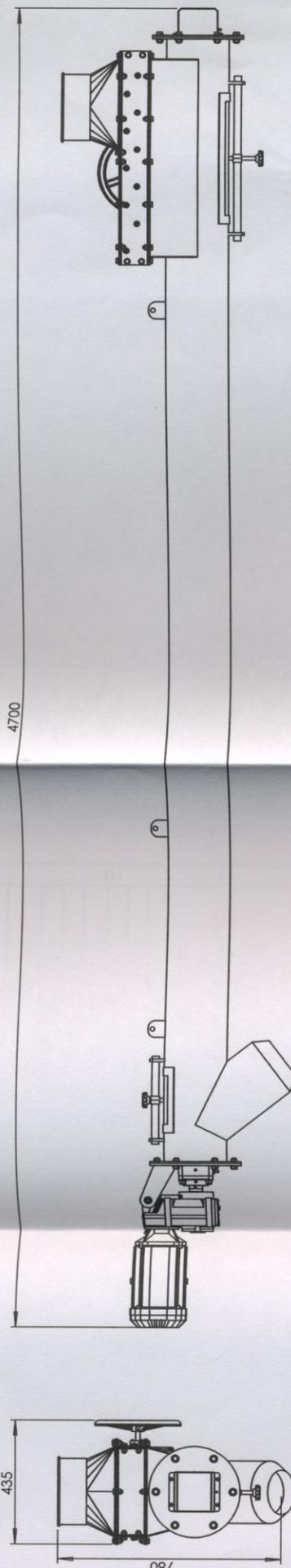
PROYECTO

ESC. 1:2

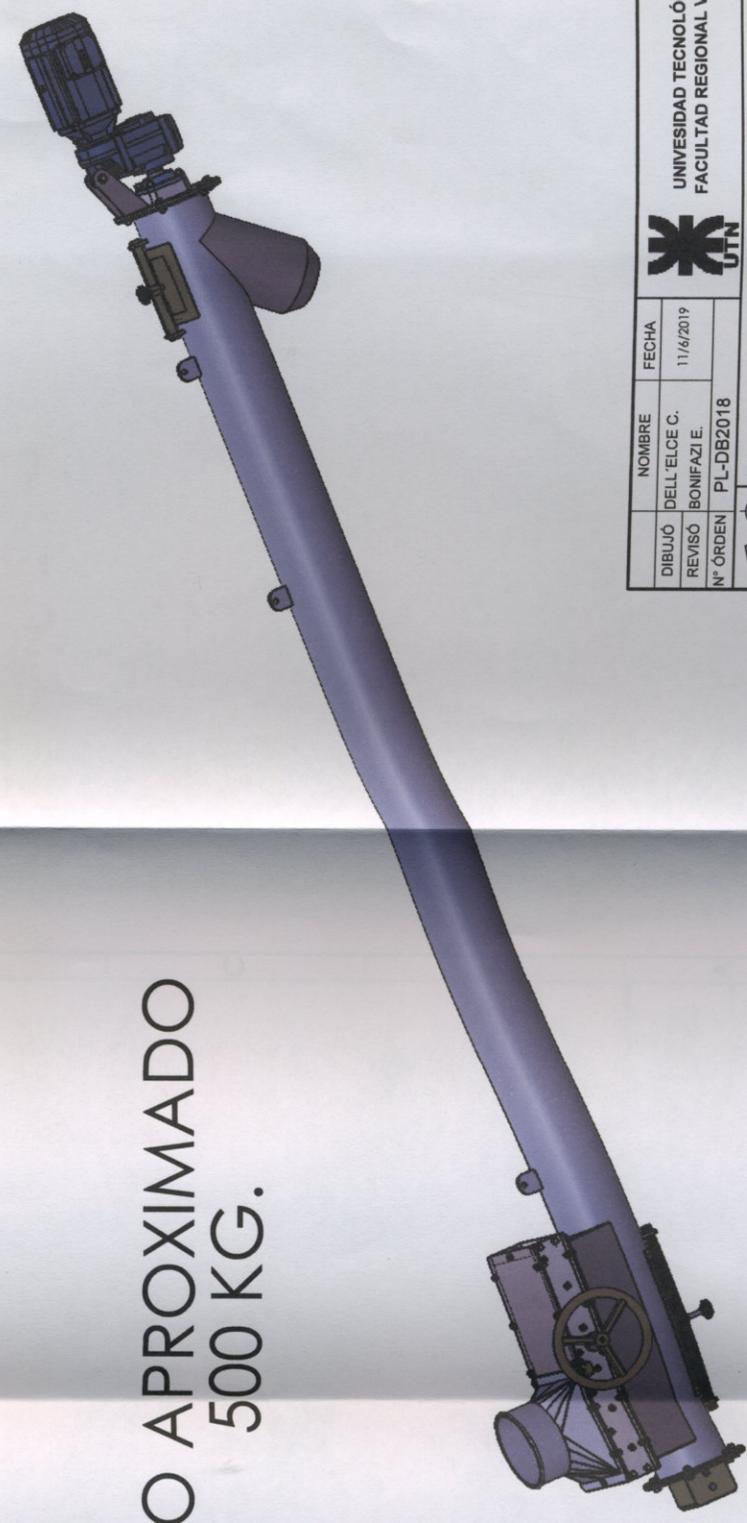


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

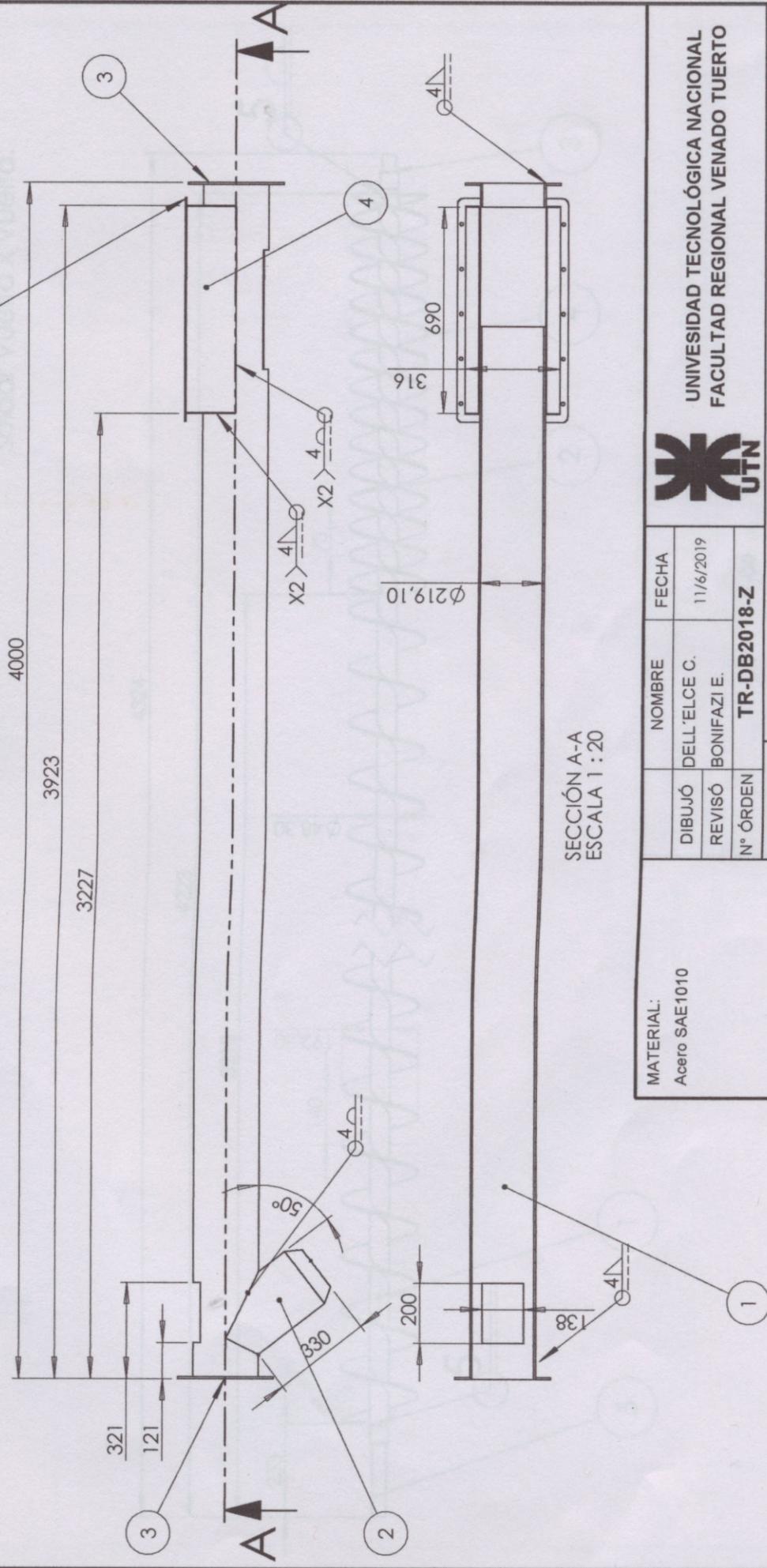


PESO APROXIMADO
500 KG.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
NOMBRE	FECHA
DELL'ELCE C.	11/6/2019
REVISO BONIFAZI E.	
N° ORDEN	PL-DB2018
SUBENSAMBLAJE GENERAL	
PROYECTO	
LÍNEA DE PELETIZACIÓN	
ESC. 1:15	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	TR-DB2018-A-03	TUBO CORTO	1
2	TR-DB2018-A-05	BOCA DESCARGA	1
3	TR-DB2018-A-01	BRIDA TUBO CARGA	2
4	TR-DB2018-D-03	CARGA	1
5	TR-DB2018-D-05	BRIDA CARGA	1



MATERIAL: Acero SAE1010	DIBUJÓ	DELL'ELCE C.	NOMBRE	UTN
	REVISÓ	BONIFAZI E.	FECHA	11/6/2019
	Nº ÓRDEN		TR-DB2018-Z	
		SUBENSAMBLAJE CUERPO		
		PROYECTO		
ESC. 1:10		LÍNEA DE PELETIZACIÓN		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO



LÍNEA DE PELETIZACIÓN

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	TR-DB2018-E-03	Caño diámetro 48,3 SCH 40	1
2	TR-DB2018-E-04	Espiras vuelta por vuelta	1
3	TR-DB2018-E-02	Punta de eje conducido	1
4	TR-DB2018-E-044	Espiras doble vuelta	1
5	TR-DB2018-E-22	Punta de eje mando	1

Espira

Eje: 48,3 mm.

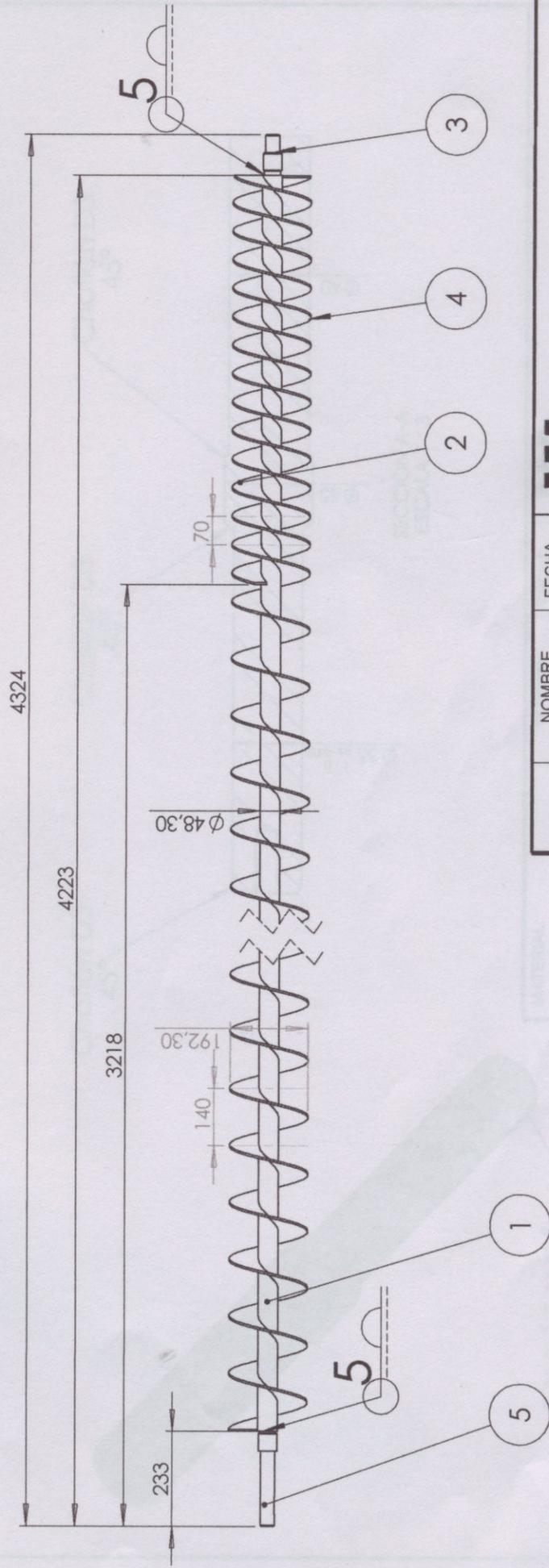
Ala: 72mm.

Total: 192,3 mm.

Paso: 140 mm.

Espesor: 4,75 mm.

Soldar Vuelta x Vuelta.



DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA
REVISÓ	DELL'ELCE C. BONIFAZI E.	11/6/2019
Nº ÓRDEN	TR-DB2018-E-00	

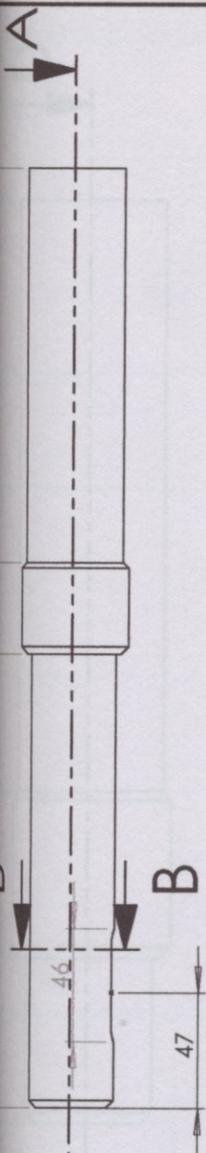
SUBENSAMBLAJE DESCARGA	
PROYECTO	
ESC. 1150	LÍNEA DE PELETIZACIÓN



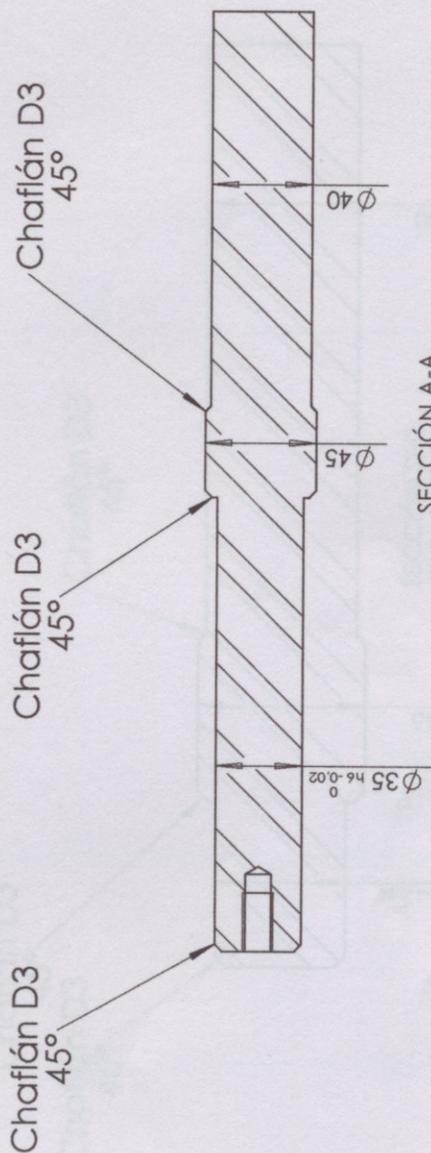
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

SUBENSAMBLAJE DESCARGA

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:3



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:3



$\phi 10,50 \pm 0,01$ $\nabla 31,50 \pm 0,01$
M12x1.5 - 6H $\nabla 24$

MATERIAL:
Acero SAE1045

DIBUJÓ
REVISÓ
N° ÓRDEN

NOMBRE
DELL'ELCE C.
BONIFAZI E.

FECHA
11/6/2019

TR-DB2018-E-01



EJE MANDO

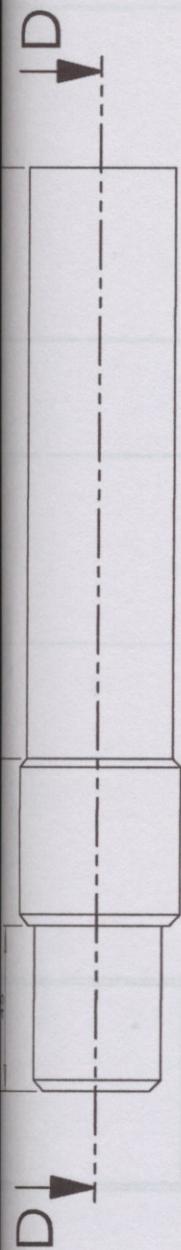
ESC. 1:3

PROYECTO

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



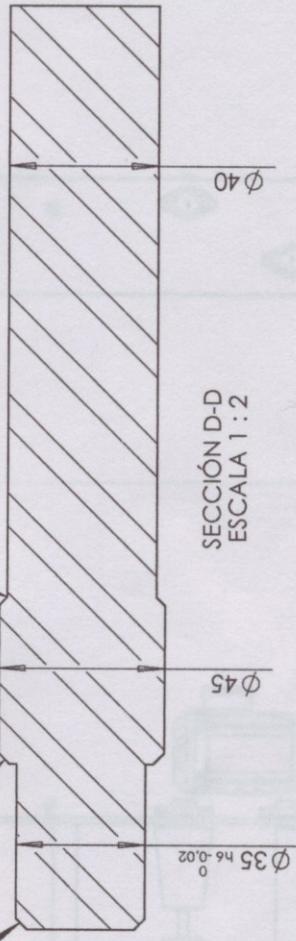
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO



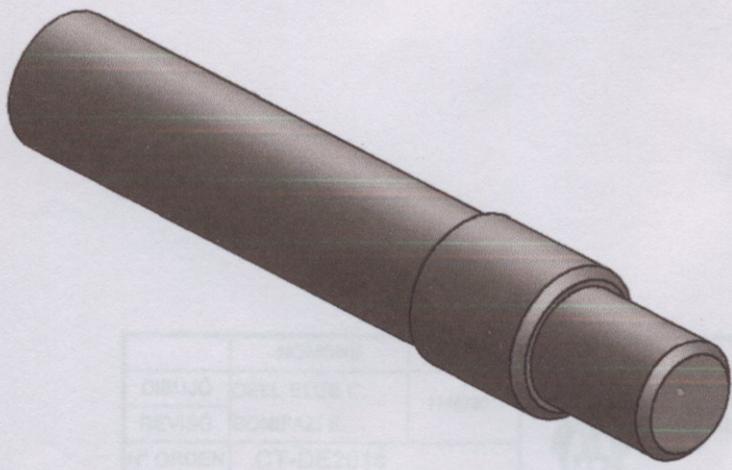
Chafilán D3
45°

Chafilán D3
45°

Chafilán D3
45°



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:2



MATERIAL:
Acero SAE1045

DIBUJÓ
REVISÓ
N° ORDEN

NOMBRE
DELL'ELCE C.
BONIFAZI E.

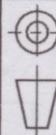
FECHA

11/6/2019

TR-DB2018-E-02



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

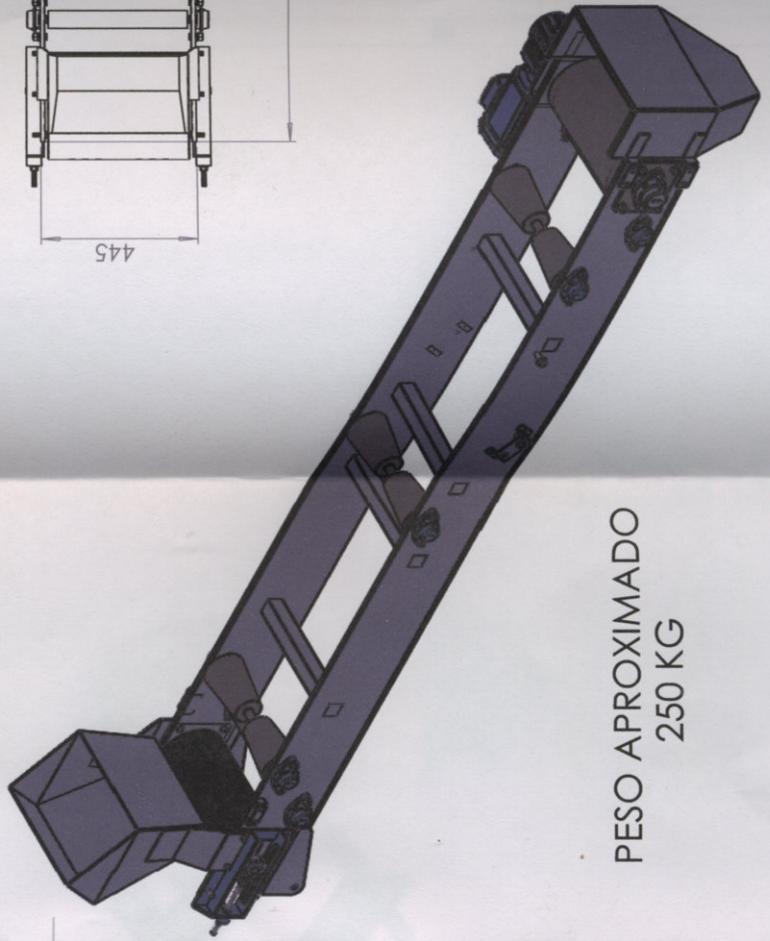
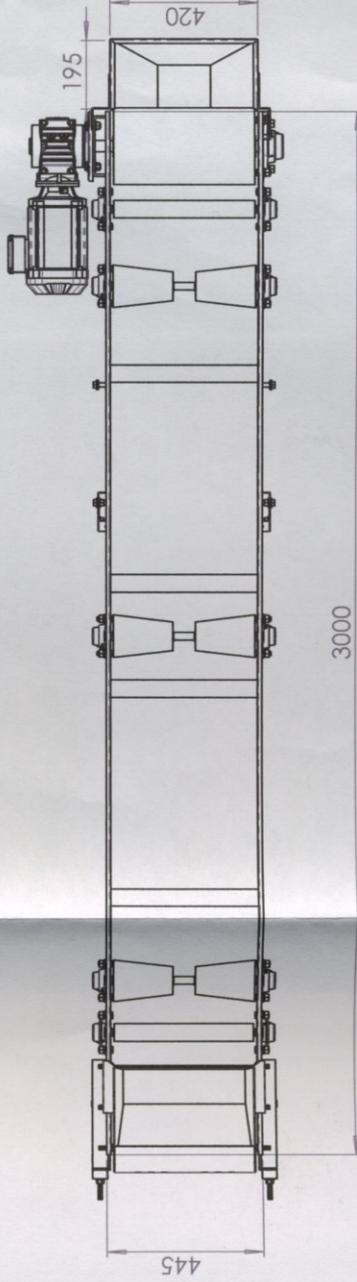
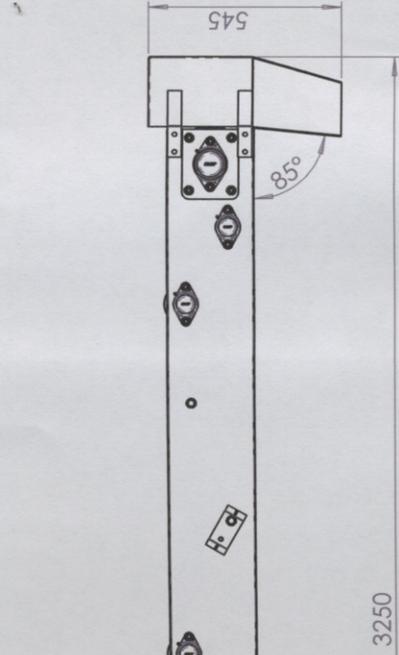
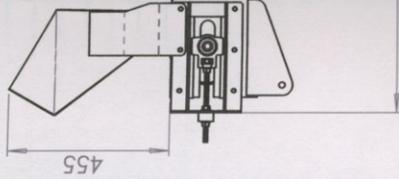
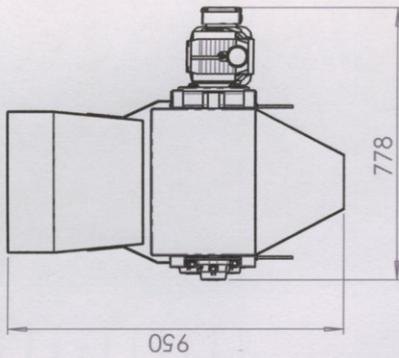


EJE CONDUCCION

PROYECTO

ESC. 1:10

LÍNEA DE PELETIZACIÓN



PESO APROXIMADO
250 KG

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
NOMBRE	FECHA
DELL'ELICE C.	11/6/2019
REVISO BONIFAZI E.	
N° ORDEN	CT-DE2018
ENSAMBLAJE GENERAL	
PROYECTO	
LÍNEA DE PELETIZACIÓN	

LÍNEA DE PELETIZACIÓN

3

ESC. 1:15

4

5

6

7

8

A

B

C

D

E

F

2

3

4

5

6

7

8

A

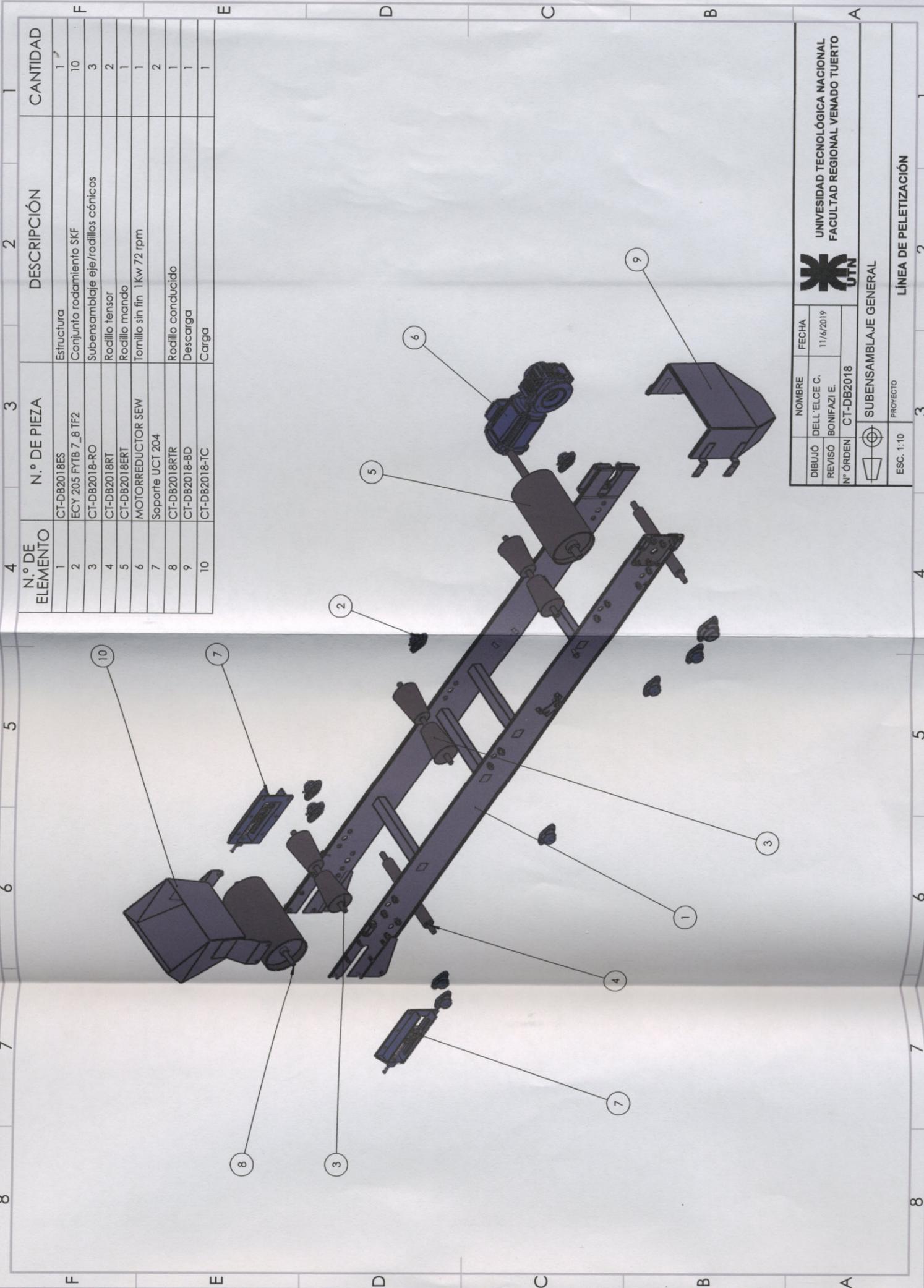
B

C

D

E

F



4	3	2	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CT-DB2018ES	Estructura	1
2	ECY 205 FYTB 7_8 TF2	Conjunto rodamiento SKF	10
3	CT-DB2018-RO	Subensamblaje eje/rodillos cónicos	3
4	CT-DB2018RT	Rodillo tensor	2
5	CT-DB2018ERT	Rodillo mando	1
6	MOTORREDUCTOR SEW	Tornillo sin fin 1Kw 72 rpm	1
7	Soporte UCT 204	Rodillo conducido	2
8	CT-DB2018RTR	Descarga	1
9	CT-DB2018-BD	Descarga	1
10	CT-DB2018-TC	Carga	1

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
NOMBRE	FECHA		
DIBUJÓ DELL'ELCE C.	11/6/2019		
REVISÓ BONIFAZI E.			
Nº ORDEN	CT-DB2018		
 SUBENSAMBLAJE GENERAL			
ESC. 1:10 PROYECTO			

LÍNEA DE PELETIZACIÓN