



**Proyecto Final de Ingeniería Mecánica
Entrega Parcial 3**

Adaptación de Máquina Rectificadora sin Centros para Operar en una Línea de Producción Flexible.

Rodríguez Iván

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2023

Adaptación de Máquina Rectificadora sin Centros para Operar en una Línea de Producción Flexible

Rodríguez Iván

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Directores:

Ing. Pedro Sismondi

Ing. Juan Sismondi

Ing. Guillermo Rodríguez

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

2023

A mi familia y amigos. Especialmente a mis padres, quienes me incentivaron a estudiar esta maravillosa carrera y me brindaron apoyo en los momentos difíciles.

Resumen

En una línea de producción en serie y flexible de piezas productivas, se requiere de utilizar máquinas cuya puesta a punto no interrumpa su funcionamiento continuo durante demasiado tiempo, de manera tal de poder adaptar los parámetros de la máquina a cualquier cambio de dimensiones y geometrías que se presentan constantemente durante una jornada de trabajo. En particular, las máquinas Rectificadoras sin Centro son naturalmente poco flexibles, sin embargo, son muy utilizadas para llevar a las piezas a las ajustadas tolerancias y terminaciones superficiales impuestas por diseño. Su regulación demanda excesivo tiempo improductivo, el cual es muy costoso en los casos de producciones en serie, donde se requiere que las máquinas se pongan a punto en cuestión de unos pocos segundos y al mismo tiempo alcanzar tolerancias de unos pocos micrones.

El objetivo de este trabajo es modificar la regulación típica de esta máquina, de manera tal de que, al presentarse un cambio en la pieza productiva, la máquina se ponga a punto en menos de 1 minuto. Para lograrlo se propone una regulación del tipo discreta, es decir cambios rápidos modulares que contengan las partes críticas de la regulación. Estos módulos podrán ser regulados de forma continua, con alto grado de precisión por fuera de la máquina y con anticipación, sin afectar a la producción. Luego podrán ser introducidos / extraídos en pocos segundos.

Es interesante notar como una máquina tan crucial en los procesos productivos de la industria, simplemente no fue concebida en su diseño y evolución como una máquina flexible, y para contrarrestar este inconveniente, usualmente se opta por aumentar la cantidad de estas. Este trabajo logra romper con esta lógica a través de un cambio de diseño.

Palabras Clave: Producción en serie, flexible, Rectificadoras sin Centro, tolerancias, regulación, tiempos improductivos.

Abstract

In a mass and flexible production line of productive parts, it is necessary to use machines that are easy to regulate, in such a way as to be able to adapt the parameters of the machine to the changes in dimensions and geometries that constantly occur during a working day. Centerless Grinding Machines are naturally not flexible; however, they are widely used to bring parts to the tight tolerances and surface finishes imposed by design. Its regulation demands unproductive time, which is expensive in the cases of mass production, where machines are required to set up in a matter of a few seconds and at the same time achieve tolerances of a few microns.

The objective of this work is to modify the typical regulation of this machine, in such a way that when a change in a productive part appears, the machine is set up in less than 1 minute. To achieve this, a discrete type of regulation is proposed, that is, modular quick changes that contain the critical parts of the regulation. These modules can be regulated in a continuous way, with high precision outside the machine and in advance, without affecting production. Then they can be inserted/extracted in just a few seconds.

It is interesting to note how such a crucial machine in the production processes of the industry was simply not conceived in its design and evolution as a flexible machine, and to counteract this inconvenience, it is usually decided to increase the number of them. This work achieves to break with this logic through a design change.

Palabras Clave: Mass production, flexible, Centerless Grinding, tolerances, regulation, unproductive time.

Contenido

Resumen.....	4
Abstract	5
Contenido	6
Introducción	8
Capítulo 1: Fundamentos Técnicos y Variables.....	11
Funcionamiento	11
Variables de Regulación	12
Capítulo 2 : Propósitos y Propuestas de Solución	13
Propósitos	13
Situación Actual:	14
Propuestas:	14
Propuesta N°1:.....	15
Propuesta N°2:.....	15
Propuesta N°3:.....	16
Propuesta N°4:.....	16
Propuesta N°5.....	17
Propuesta N°6.....	18
Selección de la Solución.....	19
Capítulo 3: Diseño de la Propuesta de Solución Seleccionada	21
Subconjunto Módulo de Cambio Rápido	21
Subconjunto Carro Portamódulos	36
Conjunto Armado Completo	40
Capítulo 4: Cálculos y Selección de Componentes	41
Determinación de Alturas de cuchilla a regular	41
Desplazamientos de la cuchilla.....	46
Cálculo por Elementos Finitos	47
Validación de los resultados obtenidos de la simulación por Elementos Finitos	52
Cálculo por Mecánica de Materiales.....	55
Selección de Componentes	59
Componentes del carro portamódulos.....	59
Selección de rosca para ejes de transmisión	66
Conclusiones y Recomendaciones	71
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Bibliografía	73
ANEXO	74
Anexo A: Plano Vástago	74
Anexo B: Catálogo Lentax Motorreductores Compactos a Engranajes	75

Anexo C: Catálogo Good Year Correas V	90
Anexo D: Planos.....	92

Introducción



Figura I-1: Imagen Rectificadora sin Centro (TEKNOMAQ, 2022)

Las rectificadoras sin centro son máquinas robustas y de gran porte muy utilizadas en la industria para llevar a las piezas productivas a las exigentes tolerancias dimensionales y geométricas requeridas por diseño, así como también alcanzar los requerimientos de terminación superficial, mediante el arranque de viruta. Suelen tener un papel crucial en los procesos productivos, ya que, entre otras cosas, su correcto funcionamiento y operación definen la calidad del producto.

Sin embargo, al ser utilizadas en líneas de producción en serie, surgen algunos inconvenientes en su operación y puesta a punto, en particular, en aquellas producciones del tipo flexible, es decir, en las que el producto a fabricar se adapta a los requerimientos del mercado, variando dimensiones y formas múltiples veces en una misma jornada. Esto ocurre sencillamente porque no son máquinas originalmente diseñadas para trabajar de

esta manera, sino por el contrario, están diseñadas para trabajar con un diseño de pieza fijo y que los cambios y ajustes en la máquina se hagan solo por mantenimiento, o bien para la fabricación de piezas eventuales fuera de una línea de producción, donde los tiempos improductivos no son tomados con la misma importancia que en el caso de una producción en serie.

Lo anterior no es una imposibilidad técnica, pues ante un cambio de dimensiones de la pieza fabricada, la máquina puede detenerse y luego modificar los parámetros necesarios para continuar así la producción. Sin embargo, esto es inviable visto desde el punto de vista de la productividad, ya que se estaría deteniendo la línea de producción para poner a punto la máquina cada vez que existe un cambio en la pieza a fabricar, lo cual, en una industria de las características mencionadas, esto puede ocurrir varias veces en 1 hora.

Ante el problema enunciado anteriormente comúnmente se opta por 3 soluciones posibles: La primera es disponer de una cantidad inmensa de tiempo improductivo en puesta a punto, asumiendo los costos económicos que esto implica. La segunda es configurar la máquina para trabajar con una dimensión media, por ejemplo, si se fabrican vástagos cilíndricos del diámetro 12 mm al diámetro 28 mm, se ajusta la máquina para trabajar con diámetro 20 mm, quedando solo de forma correcta los vástagos con esa dimensión y los demás quedando fuera de tolerancia. Como tercera solución, es común que se aumente la cantidad de máquinas teniendo una (o un tren de rectificado) para cada diámetro a trabajar, lo cual requiere principalmente de una gran inversión económica y de un amplio espacio físico.

Las dos primeras soluciones planteadas son inviables desde el punto de vista de la ingeniería. La tercera opción, es inalcanzable para muchas pequeñas y medianas empresas, donde hay limitantes tanto de dinero/financiamiento y de espacio.

Este trabajo tiene el objetivo ser disruptivo en cuanto a las soluciones anteriormente mencionadas, a través de la propuesta de un rediseño de los sistemas mecánicos de puesta a punto para que pueda ser configurada de forma simple y rápida por su operador al detectar un cambio de diseño de la pieza a fabricar. De esta manera se estaría preservando los ajustes dimensionales requeridos, así como también evitando los típicos efectos geométricos de una rectificadora mal regulada sobre las piezas, como por ejemplo

la sección triangular o la forma de tonel en vástagos, y todo ello sin poner en riesgo la productividad y flexibilidad de la línea de producción.

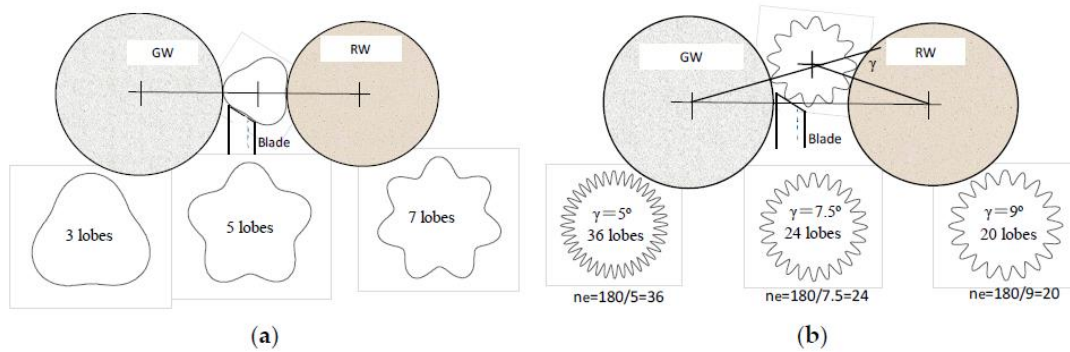


Figura I-2: Efectos Geométricos del rectificado sin centros (Hashimoto, 2017)

Este trabajo se acotará al procesamiento de piezas cilíndricas de diferentes diámetros y largos, en los múltiples tipos de operaciones de rectificado, llámese desbaste, semiterminación o terminación.

Por supuesto para cumplir con el objetivo planteado, se requiere primero de conocer los sistemas de regulación actuales, así como también la teoría que respalda el proceso de rectificado sin centros, muy desarrollado a lo largo de su historia en el mundo académico, a través de numerosas publicaciones relacionadas a esta temática, y hasta incluso libros y manuales técnicos exclusivos de esta área de interés.

Capítulo 1: Fundamentos Técnicos y Variables

En este capítulo se expondrán de manera resumida y concisa los fundamentos técnicos que respaldan las regulaciones de una máquina rectificadora sin centros, de manera tal de comprender en detalle las variables que se deben controlar.

Funcionamiento

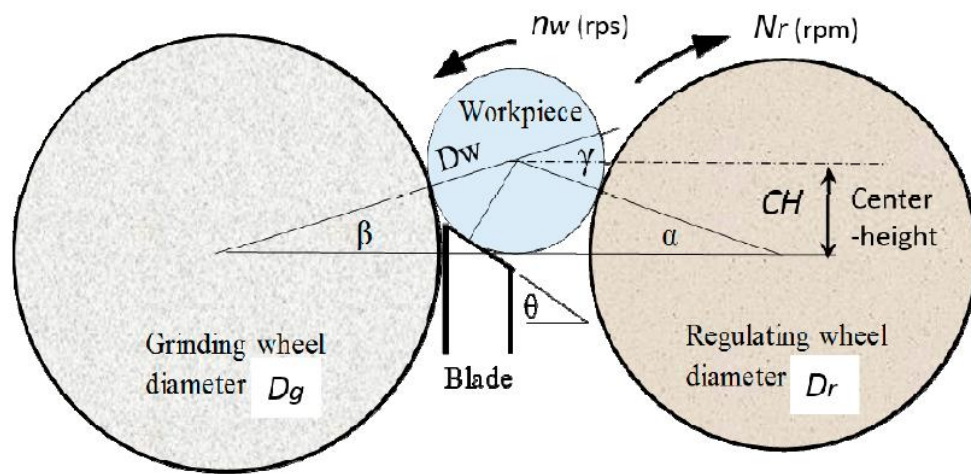


Figura 1-1: Teoría del Rectificado sin Centros (Hashimoto, 2017)

Existen varios tipos de máquinas rectificadoras para diversas aplicaciones y usos diferentes. En todos los casos se trata de un material abrasivo compuesto por pequeños granos de gran dureza unidos por un aglomerante, donde cada grano cuenta con diminutos filos que cumplen la misma función que los filos del inserto de una herramienta de corte, aunque lógicamente cada uno de ellos extrae una menor cantidad de material. Es esta la característica que hace a estas máquinas muy precisas dimensional y geométricamente.

En particular, las rectificadoras del tipo “sin centro” consisten en dos ruedas, una de rectificado o “Rueda Rectificadora” y otra llamada “Rueda Reguladora”. La primera, es la encargada de extraer material de la pieza, y la segunda es la encargada de transmitir la

potencia rotativa a la pieza y finalmente a la rueda rectificadora. La pieza apoya sobre un dispositivo llamado cuchilla, el cual tiene una superficie inclinada en donde apoya la pieza.

Un motor hace girar la rueda reguladora que a través de la fricción produce el giro de la pieza en sentido contrario. La fricción produce el movimiento de la rueda rectificadora, la cual gira en el mismo sentido que la reguladora. Finalmente, la diferencia de velocidades entre la rueda rectificadora y la pieza es la que produce el arranque de viruta esperado.

Variables de Regulación

En este trabajo es de interés controlar las siguientes variables de regulación de la máquina:

- Distancia entre centros: En la Figura 1-1 (Hashimoto, 2017) está indicada como CH, denominación que proviene del inglés “Center Height”. Es la variable más importante y es sobre la cual se centra este trabajo. Para alcanzar redondez en la sección de las piezas es necesario que la pieza esté por encima del nivel impuesto por las ruedas (ambas se ubican al mismo nivel). Por cuestiones de estabilidad y calidad de rectificado, se requiere que para cada diámetro de pieza a trabajar se modifique la distancia entre centros de manera de obtener un óptimo resultado. Existen ecuaciones que provienen de la teoría, que permiten calcular el CH adecuado para cada caso.
- Angulo de la cuchilla: Su función es favorecer el contacto entre la pieza y la rueda reguladora. El ángulo tiene un efecto en la rapidez de la acción de redondeo sobre la pieza. A mayor ángulo, mayor rapidez, pero menor rigidez de la cuchilla. Piezas grandes y pesadas requieren ángulos poco pronunciados. El rango es de 20° a 45°, aunque generalmente se adopta 30°.
- Ancho de la cuchilla: Debe ser siempre menor que el diámetro de la pieza, ya que de lo contrario la pieza no podría ser mecanizada por las ruedas. Por otro lado, es una variable importante en la rigidez de las cuchillas. En general se adopta un ancho entre 3 y 4 mm menor que el menor diámetro de pieza a trabajar.
- Altura de la cuchilla: Como se mencionó más arriba, la distancia entre centros es un parámetro de regulación importante en las rectificadoras sin centro. Una forma de regularlo es variando la altura de las cuchillas.

Como se mencionó, en este trabajo se hará foco en regular la distancia entre centros a través de regulación de la altura de la cuchilla, sin perder de vista aquellas variables que afectan su rigidez.

Capítulo 2: Propósitos y Propuestas de Solución

Propósitos

Es importante definir cuáles son los resultados esperados de forma cuantitativa, para poder entonces pensar soluciones que resuelvan el problema planteado y luego seleccionar con algún criterio pertinente la mejor de ellas.

Se plantean los siguientes propósitos:

- Cualquiera sea la propuesta implementada, deberá ser capaz de modificar los parámetros necesarios de manera de poder cambiar de diámetro de vástago sin detener la línea de producción más de 1 minuto.
- Obtener una tolerancia dimensional en el diámetro del vástago de $\pm 0,01$ mm. (Ver Anexo A, ejemplo de especificación de diseño de un vástago)
- Obtener una tolerancia geométrica de rectitud en la generatriz del vástago de 0,1 mm. (Ver Anexo A, ejemplo de especificación de diseño de un vástago)
- La máquina debe tener un sistema de regulación, con una tolerancia de ± 2 mm en la distancia entre centros objetivo.
- El sistema de regulación anterior puede ser discreto o continuo, teniendo en cuenta los posibles diámetros de vástagos que se fabricarán (de 16 a 22 mm).

Situación Actual:

En la figura 3 se puede observar cómo se sujeta comúnmente la cuchilla. A través de unos tornillos ubicados a lo largo de todo un lateral del portacuchillas, se presiona la cuchilla sobre el mismo, dejándola inmóvil frente a las vibraciones y esfuerzos generados durante el rectificado. El problema surge cuando es necesario elevar la cuchilla, ya sea por el desgaste de esta, o bien, por un cambio de diámetro en la pieza a trabajar. Es en esas situaciones donde se recurre a colocar suplementos debajo de ella para elevarla, lo cual hace que los tornillos inferiores presionen sobre los suplementos y no sobre su lateral, quedando mal sujeta, lo cual hace que vibre y se rompa en el corto plazo. A lo anterior se le suma lo engorroso y lento que resulta colocar dichos suplementos, y también la falta de precisión en la regulación.



Figura 2-1: Situación Actual Sujeción de la Cuchilla (Flinemetalworking, 2023)

Propuestas:

Se mostrarán coquizaciones de ideas de solución pensadas en la etapa creativa de este trabajo, junto con una breve explicación de su contenido. Cabe aclarar que, en esta etapa del trabajo, cualquier idea es válida, siendo posterior la etapa de selección.

Propuesta N°1:

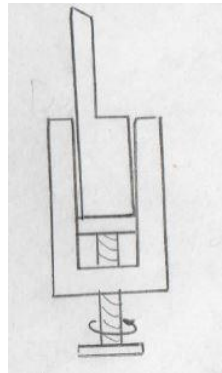


Figura 2-2: Croquis Propuesta N°1. [Elaboración Propia]

Consiste en una serie de tornillos enroscados en la base del portacuchillas en todo su largo, cuyo giro y avance produce la elevación de la cuchilla.

Propuesta N°2:

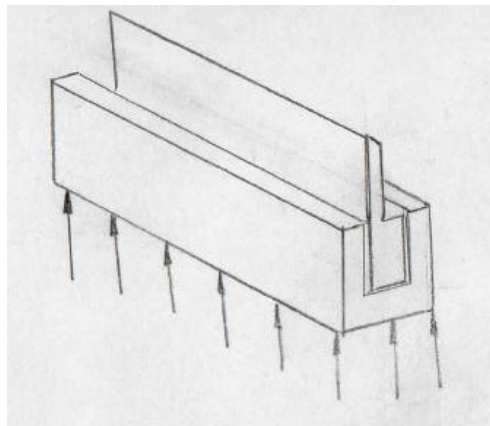


Figura 2-3: Croquis Propuesta N°2. [Elaboración Propia]

Consiste en elevar el portacuchillas a través de la aplicación de presión hidráulica en la base de este, consiguiendo la variación de alturas buscada.

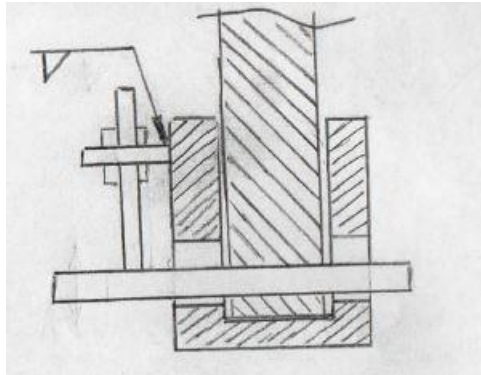
Propuesta N°3:

Figura 2-4: Croquis Propuesta N°3. [Elaboración Propia]

Consiste en un sistema de regulación muy similar al utilizado comúnmente para desplazar las poleas/catarinas para tensar/destensar las correas o cadenas. El giro de la tuerca superior produce el avance de la varilla roscada, modificando así su altura.

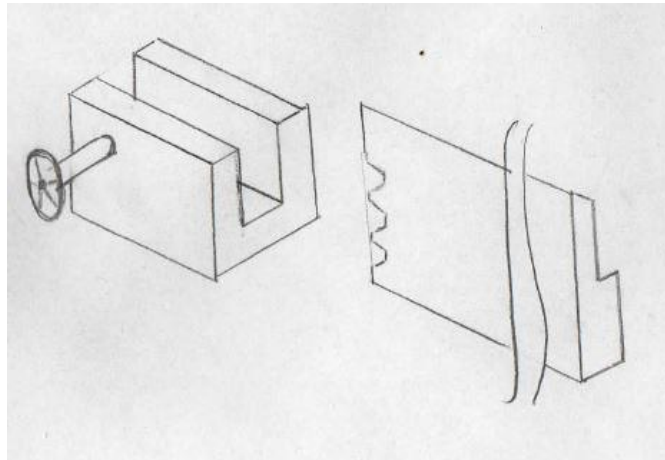
Propuesta N°4:

Figura 2-5: Croquis Propuesta N°4. [Elaboración Propia]

Consiste en mecanizar una cremallera en los extremos de la cuchilla de manera tal de tener un sistema piñón-cremallera que desplace verticalmente la cuchilla.

Propuesta N°5

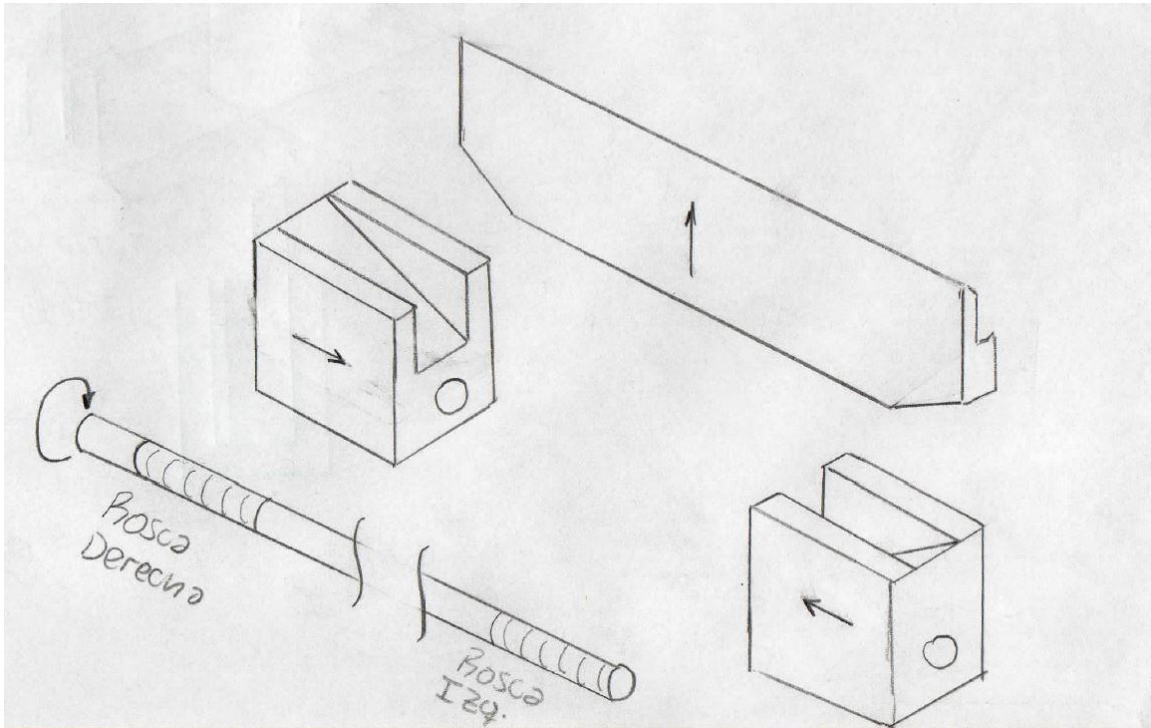


Figura 2-6: Croquis Propuesta N°5. [Elaboración Propia]

Consiste en reposar la cuchilla sobre dos apoyos en sus extremos. Tanto los apoyos como los extremos de la cuchilla tienen mecanizado un plano inclinado que hará desplazar la cuchilla verticalmente al deslizar los apoyos horizontalmente.

Para lograr esto, es necesario tener un movimiento coordinado y en sentido contrario de los apoyos, y para lograrlo se propone utilizar un eje con rosca derecha en uno de sus extremos y con rosca izquierda en el otro, de manera de tener el movimiento deseado de los apoyos.

Propuesta N°6

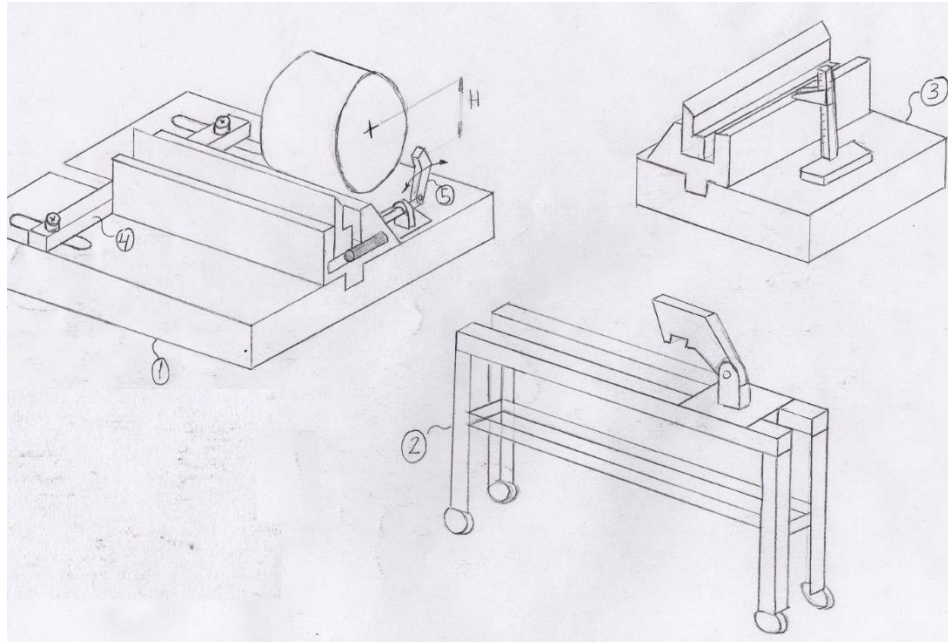


Figura 2-7: Croquis Propuesta N°6. [Elaboración Propia]

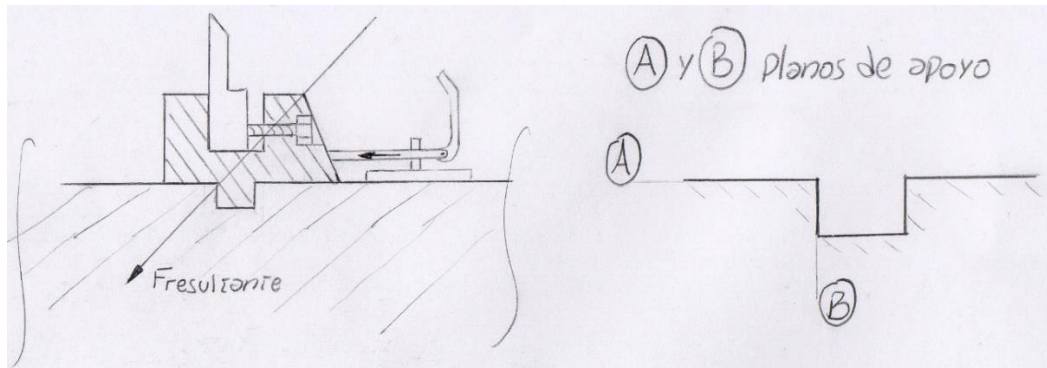


Figura 2-8: Croquis Propuesta N°7. [Elaboración Propia]

Consiste en utilizar módulos de cambio rápido, los cuales pueden ser puestos a punto por fuera de la máquina en una mesa de medición, donde se regula la altura de la cuchilla adecuadamente y luego se utiliza un carro con sistema de empuje y extracción para introducirlos y extraerlos de la máquina cuando se lo requiera.

En la Figura 2-8 [Elaboración Propia] se muestran ideas de cómo sujetar los módulos una vez introducidos a la máquina, a través de sujetadores rápidos que ejercen una fuerza sobre un plano inclinado, provocando una fuerza resultante inclinada hacia abajo que asegura el correcto apoyo de las superficies.

Selección de la Solución

Para la selección de la propuesta de solución se debe aplicar un criterio que garantice la elección de la mejor propuesta. Para ello se utilizó un sistema de puntajes con ponderación que somete a cada propuesta a 10 criterios de evaluación, asignándole un puntaje (de 1 a 3, siendo 1 el puntaje más bajo y 3 el más alto) para cada criterio. Por supuesto, habrá criterios que tienen mayor importancia a la hora de evaluar, por lo cual cada criterio tendrá su propia ponderación (también del 1 al 3). Al final se suman los puntajes ponderados y se obtiene una puntuación final. Aquella propuesta con mayor puntaje será elegida como solución y se desarrollarán los diseños pertinentes.

Los criterios que se utilizaron son los siguientes:

- Criterio 1: ¿La solución es Factible?
- Criterio 2: ¿Se pueden medir los resultados?
- Criterio 3: ¿La solución es de bajo costo?
- Criterio 4: ¿Cuánto tiempo se tarda en implementar dicha solución?
- Criterio 5: ¿La solución requiere de un mantenimiento especial?
- Criterio 6: ¿La solución aporta flexibilidad a la máquina?
- Criterio 7: ¿La solución es automatizable en un futuro?
- Criterio 8: ¿La solución reduce los tiempos improductivos?
- Criterio 9: ¿La solución compromete la seguridad del operador?
- Criterio 10: ¿La solución es lo suficientemente precisa para alcanzar los propósitos?

Criterio	Conceptos	Escala de Valores			Ponderación
1- ¿La solución es factible?	Factible	Poco Factible=1	Medio=2	Muy Factible=3	3
2- ¿Se pueden medir los resultados?	Medible	Poco Medible=1	Medio=2	Muy Medible=3	3
3- ¿La solución es de bajo costo?	Costo	Caro=1	Medio=2	Barato=3	2
4- ¿Cuánto tarda en implementar la solución?	Tiempo	Largo Plazo=1	Medio=2	Corto Plazo=1	1
5- ¿Requiere mantenimiento especial?	Mantenimiento	Sí=1	Medio=2	No=3	2
6- ¿La solución aporta flexibilidad a la máquina?	Flexibilidad	No=1	Medio=2	Sí=3	3
7- ¿La solución es automatizable en un futuro?	Automatización	Poco Automatizable=1	Medio=2	Muy Automatizable=3	1
8- ¿La solución reduce los tiempos improductivos?	Productividad	No=1	Medio=2	Sí=3	3
9- ¿La solución compromete la seguridad del operador?	Seguridad	Insegura=1	Medio=2	Segura=3	3
10- ¿Es lo suficientemente precisa para alcanzar los propósitos?	Precisión	No=1	Medio=2	Sí=3	2

Tabla 2-1: Criterios de selección de propuestas de solución. [Elaboración Propia]

Criterios	Factible	Medible	Costo	Tiempo	Mantenimiento	Flexibilidad	Automatización	Productividad	Seguridad	Precisión	TOTAL
Ponderación Criterios	3	3	3	1	2	3	1	3	3	2	
Propuesta 1	3	3	3	3	2	1	2	1	2	1	50
Propuesta 2	3	3	1	1	1	2	3	3	2	2	52
Propuesta 3	3	3	3	3	2	1	1	1	2	1	49
Propuesta 4	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	53
Propuesta 5	3	3	2	2	2	2	3	3	3	1	59
Propuesta 6	3	3	1	1	3	3	1	3	2	3	59

Tabla 2-2: Puntajes de cada propuesta de solución. [Elaboración Propia]

Capítulo 3: Diseño de la Propuesta de Solución Seleccionada

El diseño se puede dividir en 2 subconjuntos:

- Subconjunto Módulo de Cambio Rápido
- Subconjunto Carro Portamódulos

A continuación, se muestran los desarrollos de ambos subconjuntos:

Subconjunto Módulo de Cambio Rápido

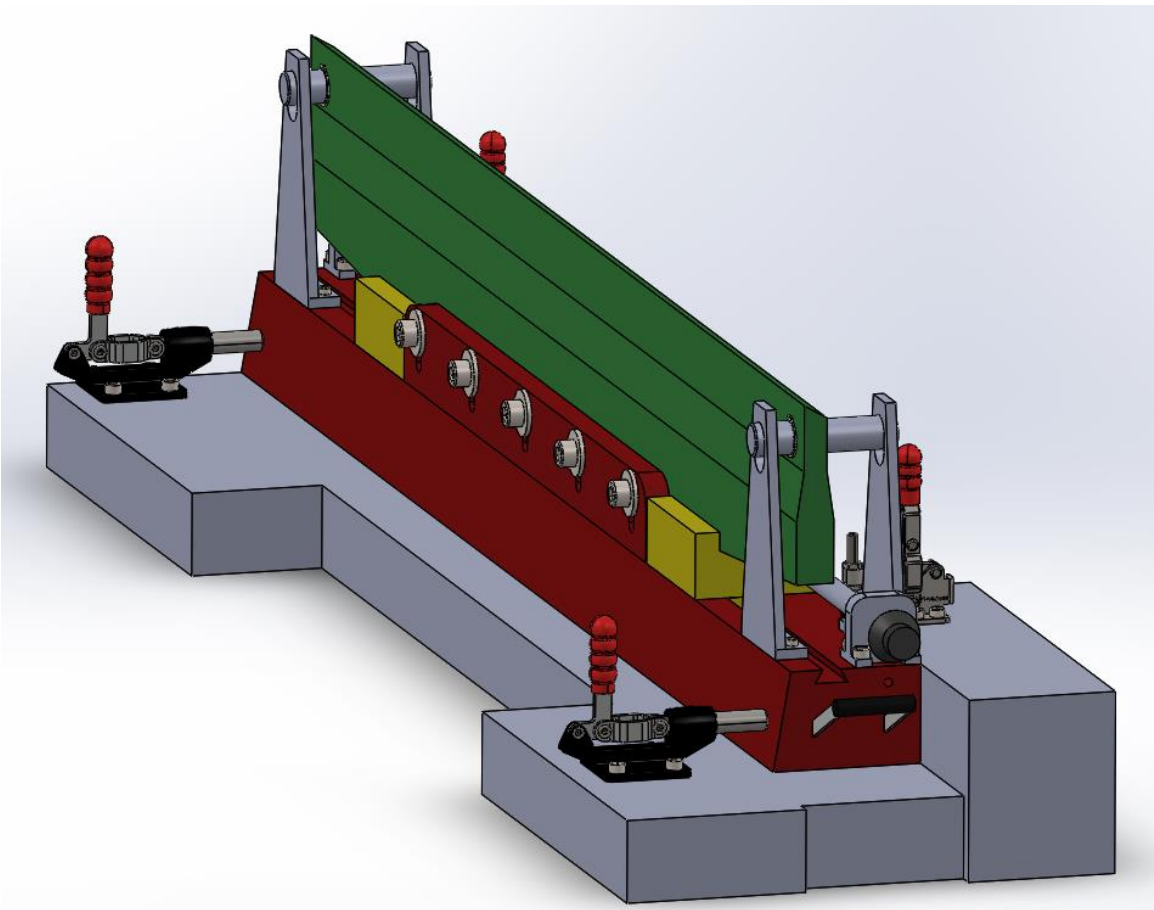


Figura 3-1: Diseño inicial Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

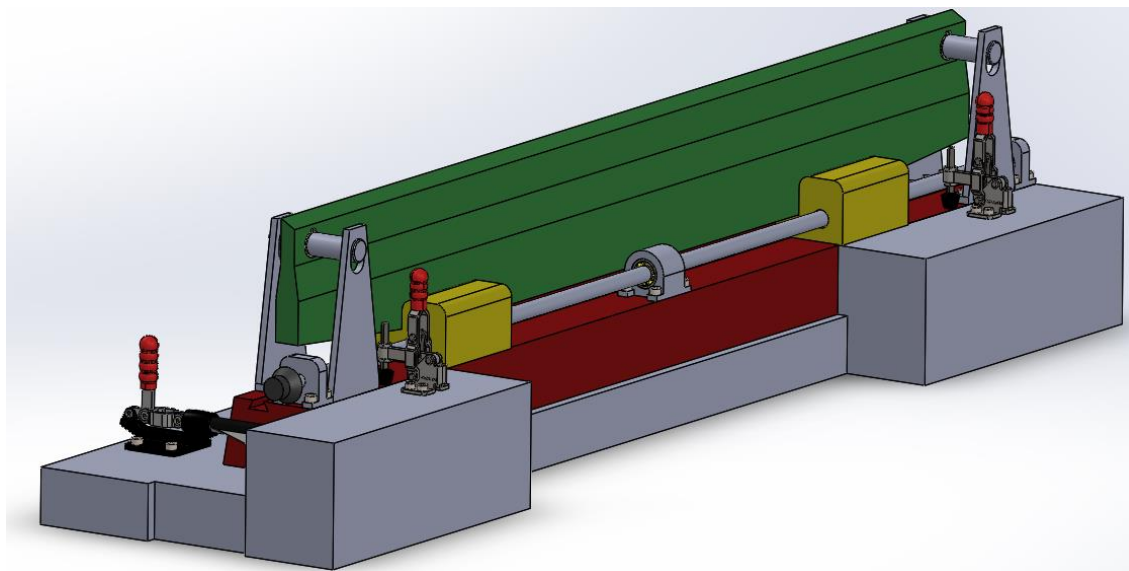


Figura 3-2: Diseño inicial Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

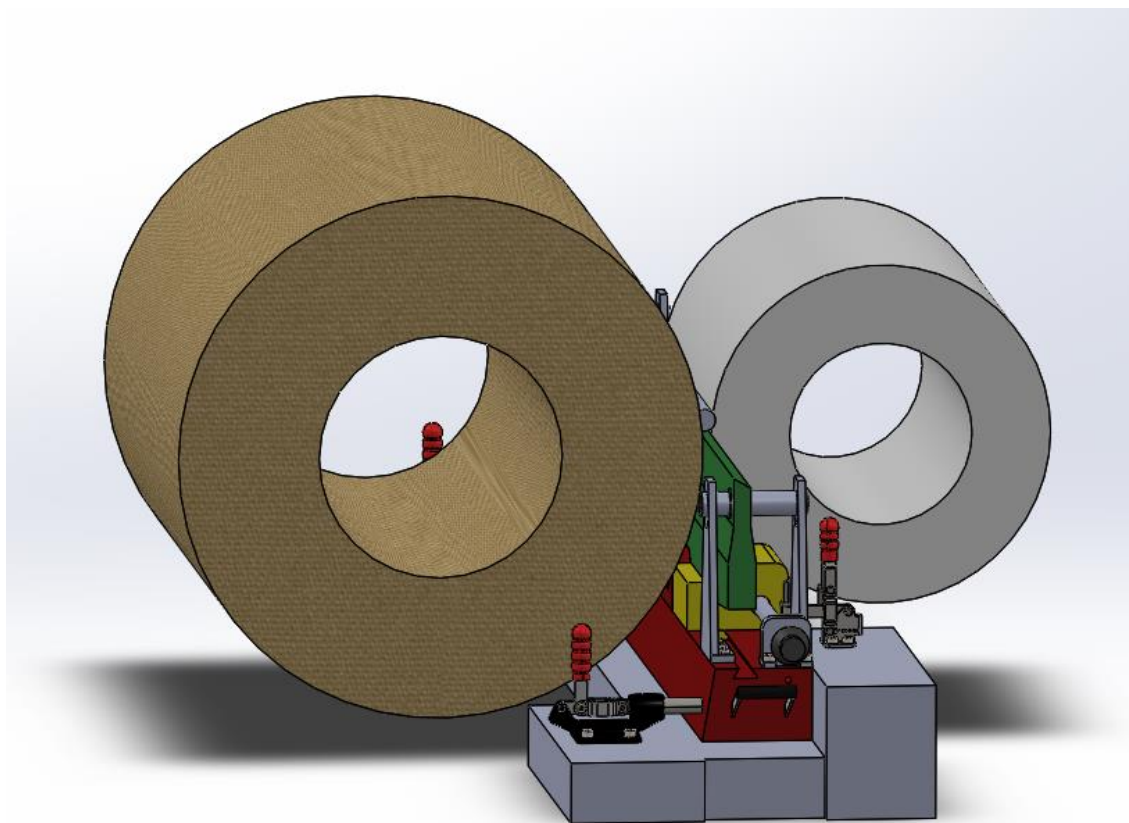


Figura 3-3: Diseño inicial Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

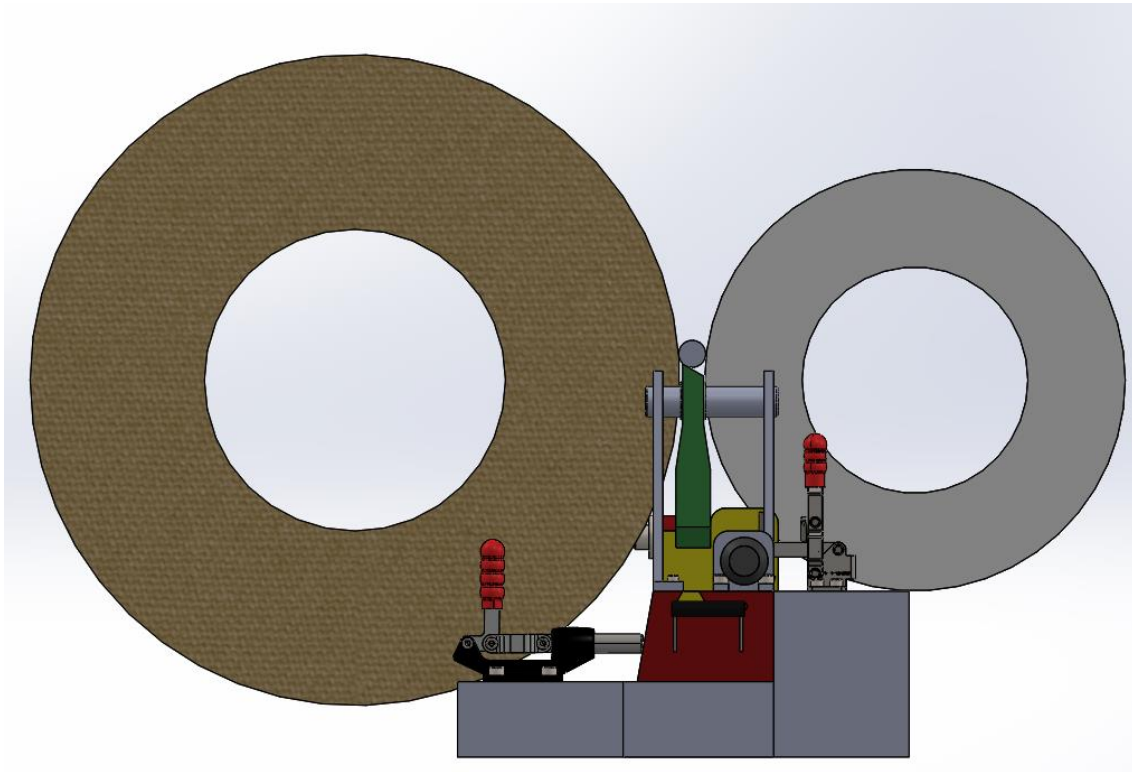


Figura 3-4: Diseño inicial Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

Como se puede observar en las imágenes anteriores, la solución elegida es una combinación de la propuesta 5 y 6. Consiste en un módulo de cambio rápido el cual se puede poner a punto fuera de la línea de producción en una mesa de medición, con la altura de cuchilla adecuada para el diámetro que corresponda. Dicha regulación, no se hará con suplementos, como se hace típicamente, sino que se hará a través de un mecanismo como el de la propuesta 5, es decir el deslizamiento horizontal y en sentido contrario de los portacuchillas (piezas representadas en amarillo) provocado por el giro de los ejes de transmisión. Sobre los portacuchillas apoya la cuchilla (pieza representada en verde), la cual desliza sobre los planos inclinados, produciéndose su movimiento vertical.

Unas guías ubicadas en los extremos aseguran que el movimiento de la cuchilla durante la regulación sea perfectamente vertical y que no haya una inclinación longitudinal de la misma. Además, estas guías cumplen la función de tope inferior y tope superior, acotando la regulación a los valores de interés.

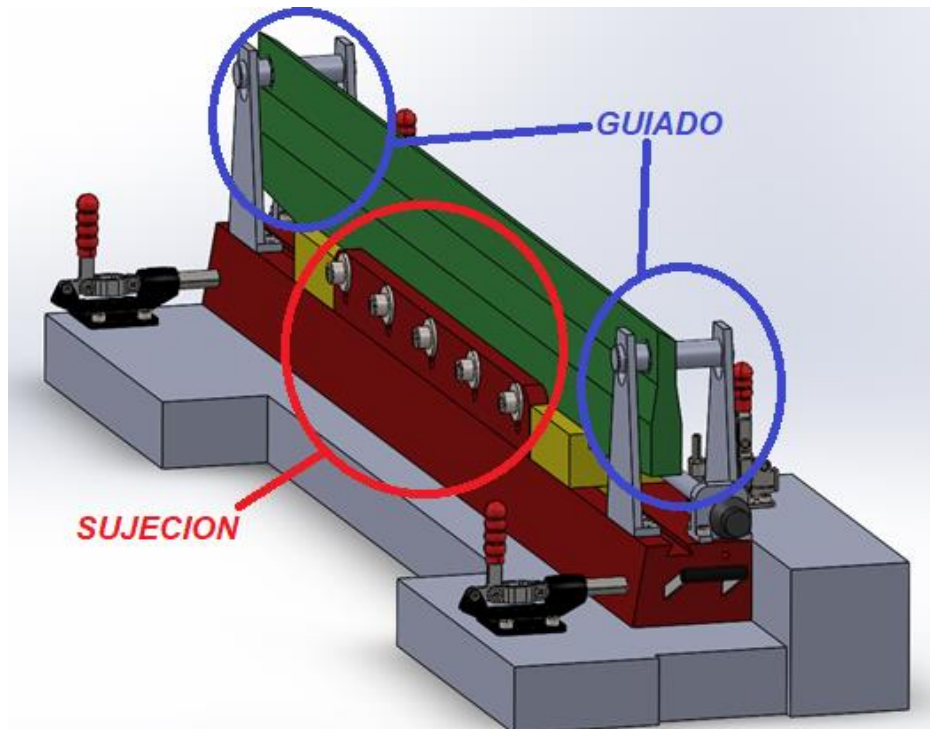


Figura 3-5: Diferenciación de sujeción y guiado [Elaboración Propia]

Unos tornillos de sujeción presionan la cuchilla sobre el módulo (pieza representada en color rojo). Las ranuras de los tornillos son del tipo corredera, de manera de que permitan la regulación de altura. En un principio se consideró solo incorporar la sujeción de la cuchilla al módulo a través de tornillos. Sin embargo, se consideró conveniente incorporar las guías, como se indican en la figura anterior, ya que aportan mayor estabilidad y precisión al sistema a la hora de regular la altura.

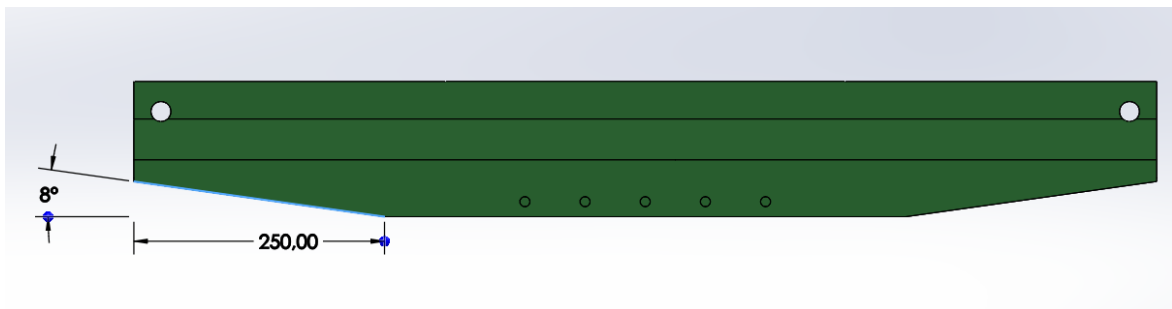


Figura 3-6: Ángulo de plano de apoyo inclinado en la cuchilla [Elaboración Propia]

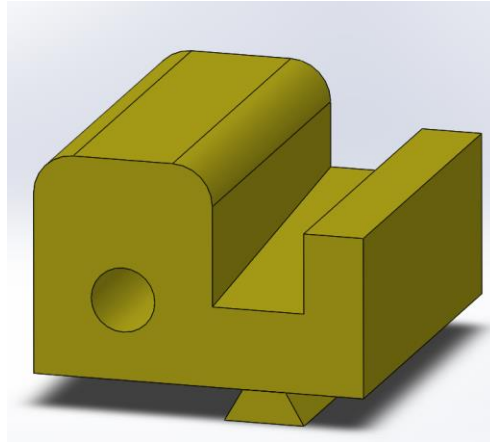


Figura 3-7: Angulo de plano de apoyo inclinado en el portacuchilla. [Elaboración Propia]

En un principio se consideró utilizar tanto en las cuchillas como en los portacuchillas, un ángulo grande en el plano inclinado, de manera tal de tener un gran desplazamiento vertical con un mínimo desplazamiento horizontal. Sin embargo, luego se consideró achicarlos, ya que, de esta manera, se genera una mayor componente horizontal de fuerza de fricción, haciendo que el sistema soporte los esfuerzos generados durante el rectificado, las cuales tenderán a desplazar a la cuchilla hacia abajo (y los portacuchillas hacia afuera), lo cual no es deseable.

En cuanto al diseño de las cuchillas, a continuación, se muestran dos imágenes con las distintas configuraciones de cuchillas evaluadas.

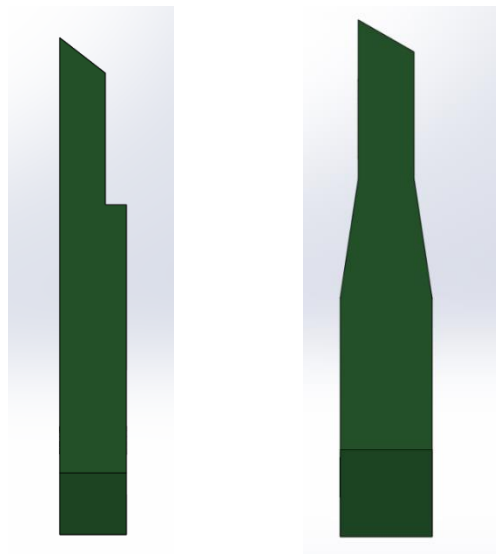


Figura 3-8: Forma de la cuchilla, versión inicial y versión mejorada [Elaboración Propia]

En un principio se consideró utilizar la configuración de la izquierda, ya que es un diseño menos propenso a generar interferencias con otras partes mecánicas de la máquina. Sin embargo, finalmente, se optó por adoptar el diseño representado por la figura de la derecha, donde el espesor de la cuchilla decrece progresivamente con la altura, maximizando su rigidez.

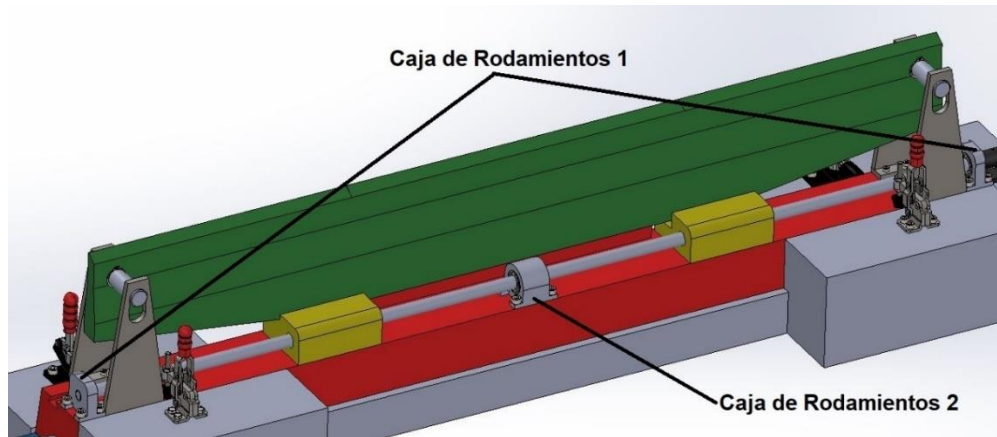


Figura 3-9: Sistema de ejes de transmisión [Elaboración Propia]

En cuanto a la transmisión, que permite el desplazamiento horizontal de los portacuchillas, en un principio se consideró utilizar 1 solo eje que tenga roscado una mitad con rosca izquierda y la otra mitad con rosca derecha. Sin embargo, debido a la longitud de los desplazamientos (ente otras cosas, por usar ángulos pequeños en los planos inclinados), se optó por utilizar 2 ejes separados, facilitando su fabricación. Estos ejes reposan sobre rodillos, como se muestra en la figura y se encuentran vinculados entre sí a través de una chaveta, quedando un eje conductor y otro conducido. La unión con chaveta se encuentra dentro de la caja de rodillos 2, como se muestra a continuación:

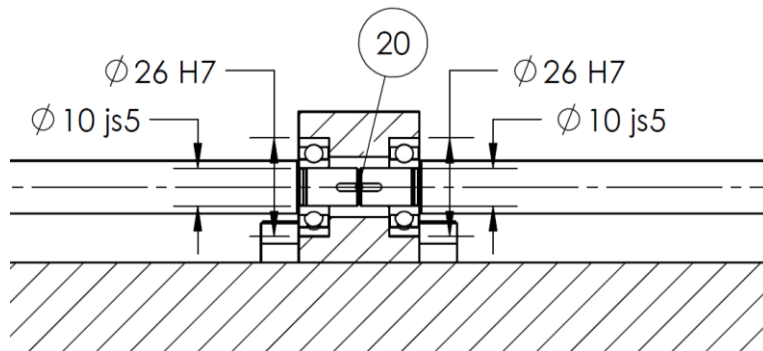


Figura 3-10: Vista en corte Caja de Rodamientos 2 [Elaboración Propia]

Otro aspecto importante en el diseño del subconjunto en cuestión es la sujeción de los módulos de cambio rápido una vez introducidos y apoyados sobre la bancada de la máquina. Es deseable que los mismos queden inmobilizados y esto se puede hacer de muchas formas, sin embargo, el espíritu de este trabajo es buscar soluciones que aporten a la rapidez de las regulaciones, por lo cual se optó por utilizar sujetadores rápidos, tanto frontales como verticales. Estos pueden encontrarse comercialmente en múltiples dimensiones, y son capaces de aplicar grandes fuerzas de sujeción.

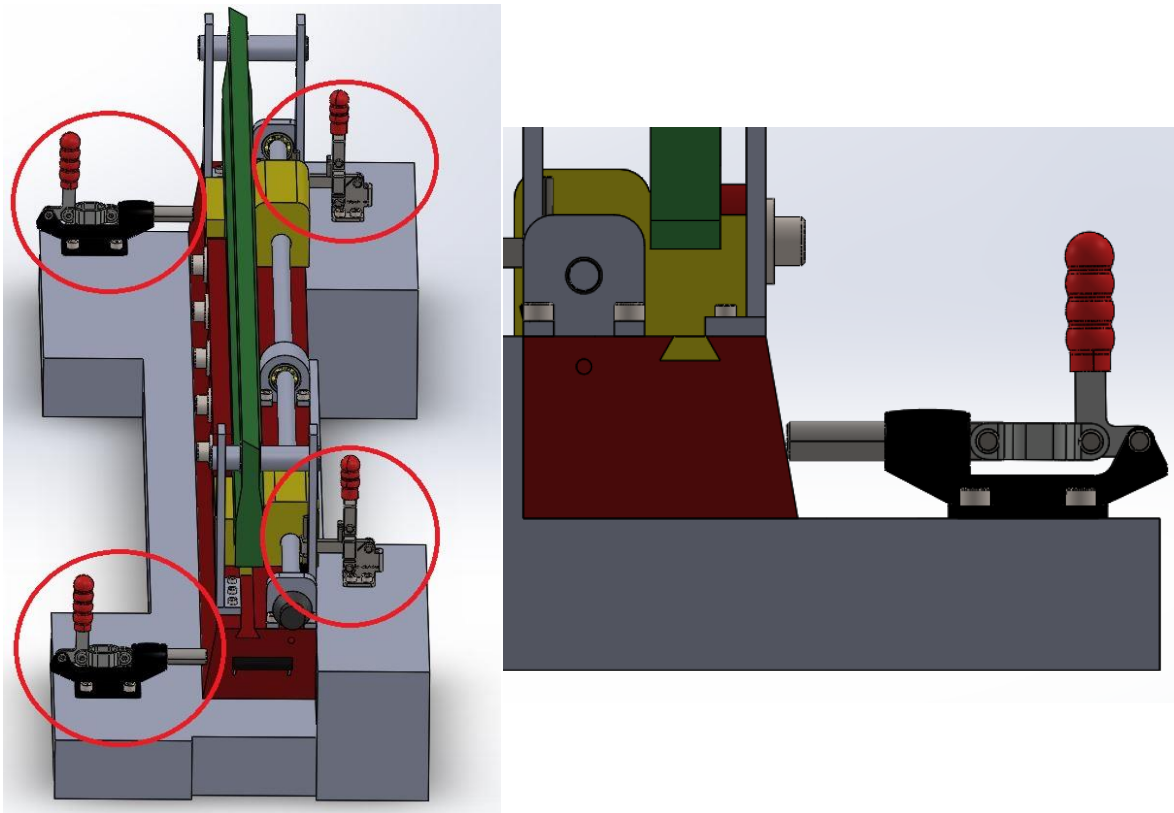


Figura 3-11: Sujetadores rápidos horizontales y verticales. [Elaboración Propia]

Los sujetadores rápidos horizontales deben ser accionados en primer lugar, ya que son los que garantizan una fuerza resultante con una dirección tal que asegura el correcto apoyo de las superficies de contacto. En la figura anterior, a la derecha, se observa el plano inclinado sobre donde ejercen presión estos sujetadores, causante de la fuerza resultante deseada.

Una vez accionados los sujetadores horizontales, se deben accionar los verticales, cuya función es asegurar que el módulo quede inmovilizado y pueda hacer frente a las vibraciones durante el rectificado

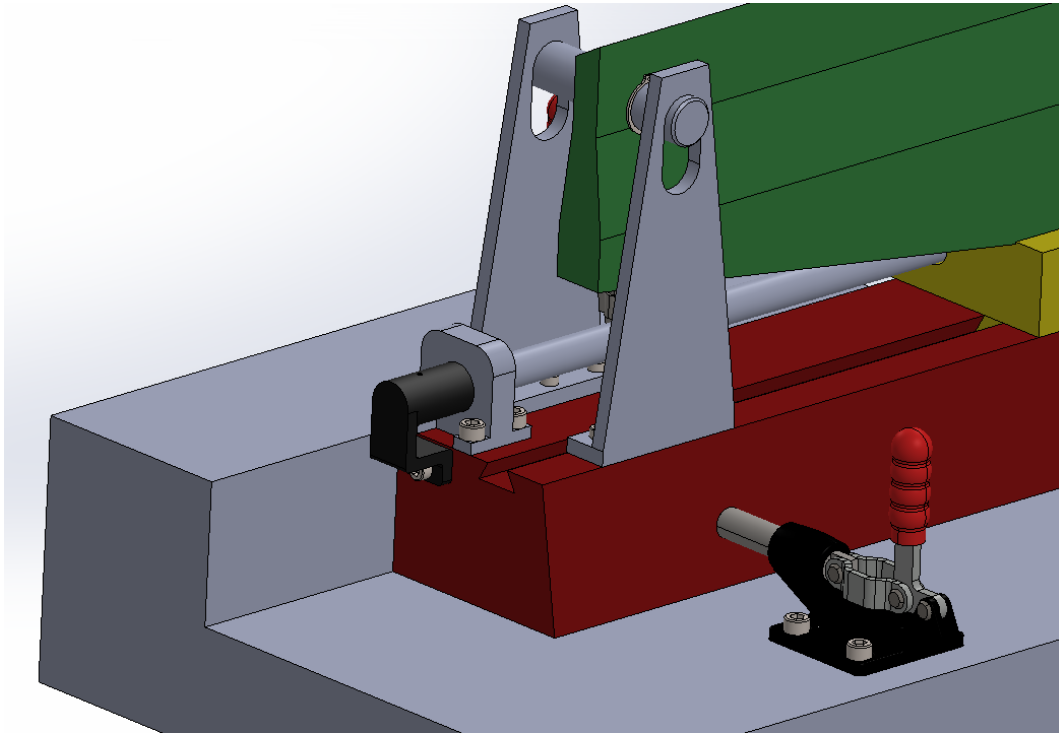


Figura 3-12: Traba axial sujeta al módulo de cambio rápido [Elaboración Propia]

Una vez montados y sujetos los módulos, el sistema debe ser capaz de soportar la presión que ejercen las ruedas sobre el sistema. En otras palabras, no es deseable que la cuchilla descienda durante el rectificado en consecuencia de que el sistema de portacuchillas y ejes que la accionan no soportan la presión que ejercen las ruedas.

Por supuesto, el sistema tiene 2 barreras naturales frente a este problema, en primer lugar, la fuerza de fricción entre los planos inclinados de la cuchilla y portacuchilla, y por otro lado las roscas en los ejes. Para asegurar que el sistema quede inmovilizado, se diseñó una traba axial que se ubica en uno de los extremos del módulo de cambio rápido, cuya función es evitar el giro de los ejes que producen el movimiento del sistema, trabando el mecanismo durante el rectificado. Este dispositivo se utilizaría una vez que el módulo fue medido y configurado a la altura de cuchilla deseada.

El funcionamiento es sencillo, el dispositivo cuenta con un agujero cónico, el cual hará que el eje se clave dentro del mismo al montarlo. Luego un tornillo prisionero permite al operador de la máquina apretar el eje dentro de su alojamiento. Finalmente, un tornillo sujeta la traba axial al módulo.

Este sistema de traba axial se coloca fuera de la línea de producción durante el proceso de puesta a punto del módulo, por lo cual su colocación no interfiere con la rapidez del cambio de los módulos.

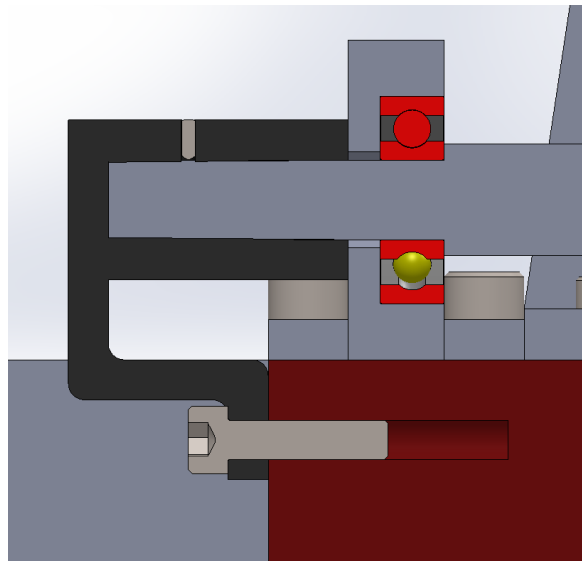


Figura 3-13: Vista en corte: prisionero y alojamiento cónico [Elaboración Propia]

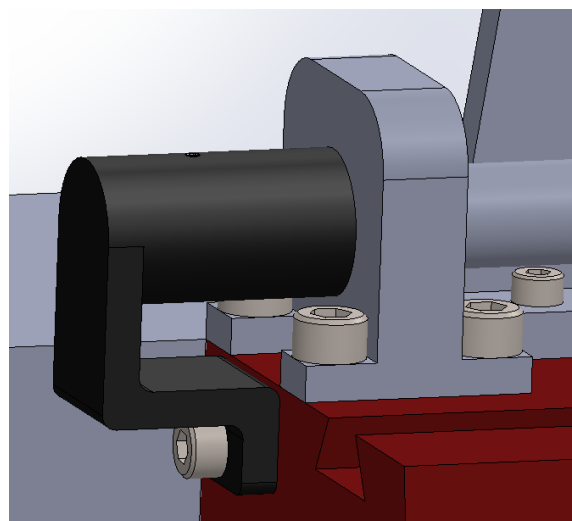


Figura 3-14: Tornillo sujeción traba axial. [Elaboración Propia]

Otra cuestión importante que analizar en el diseño, es el accionamiento del sistema, es decir, cómo se van a girar los ejes enchavetados. Dados los torques resistentes, calculados en el siguiente capítulo, sobre en los ejes de transmisión, se evaluará cuál accionamiento de dicho eje es más conveniente para este caso.

Para el análisis, utilizaremos el mayor de los torques resistentes, que es el que aparece al principio cuando se tiene que romper el reposo del mecanismo, es decir, cuando los coeficientes de roce son estáticos. Dicho torque es $T=0,19 \text{ Kgfm}$.

En un principio, se pensó en utilizar una perilla de 20 mm de diámetro para accionar el eje, como se muestra en la Figura 3-15 [Elaboración Propia]. Haciendo un cálculo simple, si en 1 metro de palanca se requieren aproximadamente 0,19 Kg para accionar el mecanismo, aplicando el mismo torque, en 0,02 m se requiere 9,5 Kg, lo cual es un poco excesivo para realizar con los dedos.

Es por lo anterior que se requiere un brazo de palanca de al menos 0,05 m, ya que de esta manera se estaría requiriendo solo 3,8 Kg, lo cual es fácilmente realizable con la mano. Una vez que el mecanismo entre en movimiento, se requerirá solo 2,33 Kg para seguir regulando el mecanismo.

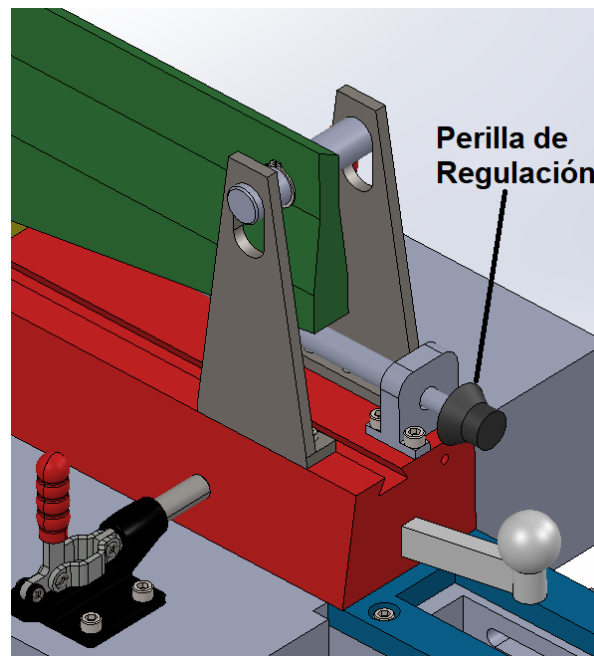


Figura 3-15: Perilla de Regulación [Elaboración Propia]

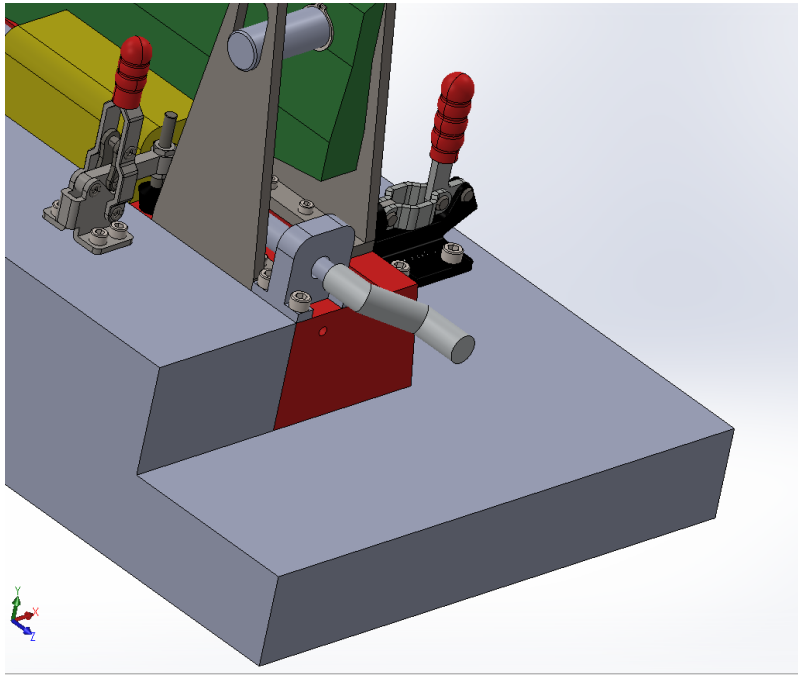


Figura 3-16: Manija de Regulación [Elaboración Propia]

Como se observa en la imagen anterior, por una cuestión de comodidad y de espacio, la regulación de la máquina se colocó en el mismo lugar donde se coloca la traba axial. Por supuesto, para poder regular la máquina se deberá extraer la traba axial.

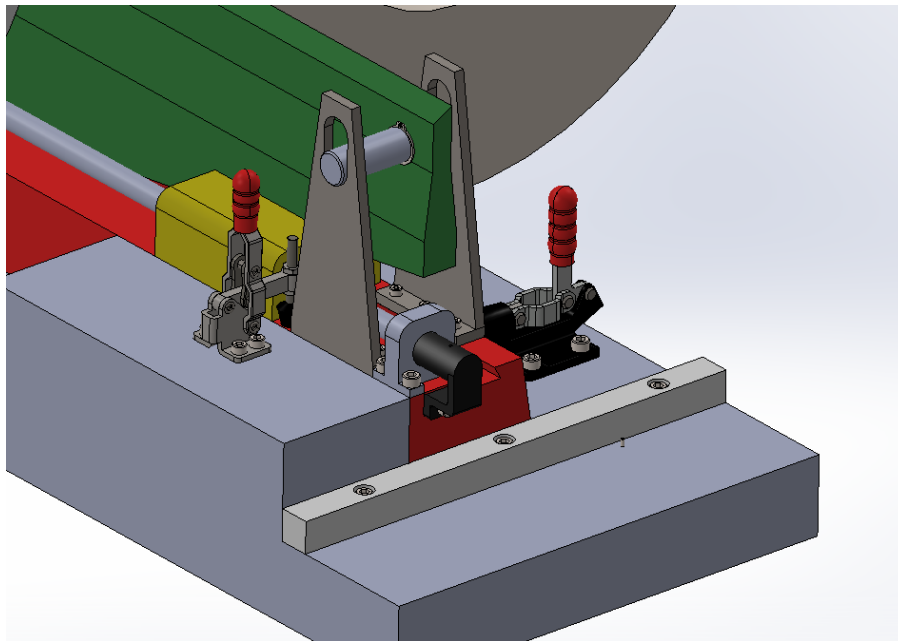


Figura 3-17: Tope de Grilón ubicado en su posición [Elaboración Propia]

Otro accesorio pensado para aportar a la operabilidad de la máquina es el tope longitudinal, cuya función es facilitarle el procedimiento al operador que coloca el módulo de cambio rápido en la máquina. Este tope no está pensado para soportar grandes esfuerzos, sino para guiar al operador hasta dónde empujar el módulo con el sistema de tracción/empuje del carro.

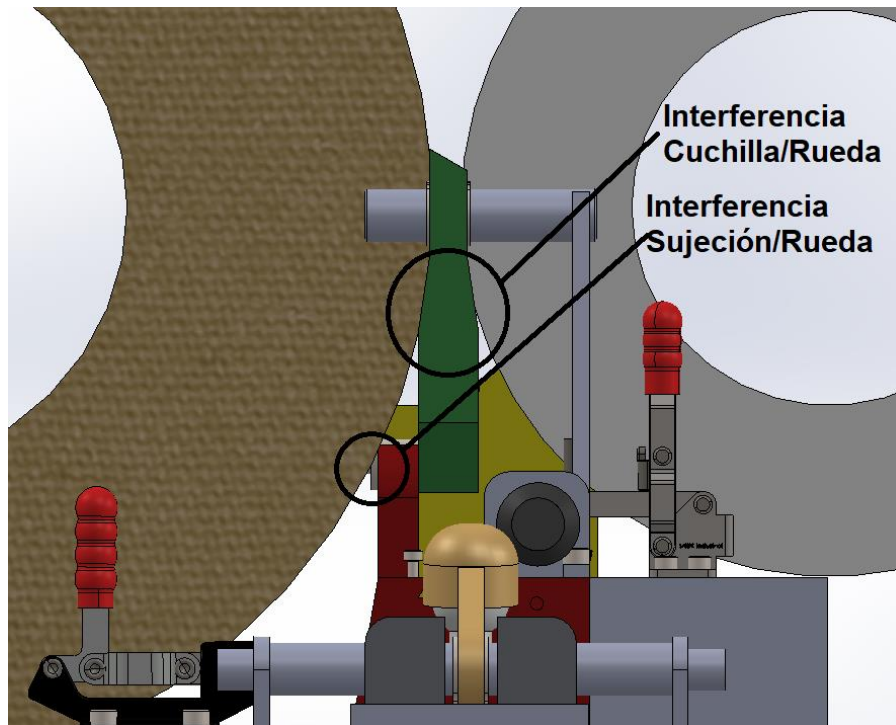


Figura 3-18: Interferencias en el diseño inicial [Elaboración Propia]

Otra optimización del diseño tiene que ver con la eliminación de las interferencias, como se observa en la imagen anterior. En el diseño inicial, existe un problema de interferencias entre el sistema de sujeción de la cuchilla y la rueda rectificadora. Esto representa un problema de diseño importante, ya que la capacidad de modificar las dimensiones es bastante limitada, ya que de lo contrario no se estaría garantizando una buena sujeción. Por lo cual, se hizo un análisis minucioso de la geometría y dimensiones del módulo y de la cuchilla para lograr eliminar dicha interferencia.

Una de las modificaciones realizadas es evitar que los tornillos de sujeción de la cuchilla sobresalgan, de manera que los mismos tengan un alojamiento por dentro del módulo. Otra de las modificaciones realizadas fue el acortamiento de la pared de sujeción y achicar las distancias entre los tornillos.

También se realizó un adelgazamiento de la pared y se modificaron algunas dimensiones hasta arribar al diseño que se muestra a continuación.

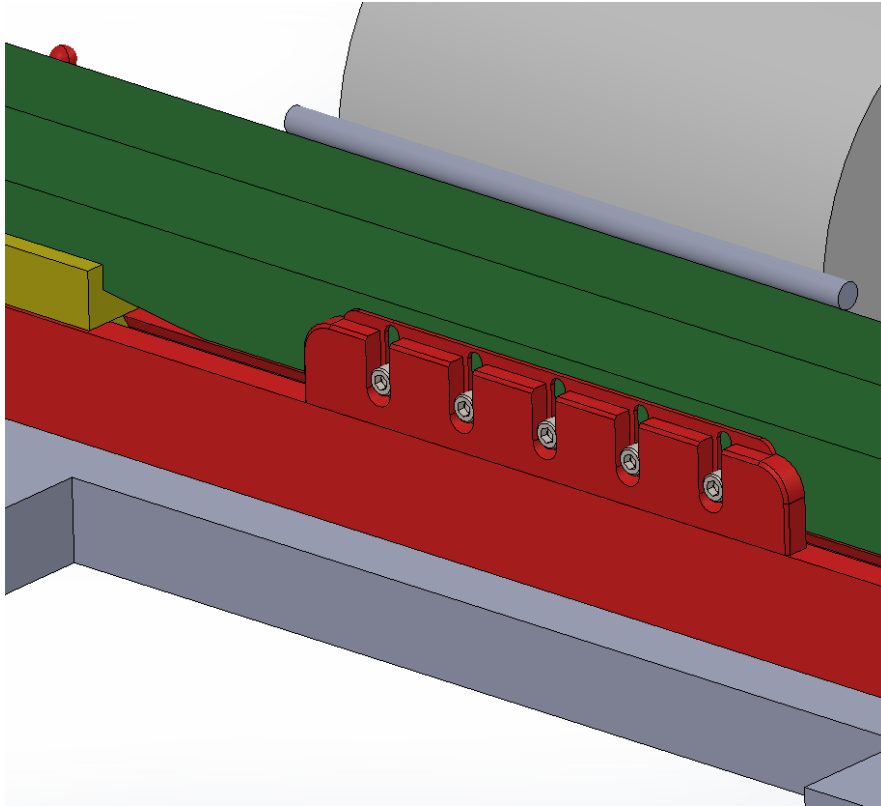


Figura 3-19: Solución a la sujeción de la cuchilla al módulo [Elaboración Propia]

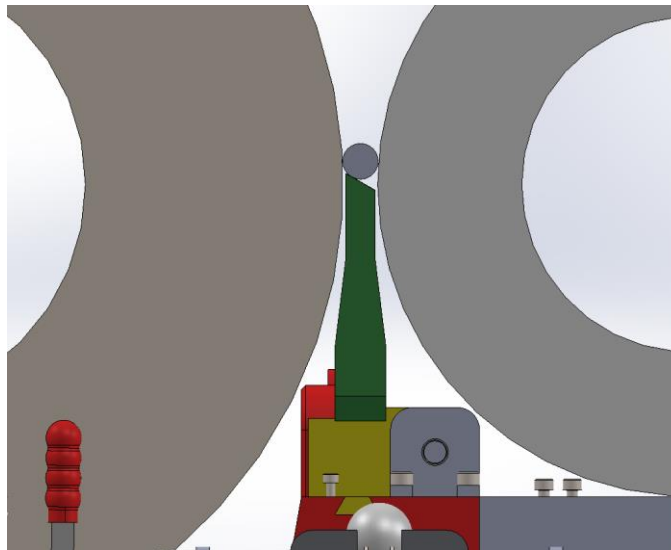


Figura 3-20: Diseño Actual libre de interferencias [Elaboración Propia]

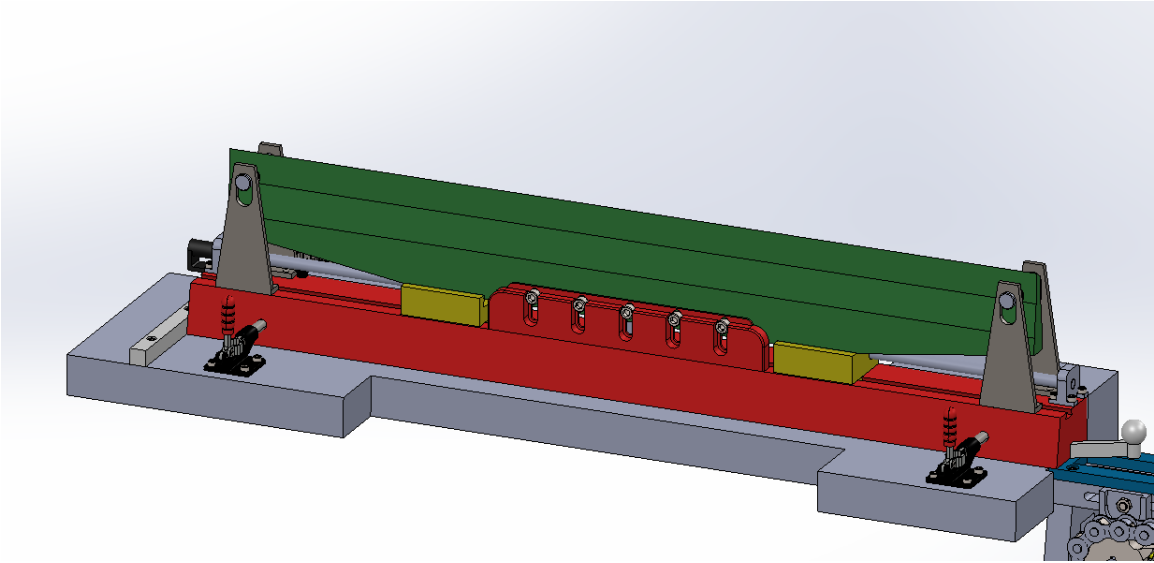


Figura 3-21: Diseño Final Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

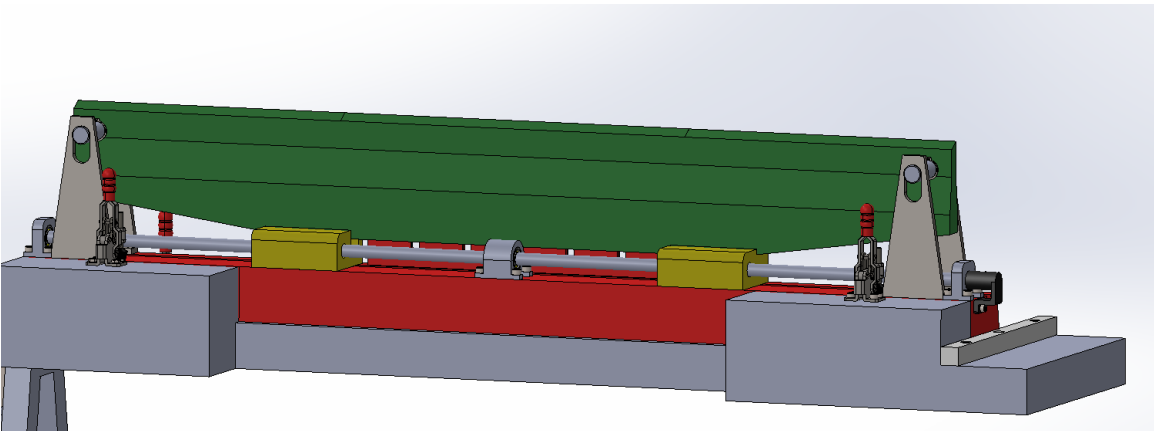


Figura 3-22: Diseño Final Subconjunto Módulo de Cambio Rápido [Elaboración Propia]

Finalmente, la selección de materiales es una parte primordial del diseño de piezas mecánicas. Se hará hincapié en la selección de material de la cuchilla, ya que es una pieza crítica de la máquina que debe garantizar una gran rigidez, pues no es deseable obtener grandes deformaciones durante el rectificado, puesto que de lo contrario se estaría disminuyendo la calidad dicho proceso, principalmente por las ajustadas tolerancias geométricas y dimensionales requeridas por diseño de las piezas. Por último, es deseable obtener un material que pueda ser mecanizado, para poder fabricarlas.

Dicho esto, en general, suelen utilizarse aceros aleados especiales para esta aplicación. En particular, para esta aplicación se eligió el acero Bohler M200, el cual es muy similar al acero AISI P20.

A continuación, se puede observar las propiedades físicas y composición química del material elegido, proporcionadas por el fabricante:

Composición Química

C	Si	Mn	S	Cr	Mo
0,4	0,4	1,5	0,08	1,9	0,2

Propiedades físicas

Temperatura (°C)	20
Densidad (kg/dm ³)	7,85
Conductividad térmica (W/(m.K))	33
Calor específico (J/(kg.K))	460
Resistencia eléctrica específica (Ohm.mm ² /m)	0,19
Módulo de elasticidad (10 ³ N/mm ²)	210

Expansión térmica

Temperatura (°C)	100	200	300	400	500
Expansión térmica (10 ⁻⁶ m/(m.K))	12,8	13	13,8	14	14,2

Figura 3-23: Composición química y propiedades físicas del material Bohler M200 (BOHLER, 2023)

Subconjunto Carro Portamódulos

El carro portamódulos tiene la función de extraer/colocar los módulos de cambio rápido de/en la máquina, así como también de transportarlos a la mesa de medición para su puesta a punto.

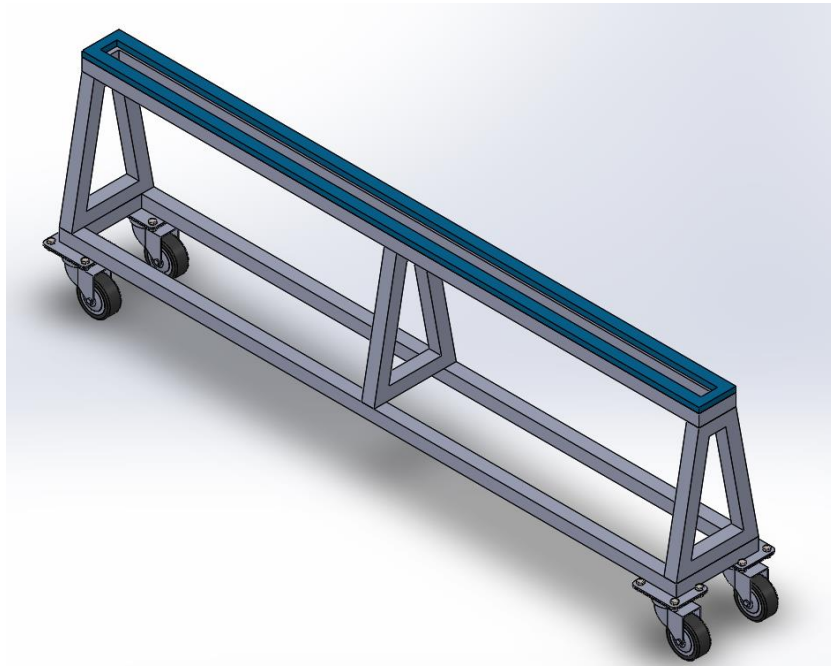


Figura 3-24: Estructura carro porta módulos de cambio rápido [Elaboración Propia]

La extracción de los módulos debe hacerse a través de un gancho que tire y empuje el módulo según se quiera extraer o montar los módulos en la máquina. En un primer momento se pensó en un sistema que se acople solo sobre una pieza del módulo, a través de un pivót y un plano inclinado, como se muestra en la siguiente secuencia de imágenes.

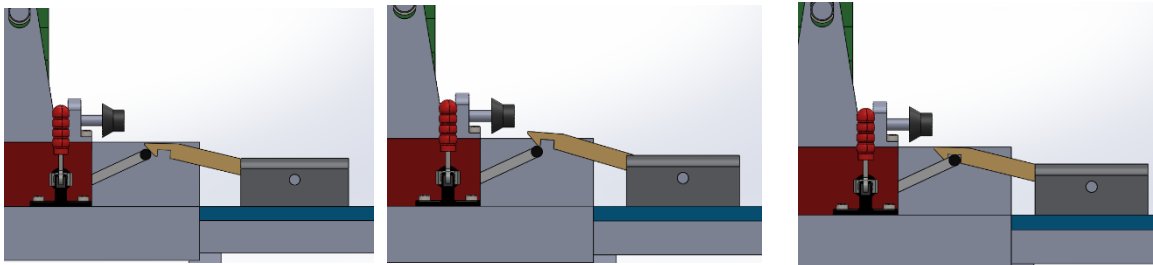


Figura 3-25: Secuencias de imágenes funcionamiento gancho N°1[Elaboración Propia]

Sin embargo, este diseño de gancho no es apropiado, ya que resuelve muy bien cómo tirar, pero no es apropiado para empujar, y en este caso se necesitan ambas funciones. Por lo tanto, se propuso otro diseño de gancho, cambiando la pieza anterior del módulo a otra de tipo esférica, más apropiado para esta aplicación.

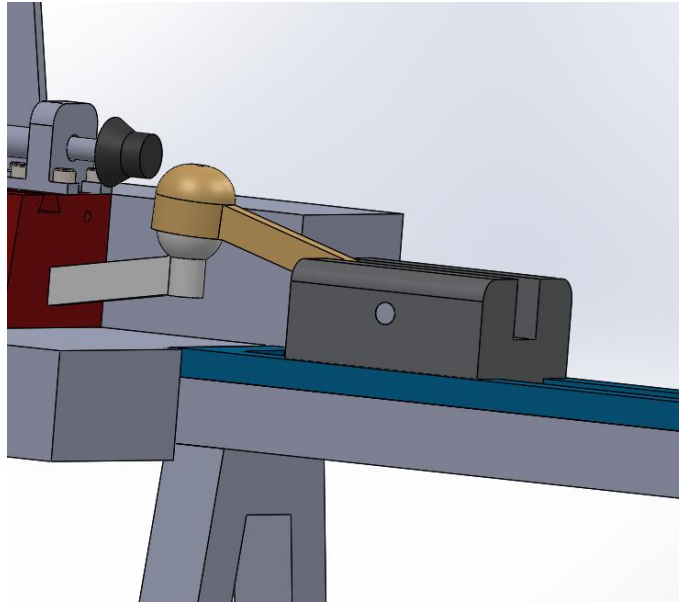


Figura 3-26: Gancho N°2 [Elaboración Propia]

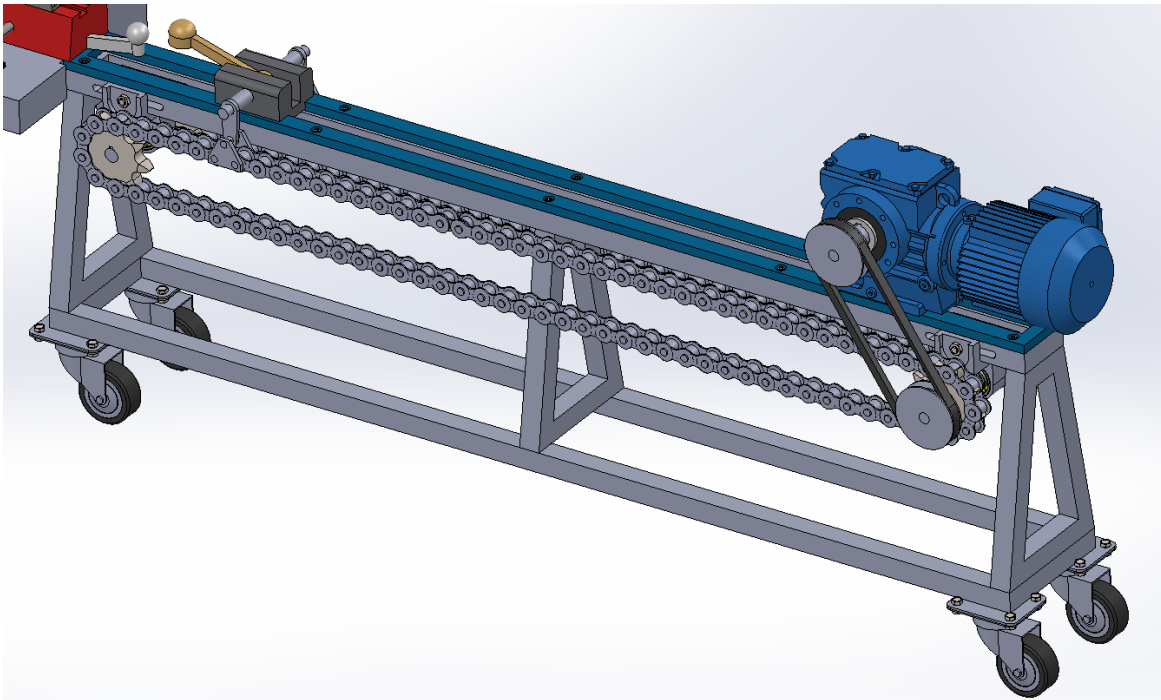


Figura 3-27 Subconjunto carro portamódulos [Elaboración Propia]

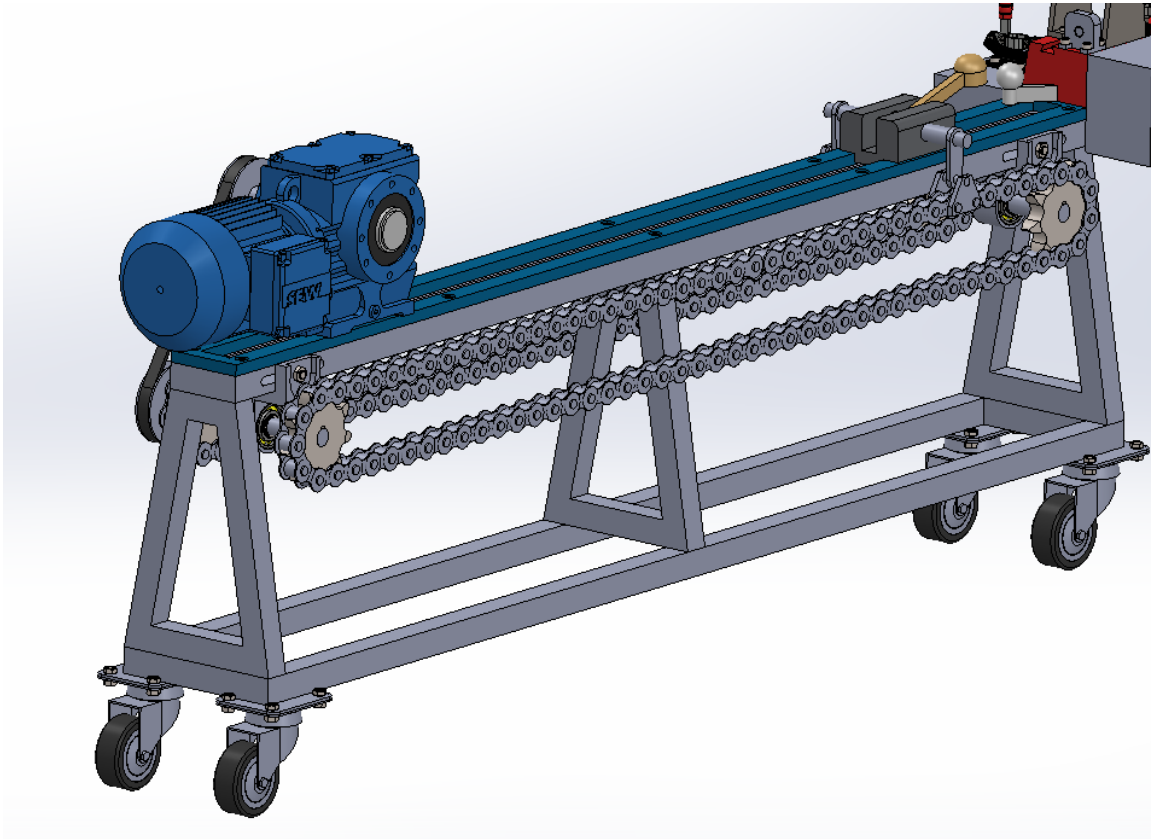


Figura 3-28 Subconjunto Carro portamódulos [Elaboración Propia]

Como se observa, el gancho se desliza sobre una pieza representada en color azul, la cual está sujeta con tornillos a la estructura de la máquina. Esta pieza cumple la función de fusible, en el caso de tener un gran desgaste producto del constante deslizamiento de los módulos sobre ella, se puede extraer y colocar una nueva, evitando dañar la estructura del carro.

Por otro lado, se observa que el sistema de gancho es accionado a través de cadenas a ambos lados de este. Las cadenas están impulsadas por un motorreductor calculado y seleccionado en el capítulo siguiente. Un sistema de poleas y correas transmite la potencia desde el eje de salida del motorreductor hacia las catarinas de la cadena.

En cuanto a las catarinas, y poleas, están montadas sobre ejes, los ejes sobre rodamientos y estos últimos tienen su alojamiento en una caja de rodamientos fija a la estructura de la máquina.

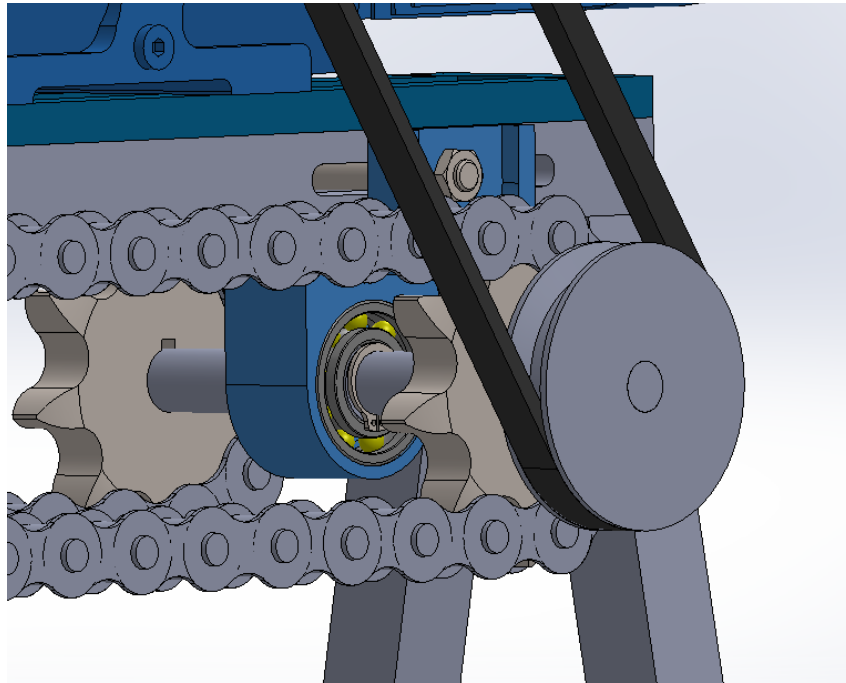


Figura 3-29: Caja de Rodamientos eje conductor [Elaboración Propia]

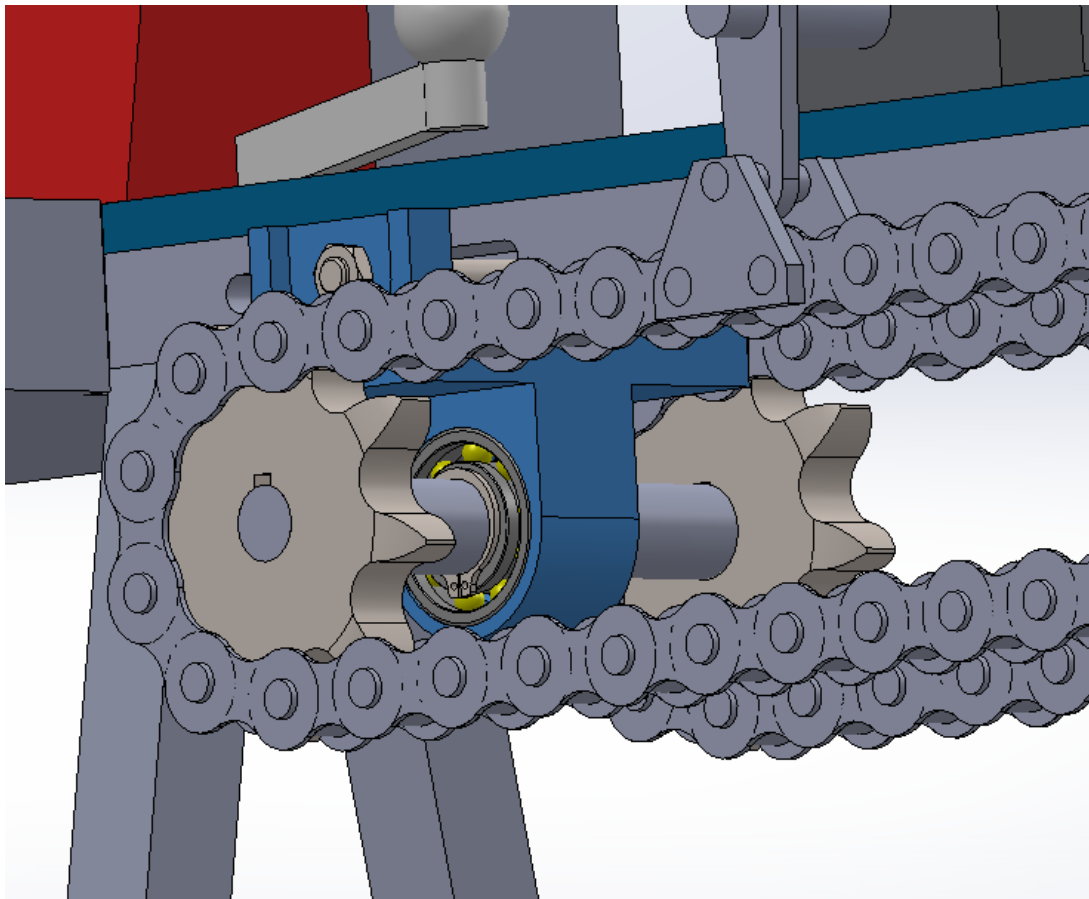


Figura 3-30: Caja de Rodamientos Eje Conducido [Elaboración Propia]

Se puede observar en las imágenes anteriores que las cajas de rodamientos están sujetadas en los laterales de la estructura, a través de una unión roscada conformada por una varilla roscada y dos tuercas (una en cada extremo), que aprietan la caja sobre la estructura. Existe la posibilidad de desplazar estas cajas por unas correderas, de manera tal de tensar y destensar las cadenas y correas, condición fundamental a la hora de su montaje, así como también para su óptimo funcionamiento.

Conjunto Armado Completo

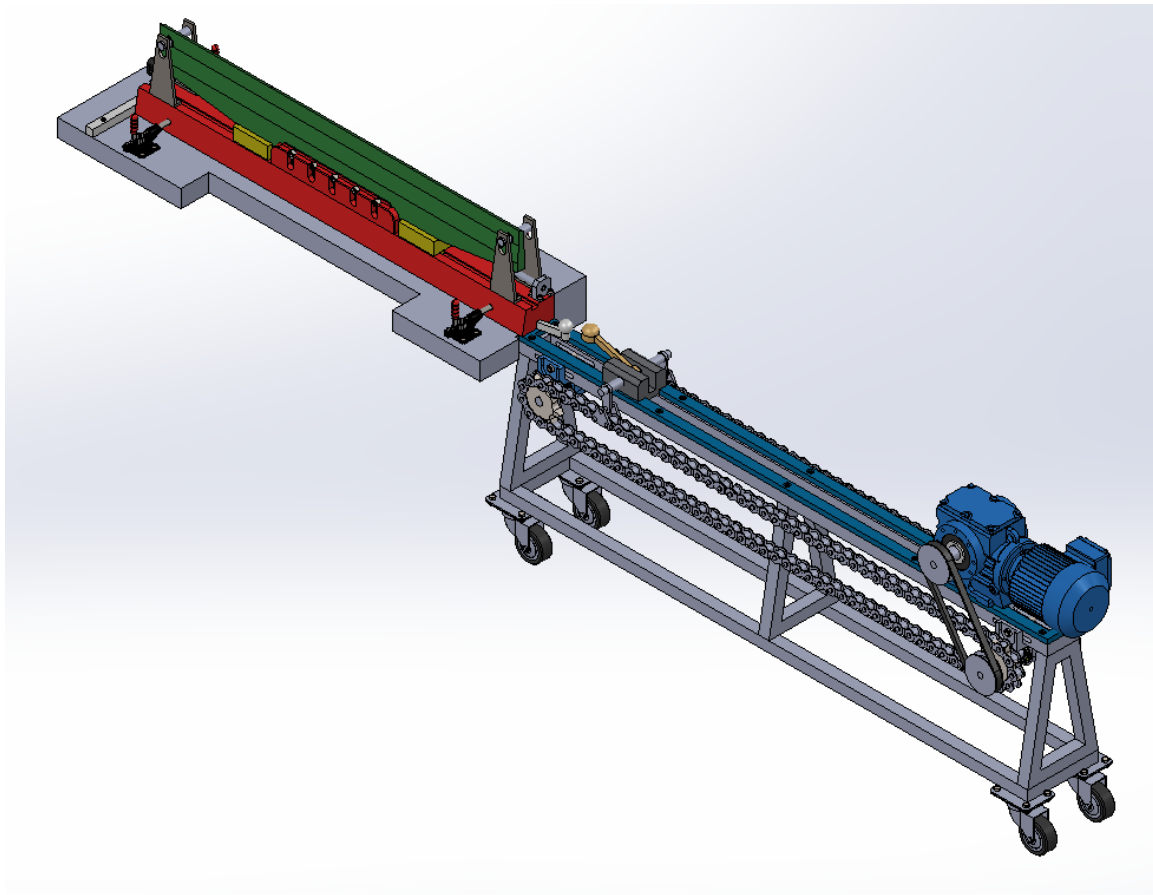


Figura 3-31: Conjunto Armado Completo [Elaboración Propia]

Capítulo 4: Cálculos y Selección de Componentes

Determinación de Alturas de cuchilla a regular

Como se explicó anteriormente, el fin de este proyecto es aportar flexibilidad a las máquinas rectificadoras sin centro, siendo uno de los principales impedimentos que poseen estas máquinas la regulación de la distancia entre los centros de las ruedas y de la pieza (CH, “Center Height”), la cual es una variable muy importante en el proceso de rectificado.

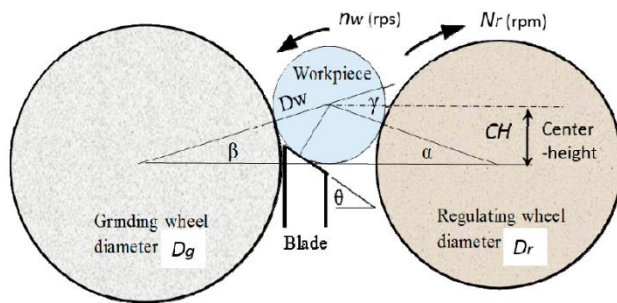
Para cada diámetro de la pieza a rectificar, se hará los cálculos previos pertinentes para determinar su CH óptimo. Los diámetros por calcular se simbolizan con D_w y son los siguientes:

- $D_w = \varnothing 16$
- $D_w = \varnothing 18$
- $D_w = \varnothing 20$
- $D_w = \varnothing 22$

Los datos de las ruedas son los siguientes:

- $D_g = 431,8$ mm (Diámetro exterior de rueda rectificadora)
- $D_r = 279,4$ mm (Diámetro exterior de rueda reguladora)
- DCH (Distancia entre centros horizontal) = 371 mm

De la teoría del rectificado sin centros se conocen las siguientes ecuaciones para obtener las variables de regulación, entre ellas la distancia entre centros CH:



$$\gamma = \alpha + \beta$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{2CH}{(D_r + D_w)} \cong \frac{2CH}{(D_r + D_w)}$$

$$\beta = \sin^{-1} \frac{2CH}{(D_g + D_w)} \cong \frac{2CH}{(D_g + D_w)}$$

$$CH \text{ (mm)} = \frac{3.14(D_g + D_w)(D_r + D_w)}{360(D_g + D_r + 2D_w)} \gamma(^{\circ})$$

Figura 4-1: Ecuaciones teoría del rectificado sin centros (Hashimoto, 2017)

Como no se dispone de valores de ángulos “ γ ” para utilizar la ecuación anterior, se procede a calcular la distancia entre centros CH geoméricamente, manteniendo los valores D_g , D_r y D_{CH} constantes, y solo variando D_w .

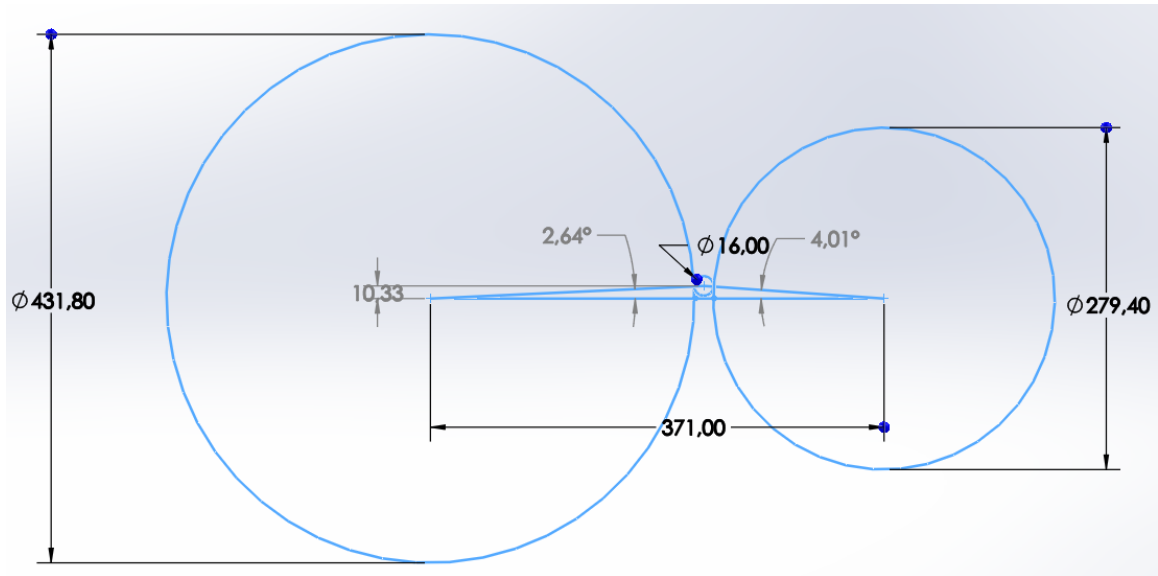


Figura 4-2: Determinación geométrica de ángulos y CH para $\varnothing 16$ [Elaboración Propia]

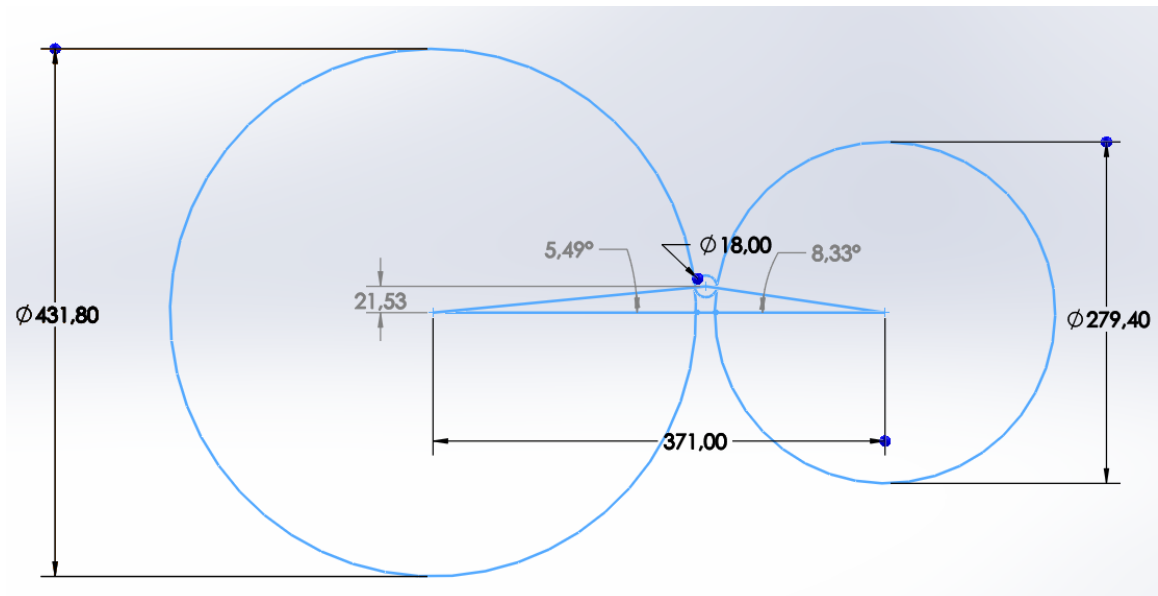


Figura 4-3: Determinación geométrica de ángulos y CH para $\varnothing 18$ [Elaboración Propia]

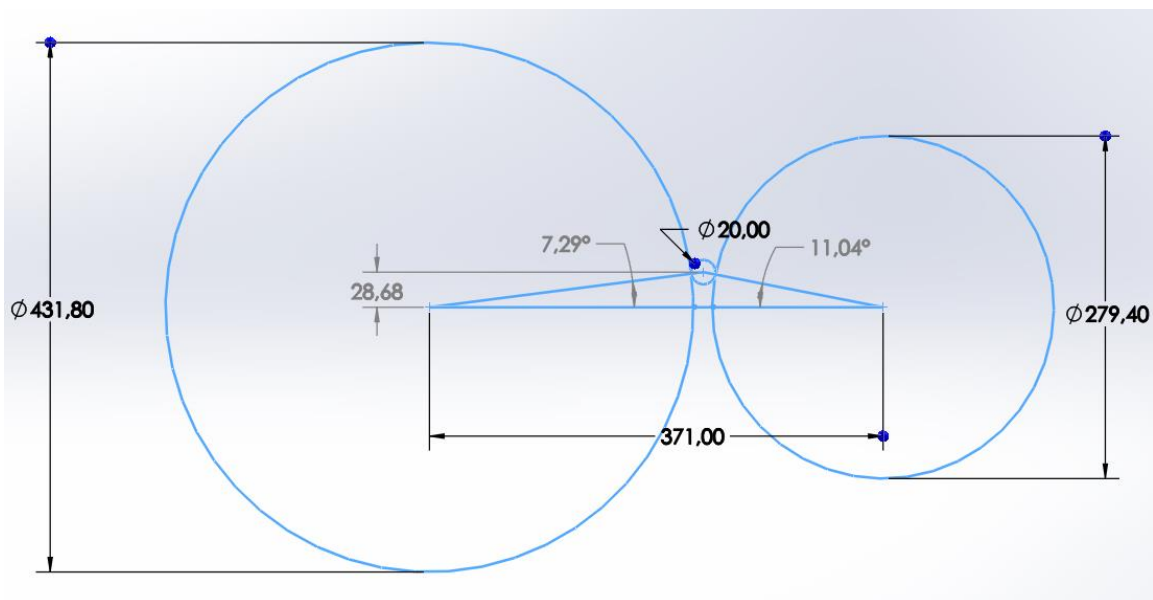


Figura 4-4: Determinación geométrica de ángulos y CH para $\varnothing 20$ [Elaboración Propia]

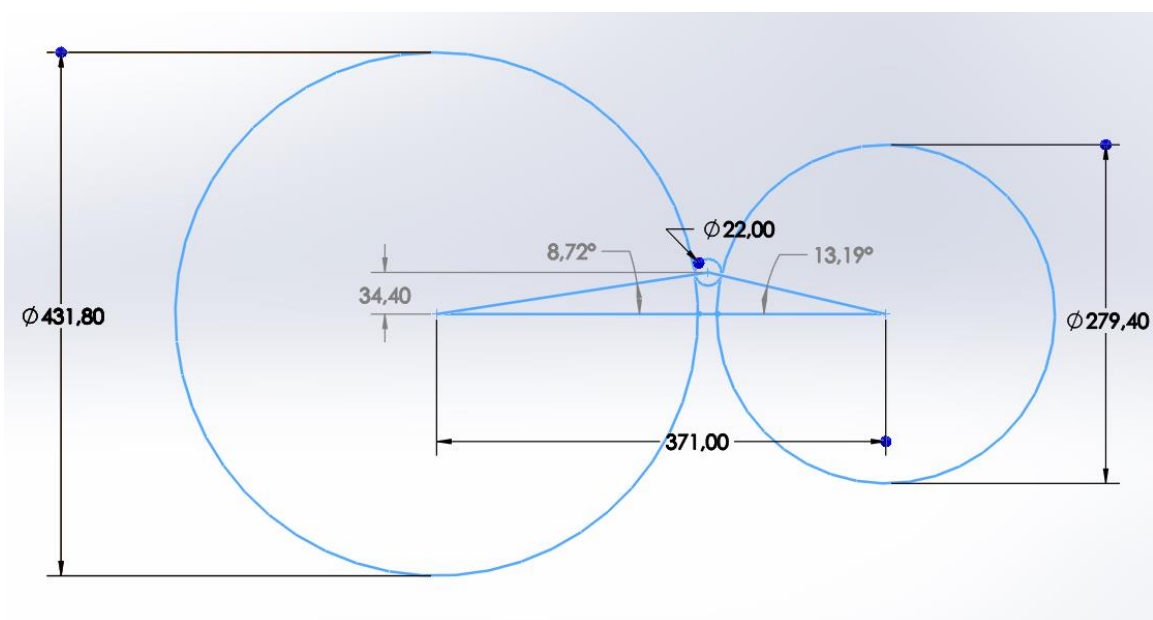


Figura 4-5: Determinación geométrica de ángulos y CH para $\varnothing 22$ [Elaboración Propia]

Como se puede observar en las imágenes obtenidas de un programa CAD, para cada diámetro de la pieza tenemos un valor diferente de ángulo " γ " y de CH. Volcando los valores de " γ " en las ecuaciones de la Figura 4-1, se validarán los resultados de CH obtenidos.

Dw[mm]	Dg[mm]	Dr[mm]	Alpha [°]	Beta [°]	Gamma [°]	CH Formula[mm]	CH Geométrico[mm]	DIF
16	431,8	279,4	2,64	4,01	6,65	10,32	10,33	0,01
18	431,8	279,4	5,49	8,33	13,82	21,58	21,53	-0,05
20	431,8	279,4	7,29	11,04	18,33	28,79	28,68	-0,11
22	431,8	279,4	8,72	13,19	21,91	34,61	34,40	-0,21

Tabla 4-1: Comparación de los resultados obtenidos geométrica y analíticamente

[Elaboración Propia]

En los resultados anteriores, puede apreciarse una leve discrepancia entre los valores obtenidos geoméricamente y los obtenidos analíticamente, y esto se debe a que la ecuación es obtenida a través de una simplificación matemática, por lo tanto, está sujeta a un error.

El hecho de que se haya considerado la distancia entre centros horizontal (DCH) fija, se debe a que es mucho más rápido regular solamente el CH, aportando mayor flexibilidad a la máquina.

Por supuesto, se debe procurar que con la DCH elegida, la cuchilla no roce con las ruedas, ya que se produciría un daño importante en ambas. El espacio entre ruedas se calcula a continuación:

$$DCH - \frac{Dg}{2} - \frac{Dr}{2} = 371 - \frac{431,8}{2} - \frac{279,4}{2} = 15,4 \quad (4.1)$$

Teniendo en cuenta que la cuchilla tiene un espesor de 13 mm en su parte superior, se estaría dejando una luz de 1,2 mm de cada lado, lo cual es más que prudente para este tipo de maquinaria de precisión.

Finalmente se utilizarán los valores de CH geométrico obtenidos para configurar la altura de la cuchilla. A continuación, se muestran los casos extremos (Ø16 y Ø22). Obsérvese los desplazamientos de los portacuchillas (piezas en color amarillo), por sobre donde apoya la cuchilla, así como también la posición de los pernos haciendo tope en las ranuras de las guías, ubicadas en los extremos del módulo de cambio rápido.

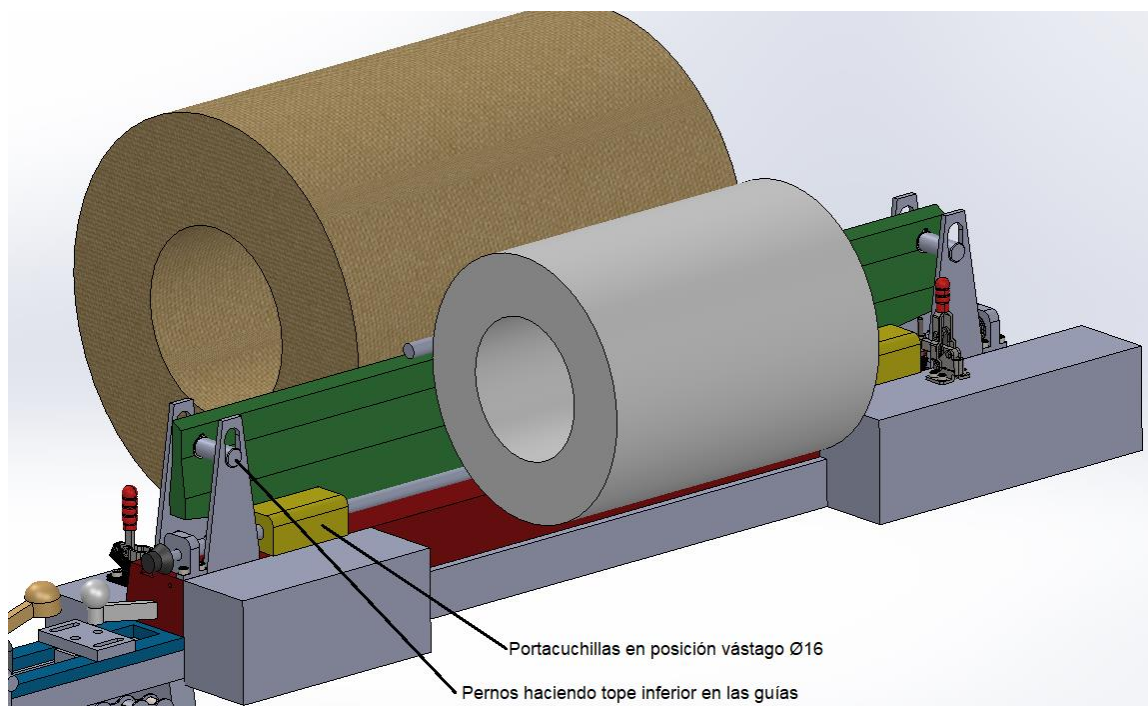


Figura 4-6: Vástago Ø16 en posición con CH óptimo [Elaboración Propia]

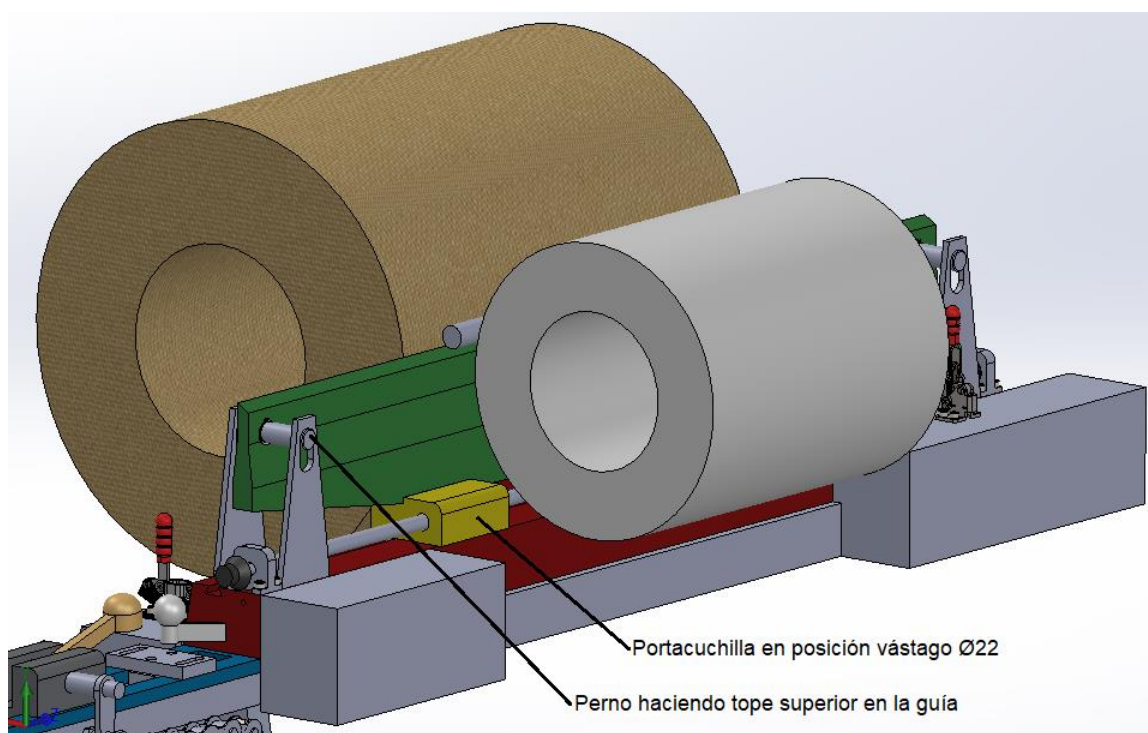


Figura 4-7: Vástago Ø22 en posición con CH óptimo [Elaboración Propia]

Desplazamientos de la cuchilla

El objeto de este cálculo es determinar si la cuchilla diseñada y el material elegido para la misma son adecuados para el estado de sollicitación al cual está sometida. En particular la cuchilla de una rectificadora sin centros requiere de mucha rigidez, ya que no es deseable obtener grandes deformaciones dentro del régimen elástico durante el proceso de rectificado de una pieza, ya que esto repercute finamente sobre la precisión que se obtiene en las dimensiones de esta y consecuentemente en su terminación final.

Es necesario establecer un criterio antes de someter a la cuchilla a los cálculos analíticos y numéricos que se harán a continuación: Los esfuerzos a los cuales está sometida la cuchilla pueden variar muy ampliamente, en función del tipo de rectificado que se esté efectuando (desbaste, semiterminación o terminación), o bien de las dimensiones de la pieza a rectificar. Dada esta variabilidad de la fuerza sobre la cuchilla, se considera conveniente determinar una deformación aceptable de la cuchilla y evaluar para qué valor de fuerza se obtienen dichas deformaciones. Luego analizar si esos valores de fuerza resultan razonables o excesivos, para finalmente concluir acerca del diseño de la cuchilla.

Para poder realizar una simulación del estado de sollicitación de la cuchilla es necesario conocer las fuerzas que actúan sobre la misma. En la figura siguiente se observan las fuerzas sobre una pieza cilíndrica apoyada sobre una cuchilla durante un proceso de rectificado sin centros. Obsérvese que la pieza está por encima del nivel establecido por los centros de las ruedas, lo cual es lo que ocurre en un proceso de rectificado típico.

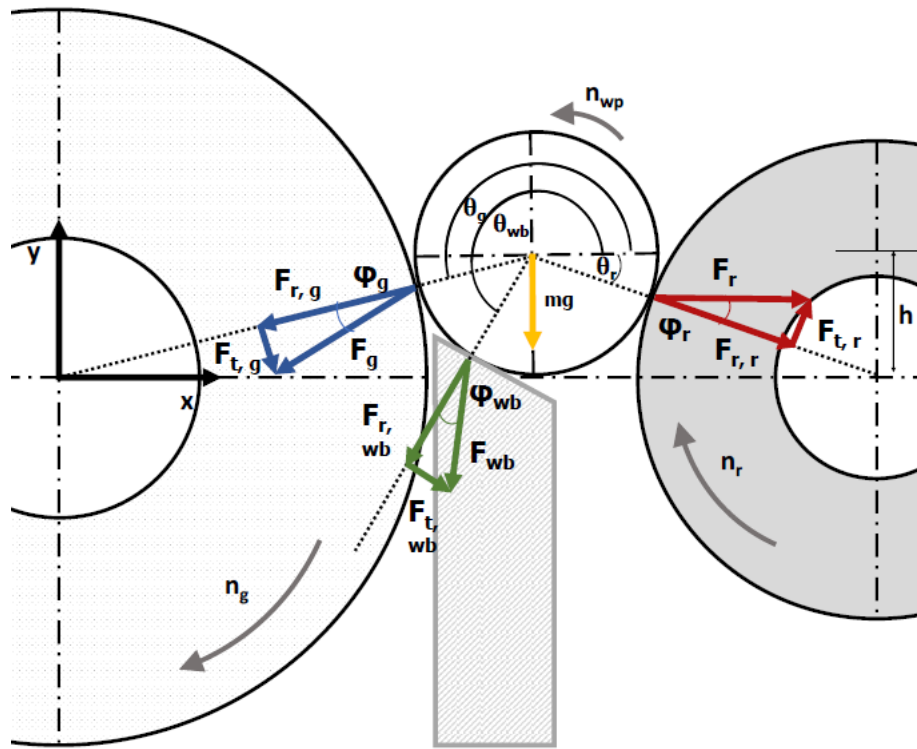


Figura 4-8: Fuerzas actuantes sobre una pieza durante un rectificado sin centros.

(Marija Glisic, August 2021)

De la figura anterior podemos concluir que existe una fuerza F_{wb} (el sufijo “wb” proviene del inglés “Work Blade”, en español cuchilla), que actúa perpendicularmente al ángulo superior de la cuchilla, la cual se puede descomponer en una componente “X” y otra “Y” de acuerdo con las respectivas direcciones de los ejes.

En el Anexo A se puede observar un plano de un vástago de diámetro 20 con sus respectivas especificaciones de diseño, como por ejemplo una tolerancia dimensional de 0,01 mm en el diámetro del vástago y una tolerancia geométrica en la generatriz del vástago de 0,1. Como criterio, se adopta un desplazamiento máximo admisible de la cuchilla igual a la mitad de la tolerancia dimensional, es decir 5 micrones.

Cálculo por Elementos Finitos

Para el cálculo de elementos finitos se utiliza el módulo de simulación de Solid Works, el cual proporciona la posibilidad de realizar una simulación estática. Los parámetros utilizados en la simulación se enumeran a continuación:

- Sujeción: Vínculos simples tipo rodillo en los planos inclinados inferiores y en las caras frontal y posterior.
- Fuerza: Se utilizarán valores de fuerza igual a 100, 200 y 215 Kgf.
- Material: El material de la cuchilla es Bohler M200 (Símil AISI P20).
- Malla: Esta simulación no tiene geometrías intrincadas, por lo tanto, se utiliza la malla que propone el programa por defecto, sin refinamiento.

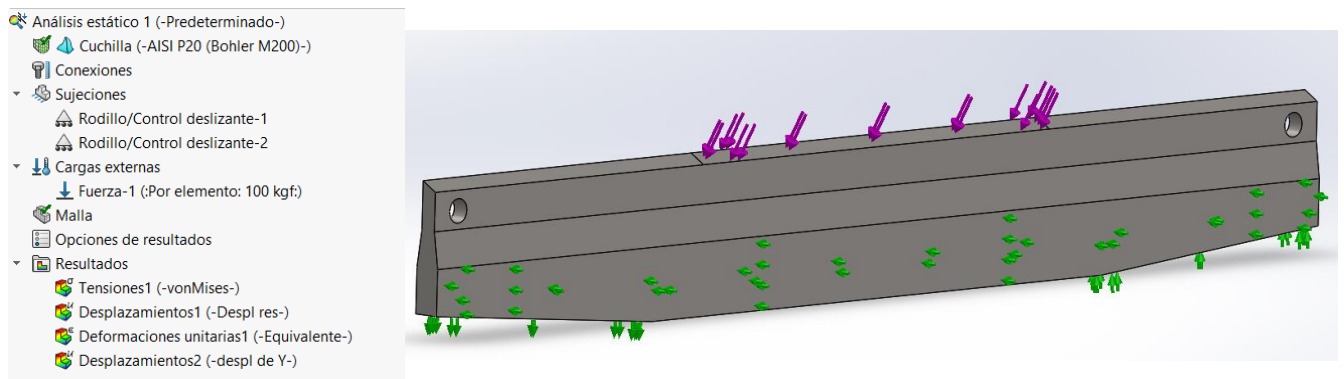


Figura 4-9 Datos Simulación por Elementos Finitos [Elaboración Propia]

Simulación 1: F=100 Kgf

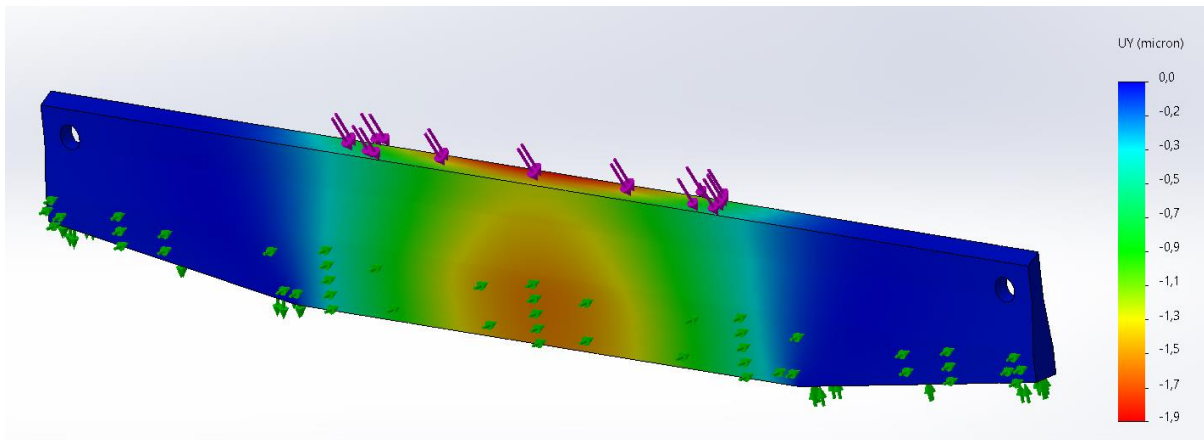


Figura 4-10: Desplazamientos en dirección “Eje Y” (Simulación con F=100 Kgf)
[Elaboración Propia]

Puede observarse que, en la zona roja, los valores de desplazamiento en la dirección del “Eje Y” llegan a 1,9 micrones, siendo las demás zonas desplazamientos mucho menores.

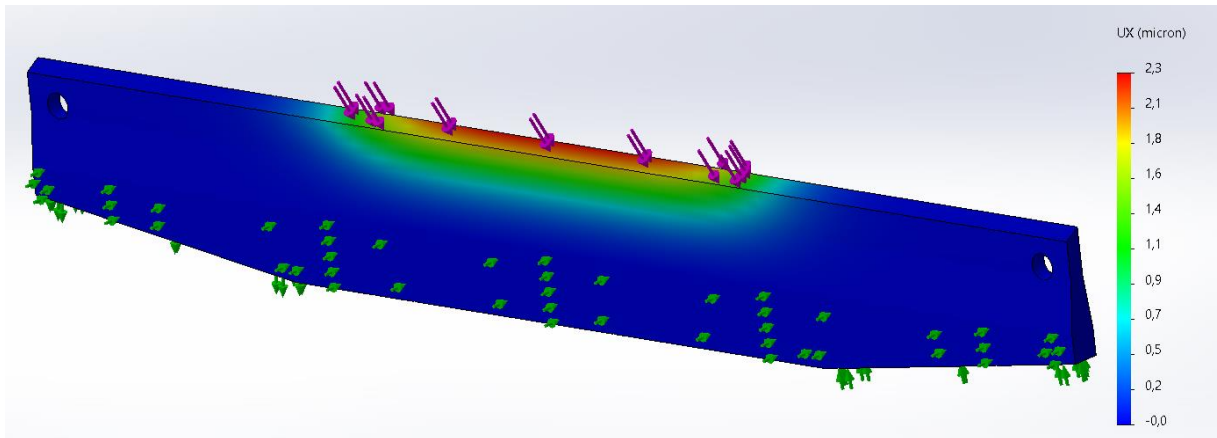


Figura 4-11: Desplazamiento en dirección “Eje X” (Simulación con F=100 Kgf)
[Elaboración Propia]

En el “Eje X” los desplazamientos no alcanzan el valor de desplazamiento máximo admisible, siendo que en la zona de aplicación de la carga se desplaza solo 2,3 micrones. Estos valores están muy por debajo del desplazamiento máximo admisible establecido de 5 micrones, por lo cual se puede seguir incrementando la fuerza.

Simulación 2: F=200 Kgf

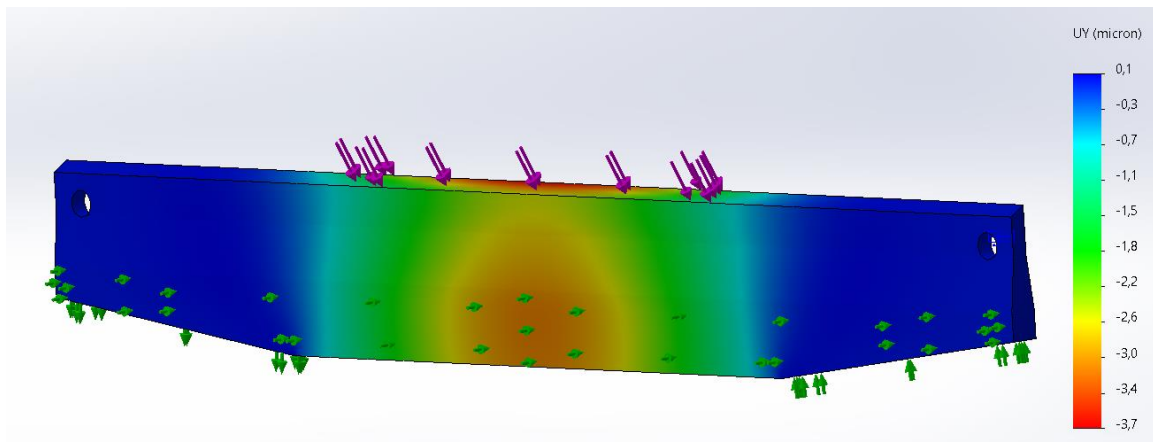


Figura 4-12: Desplazamiento en dirección “Eje Y” (Simulación con F=300 Kgf)
[Elaboración Propia]

Como se observa, en la zona de mayor desplazamiento se alcanza los 3,7 micrones en la dirección del “Eje Y”.

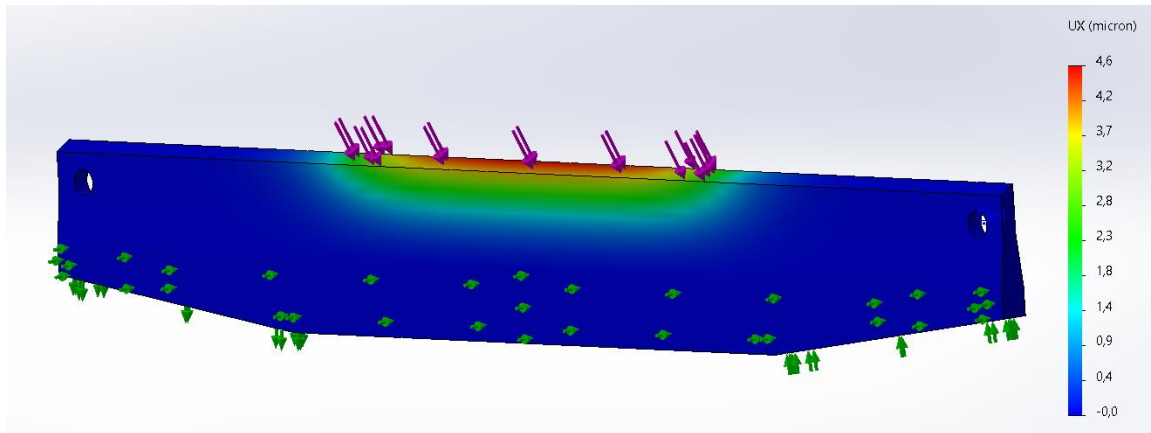


Figura 4-13: Desplazamiento en dirección “Eje X” (Simulación con $F=300$ Kgf)
[Elaboración Propia]

Se observan desplazamientos de 4,6 micrones en la dirección del “Eje X”, lo cual sigue siendo bajo (aunque cercano), en comparación con el desplazamiento máximo establecido.

Simulación 3: $F=215$ Kgf

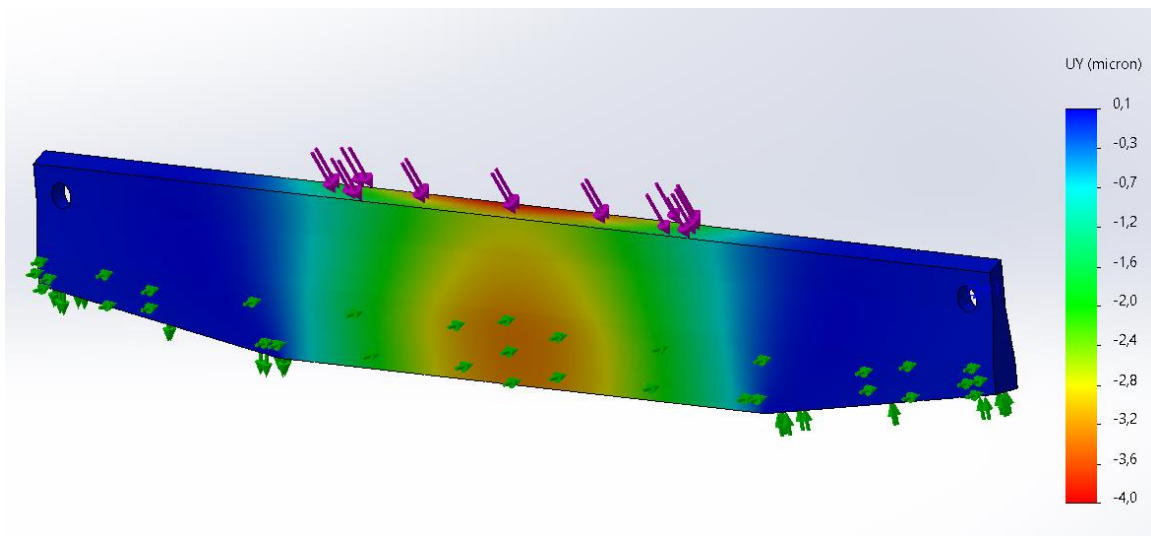


Figura 4-14: Desplazamiento en dirección “Eje Y” (Simulación con $F=215$ Kgf)
[Elaboración Propia]

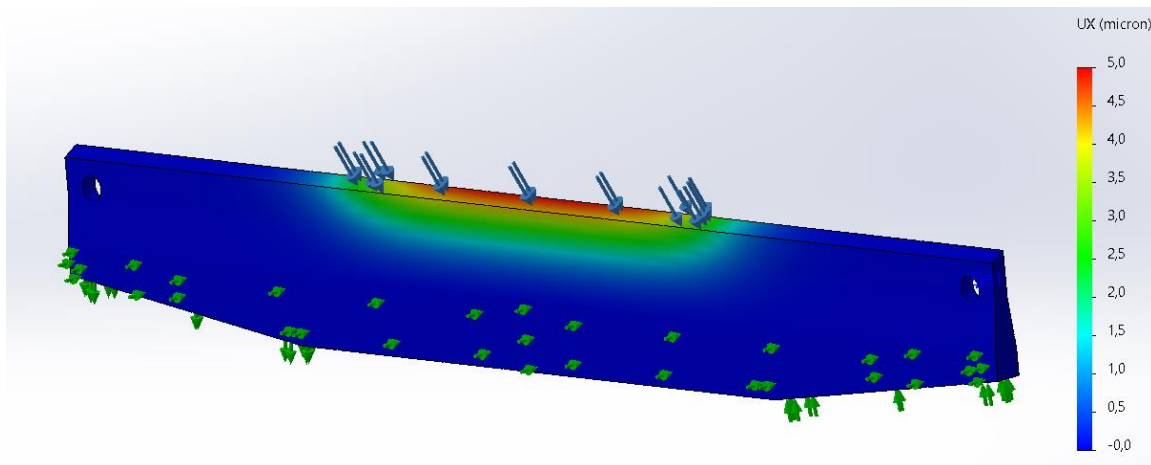


Figura 4-15: Desplazamiento en dirección “Eje X” (Simulación a 215 Kgf)

[Elaboración Propia]

Como se observa, en la dirección “Eje X” se alcanzó los 5 micrones establecidos como tolerancia máxima de desplazamientos en la cuchilla.

Validación de los resultados obtenidos de la simulación por Elementos Finitos

La carga sobre la cuchilla debe ser de 215 Kg o superior para obtener resultados no admisibles en cuanto a la deformación elástica de la cuchilla. En otras palabras, la fuerza máxima que se puede aplicar para no obtener desplazamientos significativos en la cuchilla es de 215 Kgf. Ahora bien, este valor de fuerza obtenido, ¿es comparable con los valores de fuerza que se obtienen normalmente durante el rectificado sin centros de una pieza? Esta pregunta busca ser evacuada a continuación:

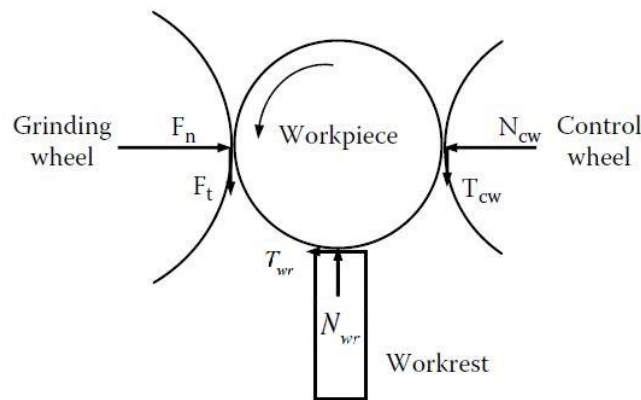


Figura 4-16: Fuerzas actuantes sobre la pieza durante un rectificado sin centros, con una distancia entre centros nula (Ioan D. Marinescu, 2007)

La Figura 4-16 (Ioan D. Marinescu, 2007) representa las fuerzas que se desarrollan sobre la pieza, durante un proceso de rectificado sin centros, en un caso particular, en el cual la distancia entre centros es nula. La teoría desarrollada en el manual (Ioan D. Marinescu, 2007) concluye que, en estas condiciones, N_{wr} es aproximadamente igual a la suma de las fuerzas tangenciales que se producen entre la pieza y las ruedas, debido a la fricción. Este análisis proviene de un equilibrio de fuerzas verticales.

Se procederá a calcular la fuerza de fricción entre la pieza y las ruedas, con las ecuaciones que propone el manual mencionado en el párrafo anterior, para la condición de la Figura 4-16 (Ioan D. Marinescu, 2007). Luego se procederá a modificar el valor obtenido por un factor de seguridad.

En primer lugar, los equilibrios de fuerzas verticales y horizontales tienen la siguiente expresión:

$$F_n = N_{cw} + T_{wr} \dots \text{Horizontal forces}$$

$$F_t = \mu_{gw} \cdot F_n = N_{wr} - T_{cw} \dots \text{Vertical forces}$$

$$T_{wr} = \mu_{wr} \cdot N_{wr} = F_t - T_{cw} \dots \text{Rotational forces}$$

Figura 4-17: Ecuaciones de Equilibrio (Ioan D. Marinescu, 2007)

Luego, el manual propone las siguientes ecuaciones para las fuerzas desarrolladas en la cuchilla (“Work rest”, sufijo “wr”) y en la rueda reguladora (“Control Wheel”, sufijo “cw”). Por otro lado, el sufijo “gw” proviene de “Grinding Wheel”, expresión en inglés para la rueda rectificadora.

$$N_{wr} = \frac{2 \cdot \mu_{gw} \cdot F_n}{1 + \mu_{wr}}$$

$$T_{cw} = \frac{1 - \mu_{wr}}{1 + \mu_{wr}} \cdot \mu_{gw} \cdot F_n$$

$$T_{wr} = \frac{2 \cdot \mu_{wr}}{1 + \mu_{wr}} \cdot \mu_{gw} \cdot F_n$$

$$N_{cw} = \frac{1 + \mu_{wr} (1 - 2 \cdot \mu_{gw})}{1 + \mu_{wr}} \cdot F_n$$

Figura 4-18: Ecuaciones de las fuerzas desarrolladas durante el rectificado. (Ioan D. Marinescu, 2007)

Para una operación típica de rectificado, el manual propone: $\mu_{gw} \approx 0.3$ y $\mu_{wr} \approx 0.15$. Entonces:

$$F_t = 0.3 \times F_n$$

$$N_{cw} = 0.92 \times F_n$$

$$N_{wr} = 0.52 \times F_n$$

$$T_{wr} = 0.078 \times F_n$$

$$T_{cw} = 0.22 \times F_n$$

Figura 4-19: Ecuaciones Simplificadas (Ioan D. Marinescu, 2007)

En particular, es de interés para este análisis el valor de N_{wr} , por lo tanto, se procede a estimar su valor, proponiendo un valor de $F_n=100$ Kgf:

$$N_{wr} = 0,52 \times 100 \text{ Kgf} = 52 \text{ Kgf} \quad (4.2)$$

Ahora se procede a modificar el valor obtenido por un factor de seguridad de valor 3, de manera tal de ser conservadores en cuanto a las suposiciones realizadas en análisis anterior:

$$N_{wr} = 52 \text{ Kgf} \times 3 = 156 \text{ Kgf} \quad (4.3)$$

El valor estimado de fuerza sobre la cuchilla (N_{wr}) es menor al valor límite obtenido de las simulaciones (215 Kgf), por lo cual se puede concluir que la cuchilla no presentará deformaciones inaceptables durante un proceso de rectificado típico.

Cabe aclarar que los valores obtenidos son estimativos, pues los valores de F_n dependerán en gran parte del material de la pieza a rectificar y de la operación que se realice en la máquina, es decir rectificado de desbaste, semiterminación o terminación, así como también de la máquina en particular que se esté operando.

Cálculo por Mecánica de Materiales

Se utilizará la teoría de mecánica de materiales para validar los resultados obtenidos anteriormente. A diferencia de un método numérico como el utilizado (Elementos Finitos), la mecánica de materiales nos permite calcular a un nivel macroscópico, y no de manera discretizada en múltiples puntos distribuidos a lo largo y ancho de la pieza.

El caso de estudio no es más que un caso de Flexión Compuesta, por lo cual se intentará obtener los valores de la “flecha” de una flexión, los cuales nos darán una idea de los desplazamientos que pueden ocurrir en la realidad, y de esa forma poder concluir si el diseño de la cuchilla es adecuado para este caso.

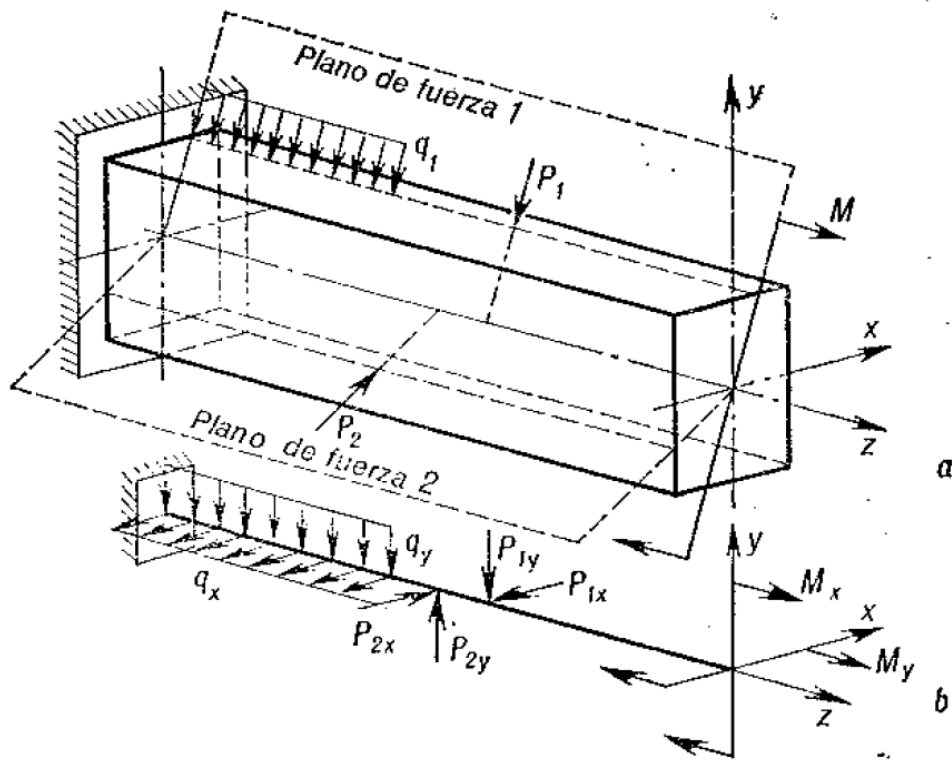


Figura 4-20: Flexión Compuesta, caso genérico viga empotrada (G.S.Pisarenko, 1975)

Nótese las similitudes entre el caso expuesto en la figura y el caso de estudio, cuya imagen se representa en la Figura 4-9 [Elaboración Propia].

La flexión compuesta, o desviada, se trabaja utilizando el principio de superposición y se descompone en dos flexiones planas, las cuales se calculan por separado.

Flexión Plana en dirección del “Eje y”:

Por cuestiones de simplificación en el cálculo se utilizará el modelo de viga simplemente apoyada con una carga F aplicada en el centro de la viga.

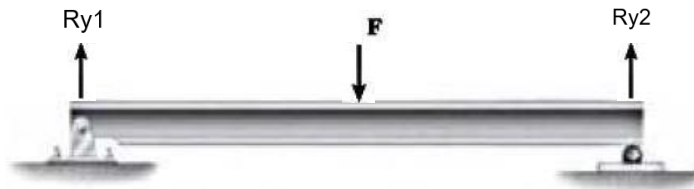


Figura 4-21: Viga Simplemente apoyada con carga puntual aplicada en la mitad (Hibbeler, 2011)

La viga tiene un largo de $L=1,2$ metros (largo de la cuchilla). Para validar el caso más extremo de las simulaciones anteriores, donde la carga resultante era de 215 Kgf, y teniendo en cuenta que la misma tiene un ángulo de 30° respecto de la horizontal, se calcula la fuerza de la siguiente manera:

$$F = 215 \text{ Kgf} \times \sin(30^\circ) = 107,5 \text{ Kgf} = 1053,5 \text{ N} \quad (4.4)$$

Se propone que el sistema de referencia se ubique en el vínculo izquierdo de la figura anterior, con la siguiente disposición:

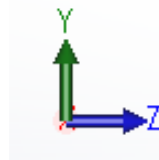


Figura 4-22: Sistema de Referencia [Elaboración Propia]

De la teoría de Mecánica de materiales se conoce que la ecuación diferencial que rige la deformación de una viga flexionada es la siguiente:

$$\frac{d^2y}{dz^2} = \frac{M(z)}{EJ} \quad (4.5)$$

Integrando 2 veces la expresión anterior se obtiene la flecha, es decir $y(z)$, la cual es una función que para cada valor de z nos devuelve un valor de desplazamiento en la dirección del eje y .

A continuación, se muestra la expresión de la flecha para el caso de una viga simplemente apoyada con una carga puntual aplicada en la mitad de su longitud:

$$y(z) = -\frac{FL^3}{48EJ} \left(3\frac{z}{L} - 4\frac{z^3}{L^3} \right) \quad (4.6)$$

Para conocer la flecha máxima, hay que evaluar la función en $z = L/2$.

$$y_{max} = y(L/2) = -\frac{FL^3}{48EJ} \left(3\frac{(L/2)}{L} - 4\frac{(L/2)^3}{L^3} \right) \quad (4.7)$$

La sección transversal, al ser rectangular, tiene un momento de inercia axial como el siguiente:

$$J_x = \frac{bh^3}{12} \quad (4.8)$$

Donde b es el espesor de la cuchilla y h es el alto, los cuales valen 13 mm y 135 mm respectivamente. Entonces:

$$J_x = \frac{0.013 \times 0.135^3}{12} = 2.66 \times 10^{-6} \text{ m}^4 \quad (4.9)$$

El material elegido es Bolher M200 (Símil AISI P20), cuyo módulo de elasticidad $E=2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Entonces la flecha máxima es:

$$y_{max} = 6,78 \times 10^{-5} \text{ m} = 68 \text{ micrones} \quad (4.10)$$

Este valor puede resultar un tanto elevado comparado con los resultados obtenidos en las simulaciones por elementos finitos realizadas anteriormente. Esto se debe a 2 razones, principalmente:

1°- En primer lugar, cuando se calcula el momento de inercia axial J_x , se tiene en cuenta un espesor de la cuchilla de 13 mm, que coincide con espesor en la parte de aplicación de la carga. Sin embargo, la sección de la cuchilla no es uniforme, sino que aumenta su espesor a medida que se desciende a la parte inferior de la misma (Ver Figura 3-8 [Elaboración Propia]).

El diseño de la cuchilla fue pensado de manera tal de maximizar su rigidez, por lo cual el cálculo anterior no contempla este detalle que reduciría el valor de flecha máxima obtenida.

2°- La segunda razón, y la más significativa, se debe a que el modelo utilizado para calcular analíticamente, es decir, el de una viga apoyada simplemente con una carga puntual en la mitad de su longitud, no es representativo del caso de estudio, ya que la fuerza no se aplica en un punto, sino que se reparte en una longitud de 400 mm aproximadamente en la parte central, tal como se realizó en las simulaciones anteriores. Estos 400 mm de aplicación de la carga coinciden con el largo de un vástago que está siendo empujado por las ruedas sobre la cuchilla.

Una solución al problema planteado en el párrafo anterior podría ser utilizar un modelo diferente que implique una carga distribuida en 400 mm de manera simétrica respecto del centro de la cuchilla (o viga), como en la siguiente figura.

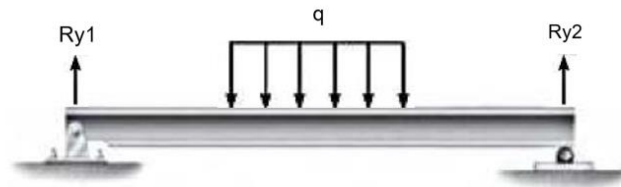


Figura 4-23 Viga simplemente apoyada con carga distribuida simétricamente en la zona central (Hibbeler, 2011)

Sin embargo, la ecuación diferencial que rige en este caso es significativamente más compleja y difícil de evaluar. Es por ello por lo que se optó por utilizar el primer modelo.

Flexión Plana en dirección del “Eje X:

De manera análoga, ahora se realizarán los cálculos para la flexión de la viga en la dirección del eje x, donde la fuerza tendrá el valor calculado a continuación:

$$F = 215Kgf \times \cos(30^\circ) = 186,2 Kgf = 1824,7 N \quad (4.11)$$

Teniendo en cuenta que los valores de inercia axial y de módulo de elasticidad son los mismos utilizados anteriormente, se procede a calcular la flecha máxima en la dirección del eje “X”:

$$y_{max} = 1,18 \times 10^{-4} \text{ m} = 118 \text{ micrones (4.12)}$$

El mismo análisis final realiza para la dirección del eje “Y” sobre los resultados obtenidos valen para este último caso.

Selección de Componentes

Componentes del carro portamódulos

En esta sección se seleccionarán los componentes que componen el sistema de extracción de módulos ubicado en los carros portamódulos.

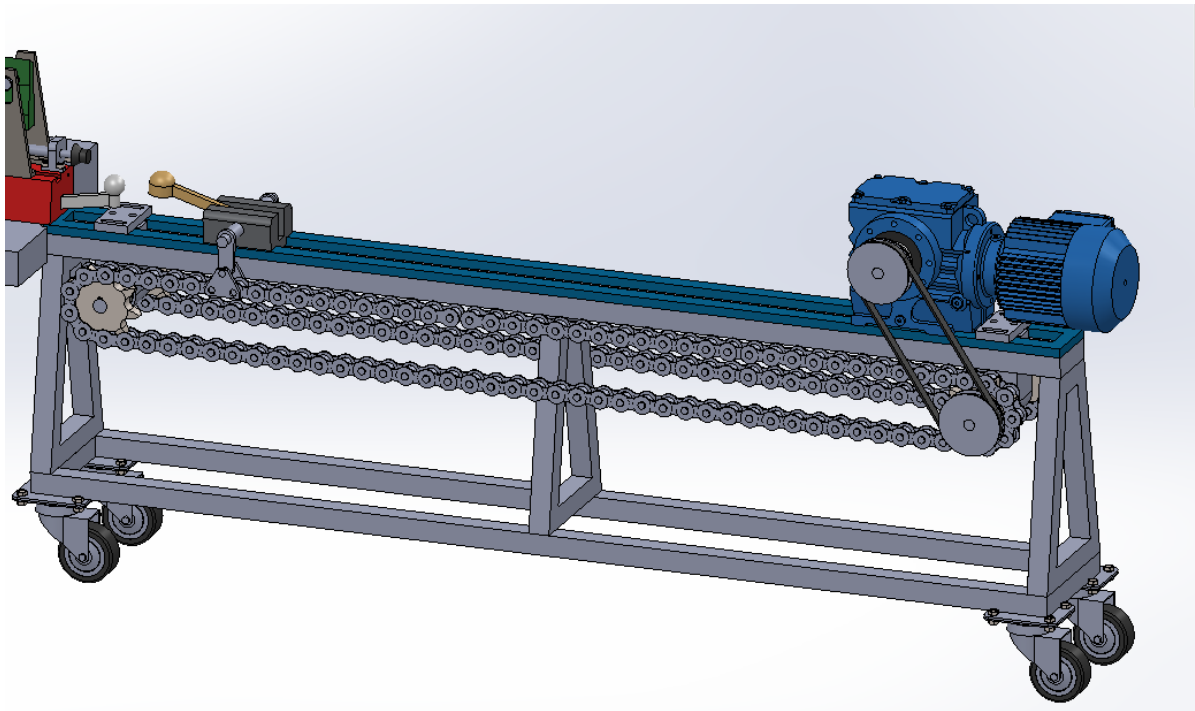


Figura 4-24: Carro Portamódulos [Elaboración Propia]

En primer lugar, se calcula el peso de todos los componentes que forman parte de un módulo de cambio rápido, utilizando un software CAD:

- Módulo de cambio rápido: 41 Kg
- Cuchilla: 20,5 Kg
- 4 guías: 1,5 Kg
- 2 ejes: 1.5 Kg
- 2 Portacuchillas: 4 Kg
- Cajas, Rodamientos y demás accesorios: 1.5 Kg

En total cada módulo pesa 70 Kg, es decir 686 N.

Selección del motorreductor:

Para poder seleccionar el motorreductor primero se procede a calcular la potencia teórica que implicaría extraer los módulos, teniendo en cuenta su peso y la velocidad de extracción.

Lo ideal es que cada extracción/introducción del módulo dure aproximadamente 10 segundos, ya que no se quiere detener la línea de producción demasiado tiempo. Teniendo en cuenta que los módulos miden algo más que 1 metro de longitud, se puede redondear la velocidad de avance a 0,1 m/s. Entonces:

$$Nt = P \times V = 686 \text{ N} \times 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 68,6 \text{ W} \approx 0,07 \text{ KW} \quad (4.13)$$

Considerando una eficiencia del motorreductor del 98,5 % la potencia de entrada será:

$$Ne = \frac{Nt}{\eta} = \frac{0,07 \text{ KW}}{0,985} = 0,071 \text{ KW} \quad (4.14)$$

Luego se selecciona de la siguiente tabla proporcionada por el fabricante de motorreductores LENTAX (Ver Catálogo en Anexo B) un factor de seguridad, que tiene en cuenta la cantidad de horas de servicio y la cantidad de veces que se acciona el mecanismo:

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
EXCAVADORAS Y DRAGAS				DREDGERS
Excavadoras de cangilones (cadena fija)	1,65	1,8	1,8	Bucket excavator
Excavadoras de cangilones (cadena suelta)	1,5	1,6	1,6	Trench machine
Traslación por orugas	1,65	1,8	1,8	Travelling gear (caterpillar)
Traslación por rieles	1,5	1,6	1,6	Travelling gear (rails)
Bombas de aspiración	1,4	1,5	1,6	Suction pumps
Apiladoras de cangilones	1,4	1,5	1,6	Bucket loader
Ruedas de cangilones	1,65	1,8	1,8	Bucket wheels
Cabezales de corte	1,65	1,8	1,8	Cutter heads
Dispositivo de viraje	1,65	1,8	1,8	Manoeuvring winches
TRITURACION Y MOLIENDA (cemento-cal-yeso)				STONE AND CLAY WORKING MACHINES
Trituradoras de mandíbulas	1,65	1,8	1,8	Jaw crushers
Trituradoras de cono	1,65	1,8	1,8	Cone crushers
Trituradoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Gyratory crushers
Quebrantadoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Rotary breakers
Hornos rotativos	1,8	2	2	Rotary ovens
Sopladores	1,4	1,5	1,5	Blowers
Zarandas vibratorias	1,5	1,6	1,6	Vibrating screens
Molinos de martillos	1,8	2	2	Hammer mills
Molinos de bolas	1,65	1,8	1,8	Ball mills
Molinos de percusión	1,9	2,1	2,1	Beater mills
Molinos tubulares	1,8	2	2	Tube mills
Machacadoras	1,8	2	2	Breakers
MAQUINAS PARA EL CAUCHO				RUBBER MACHINERY
Calandras	1,5	1,6	1,6	Calenders
Amasadoras	1,65	1,8	1,8	Pugmills
Extrusoras	1,65	1,8	1,8	Extruders
Laminadoras	1,65	1,8	1,8	Rolling mills
Mezcladoras	1,5	1,6	1,6	Mixers
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

Figura 4-25: Selección del Factor de Seguridad. [Catálogo Adjunto Anexo B]

Entonces la potencia equivalente quedará:

$$Neq = Ne \times Fs = 0,071 \text{ KW} \times 1,6 = 0,1136 \text{ KW} \quad (4.15)$$

Otro dato de interés a la hora de seleccionar un motorreductor es la velocidad de salida, o bien el índice de reducción. En este caso se considera una velocidad de avance de la

cadena de $V=0,1$ m/s y se propone utilizar una polea con diámetro exterior de 0,09 m. Por lo tanto, la velocidad angular de salida deseable será:

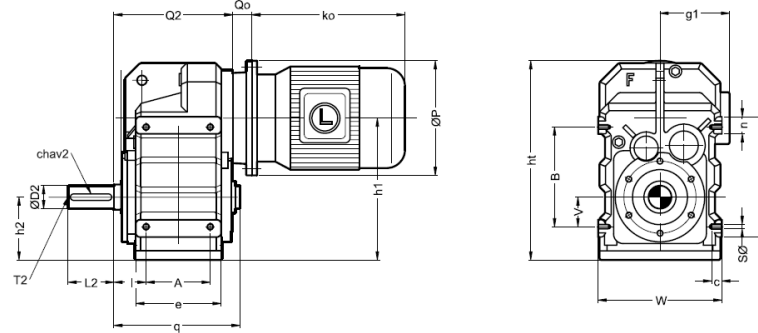
$$w_{salida\ teórica} = \frac{w}{R} = \frac{0,1\ m/s}{0,045\ m} \times \frac{60}{2\pi} = 21,22\ RPM \quad (4.16)$$

Del catálogo del fabricante LENTAX (Ver Anexo B) se elige el motorreductor adecuado para esta aplicación:

Potencia Entrada kW	HP	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad (fz)	Momento Útil (Nm)		
<u>0.13</u>	0.17	650	3.40	188.91	FIT3	0.17/8	3.00	332	
			3.80	172.14	FIT3	0.17/8	3.30	302	
			4.20	153.95	FIT3	0.17/8	3.45	271	
			4.6	140.28	FIT3	0.17/8	3.75	247	
		910	4.8	188.91	FIT3	0.17/6	4.00	237	
			1380	1.7	792.48	F0FR	0.17	1.00	646
				2.2	639.15	F0FR	0.17	1.20	521
				2.6	527.64	F0FR	0.17	1.50	430
				3.0	462.19	F0FR	0.17	1.70	377
				3.7	372.77	F0FR	0.17	2.10	304
				4.5	307.73	F0FR	0.17	2.55	251
				5.3	258.31	F0FR	0.17	3.05	210
				6.3	219.47	F0FR	0.17	3.60	179
		650	3.6	178.59	F0T3	0.17/8	2.15	314	
			3.9	164.57	F0T3	0.17/8	2.40	289	
			4.7	139.66	F0T3	0.17/8	2.75	245	
			5.1	128.70	F0T3	0.17/8	3.05	226	
			5.8	113.03	F0T3	0.17/8	3.40	199	
			6.2	104.16	F0T3	0.17/8	3.75	183	
		910	6.4	101.02	F0T3	0.17/8	3.85	178	
			5.1	178.59	F0T3	0.17/6	2.85	224	
			5.5	164.57	F0T3	0.17/6	3.20	207	
			6.5	139.66	F0T3	0.17/6	3.65	175	
		1380	3.8	360.35	F00FR	0.17	1.00	294	
			4.1	336.11	F00FR	0.17	1.10	274	
			4.7	290.63	F00FR	0.17	1.25	237	
			5.8	239.93	F00FR	0.17	1.50	195	
			6.9	201.39	F00FR	0.17	1.80	164	
			8.1	171.11	F00FR	0.17	2.10	139	
			9.4	146.69	F00FR	0.17	2.45	120	
		650	4.1	159.51	F00T3	0.17/8	1.00	280	
			4.9	132.81	F00T3	0.17/8	1.15	233	
			5.3	123.62	F00T3	0.17/8	1.30	217	
			6.6	99.06	F00T3	0.17/8	1.60	174	
			7.0	92.78	F00T3	0.17/8	1.75	163	
			8.0	81.21	F00T3	0.17/8	2.00	143	
			9.0	71.91	F00T3	0.17/8	2.20	126	
		910	5.2	175.46	F00T3	0.17/6	1.20	220	
			5.7	159.51	F00T3	0.17/6	1.35	200	
			6.9	132.81	F00T3	0.17/6	1.55	167	
			7.4	123.62	F00T3	0.17/6	1.70	155	
			9.2	99.06	F00T3	0.17/6	2.15	124	
			9.8	92.78	F00T3	0.17/6	2.30	116	
<u>1380</u>			7.9	175.46	F00T3	0.17	1.80	145	
			8.7	159.51	F00T3	0.17	2.05	132	
			10.4	132.81	F00T3	0.17	2.35	110	
			11.2	123.62	F00T3	0.17	2.55	102	
			13.9	99.06	F00T3	0.17	3.25	82	
			14.9	92.78	F00T3	0.17	3.45	77	
			17.0	81.21	F00T3	0.17	3.95	67	
			19.2	71.91	F00T3	0.17	4.45	60	
			22.5	61.47	F00T3	0.17	4.95	51	
			24.2	56.97	F00T3	0.17	5.65	47	
			27.0	51.19	F00T3	0.17	6.00	42	
			32.0	43.62	F00T3	0.17	7.45	36	
			35.0	39.34	F00T3	0.17	8.15	33	
			42.0	33.14	F00T3	0.17	9.65	27	
			46.0	29.78	F00T3	0.17	10.90	25	
			49.0	28.13	F00T3	0.17	11.40	23	

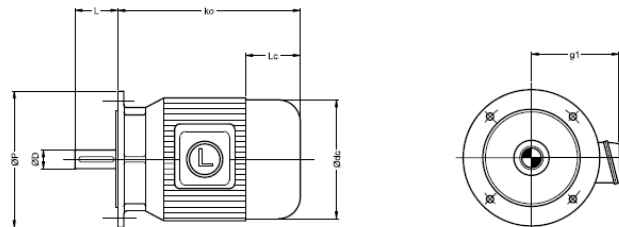
Figura 4-26: Selección del Motorreductor [Catálogo Adjunto Anexo B]

TABLA DE MEDIDAS - SERIE "F" (CON EJE DE SALIDA MACIZO)
OVERALL DIMENSIONS - TYPE "F" (WITH OUTPUT SOLID SHAFT)



Modelo Model	D2ø	L2	chav 2 keyway 2	T2	A	B	Sø	V	I	Q2	Q0				W
											IEC 71	IEC 80-90/IEC 100-112	IEC 132	IEC 160-180	
F00T	mm	25	50	8x7	M10	77	115	M8	31	39.5	148	20	35	42	165
	inch	1.000	2	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	3 1/16	4 1/2	UNC 5/16"	1 1/4	1 1/2	5 13/16	25/32	1 3/8	1 21/32	6.496
F0T	mm	30	60	8x7	M10	93	145	M10	43	50.5	176	20	35	42	180
	inch	1.188	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	3 11/16	5 11/16	UNC 3/8"	1 11/16	2	6 15/16	25/32	1 3/8	1 21/32	7.087
F1T	mm	40	80	12x8	M16	112	190	M12	60	53.5	206	20	35	42	212
	inch	1.625	3 1/8	3/8 x 3/16	UNC 5/8"	4 7/16	7 1/2	UNC 1/2"	2 3/8	2 1/8	8 1/8	25/32	1 3/8	1 21/32	8.346
F2T	mm	50	100	14x9	M16	140	240	M16	70	56.5	236	20	35	42	270
	inch	2.000	4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	5 1/2	9 7/16	UNC 5/8"	2 3/4	2 1/4	9 5/16	25/32	1 3/8	1 21/32	10.630
F3T	mm	60	120	18x11	M20	165	310	M16	100	62	264	---	32	52	330
	inch	2.375	4 3/4	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	6 1/2	12 3/16	UNC 5/8"	3 15/16	2 7/16	10 3/8	---	1 1/4	1 1/4	3 7/32
F4T	mm	70	140	20x12	M20	205	350	M20	120	77.5	330	---	32	52	400
	inch	2.750	5 1/2	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	8 1/16	13 13/16	UNC 3/4"	4 3/4	3	13	---	1 1/4	1 1/4	3 7/32
F45T	mm	90	170	25 x 14	M24	220	400	M24	125	111	398	---	45	45	450
	inch	3.500	6 3/4	7/8 x 7/16	UNC 1"	8 21/32	15 3/4	UNC 1"	4 15/16	4 3/8	15 11/16	---	1 3/4	1 3/4	2 31/32

TABLA DE MEDIDAS DE MOTORES ELECTRICOS
OVERALL DIMENSIONS - I.E.C. MOTORS



Tamaño Motor IEC.						Motor Standard Standard Motor			Motor con Freno Brake Motor			Motor con Anillo Motor with Backstop			
	IEC Motor Size	Dts	L	Pts	g1	dcs	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb
71	mm	14	30	160	136	138	218	70	10	275	125	12	218	70	10
	inch	0.551	1.181	6 5/16	5 3/8	5 7/16	8 9/16	2 3/4	22	10 13/16	4 15/16	26	8 9/16	2 3/4	22
80	mm	19	40	200	145	158	236	75	14	288	125	16	236	75	14
	inch	0.748	1.575	7 7/8	5 11/16	6 1/4	9 5/16	2 15/16	31	11 5/16	4 15/16	35	9 5/16	2 15/16	31
90 S	mm	24	50	280	155	178	254	80	17.5	314	140	20.5	254	80	17.5
	inch	0.945	1.969	7 7/8	6 1/8	7	10	3 1/8	39	12 3/8	5 1/2	45	10	3 1/8	39
90 L	mm	24	50	200	155	178	279	80	20.5	339	140	23.5	279	80	20.5
	inch	0.945	1.969	7 7/8	6 1/8	7	11	3 1/8	45	13 3/8	5 1/2	52	11	3 1/8	45
100 L	mm	28	60	250	165	198	316	90	30	390	165	35	316	90	30
	inch	1.102	2.362	9 13/16	6 1/2	7 13/16	12 7/16	3 9/16	66	15 3/8	6 1/2	77	12 7/16	3 9/16	66
112 M	mm	28	60	250	190	223	333	100	44.5	413	180	53.5	333	100	44.5
	inch	1.102	2.362	9 13/16	7 1/2	8 3/4	13 1/8	3 15/16	98	16 1/4	7 1/16	118	13 1/8	3 15/16	98
132 S	mm	38	80	300	218	262	372	116	63	487	216	79	402	175	65
	inch	1.496	3.150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	14 5/8	4 9/16	138	19 3/16	8 1/2	174	17	6 7/8	148
132 M	mm	38	80	300	218	262	410	116	73	525	216	89	470	175	75
	inch	1.496	3.150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	16 1/8	4 9/16	161	20 11/16	8 1/2	196	18 1/2	6 7/8	165
160 M	mm	42	110	350	256	314	488	140	110	603	240	143	548	200	113
	inch	1.654	4.331	13 3/4	10 1/16	12 3/8	19 3/16	5 1/2	243	23 3/4	9 7/16	315	21 9/16	7 7/8	249
160 L	mm	42	110	350	256	314	532	140	121	647	240	154	592	200	124
	inch	1.654	4.331	13 3/4	10 1/16	12 3/8	20 15/16	5 1/2	267	25 1/2	9 7/16	340	23 5/16	7 7/8	273
180 M	mm	48	110	350	276	358	554	160	165	689	260	198	624	230	168
	inch	1.890	4.331	13 3/4	10 7/8	14 1/8	21 13/16	6 5/16	364	27 1/8	10 1/4	437	24 9/16	9 1/16	370
180 L	mm	48	110	350	276	358	592	160	185	727	260	218	662	230	188
	inch	1.890	4.331	13 3/4	10 7/8	14 1/8	23 5/16	6 5/16	408	28 5/8	10 1/4	481	26 1/16	9 1/16	414

Figura 4-27: Dimensiones generales del motorreductor seleccionado [Catálogo adjunto Anexo B]

Las dimensiones anteriores son de utilidad para estimar la longitud del carro, ya que debe ser capaz de alojar el módulo de cambio rápido, así como también el motorreductor y el gancho.

Selección de la Correa V:

En primer lugar, se debe conocer la potencia que deberá transmitir la correa. En este caso se utilizará la $N_{eq}=0,1136$ KW (0,1523 hp), ya que tiene en cuenta un factor de seguridad de 1,6. En segundo lugar se debe determinar a qué velocidad se utilizará dicha correa, en este caso se determinó 21,22 RPM.

Dado los bajos valores de potencia y velocidad a transmitir, se procede a elegir una correa “Tipo A” cuya sección se indica a continuación:

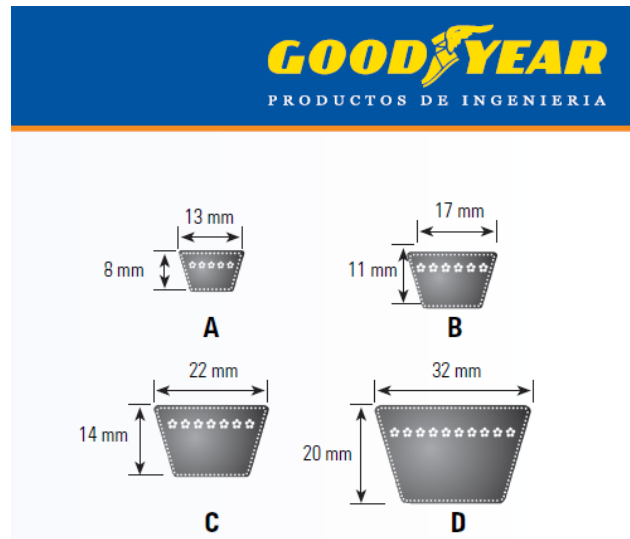


Figura 4-28: Sección de la correa V seleccionado [Catálogo Adjunto Anexo C]

Sección	Ancho Superior (mm)	Altura (mm)	Angulo (grados)
O	10	7	40
A	13	8	40
B	17	10	40
C	22	14	40
D	32	18	40
E	38	25	40

Figura 4-29: Dimensiones de correas V según tipo (Robert L. Mott, 2006)

Del libro “Diseño de Elementos de Máquina - Robert Mott” (Robert L. Mott, 2006) se obtiene la forma correcta de calcular la longitud de la correa, para poder luego obtener el N° de correa “Tipo A” adecuado para este caso:

$$L = 2C + 1,57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \quad (4.17)$$

Siendo C la distancia entre centros, D1 y D2 los diámetros de las poleas.

En este caso estas dimensiones son:

- C = 244,36mm
- D1 = D2 = 90mm

Entonces

$$L = 771.32 \text{ mm} = 30,37'' \quad (4.18)$$

Del catálogo de Good Year se selecciona el N° de correa para el largo anterior:



Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)
A20 (4L220)	22.0	A39 (4L410)	41.0	A58 (4L600)	60.0	A77 (4L790)	79.0	A96 (4L980)	98.0
A21 (4L230)	23.0	A40 (4L420)	42.0	A59 (4L610)	61.0	A78 (4L800)	80.0	A97 (4L990)	99.0
A22 (4L240)	24.0	A41 (4L430)	43.0	A60 (4L620)	62.0	A79 (4L810)	81.0	A98 (4L1000)	100.0
A23 (4L250)	25.0	A42 (4L440)	44.0	A61 (4L630)	63.0	A80 (4L820)	82.0	A100 (4L1020)	102.0
A24 (4L260)	26.0	A43 (4L450)	45.0	A62 (4L640)	64.0	A81 (4L830)	83.0	A103	105.0
A25 (4L270)	27.0	A44 (4L460)	45.0	A63 (4L650)	65.0	A82 (4L840)	84.0	A105	107.0
A26 (4L280)	28.0	A45 (4L470)	47.0	A64 (4L660)	66.0	A83 (4L850)	85.0	A110	112.0
A27 (4L290)	29.0	A46 (4L480)	48.0	A65 (4L670)	67.0	A84 (4L860)	86.0	A112	114.0
A28 (4L300)	30.0	A47 (4L490)	49.0	A66 (4L680)	68.0	A85 (4L870)	87.0	A120	122.0
A29 (4L310)	31.0	A48 (4L500)	50.0	A67 (4L690)	69.0	A86 (4L880)	88.0	A128	130.0
A30 (4L320)	32.0	A49 (4L510)	51.0	A68 (4L700)	70.0	A87 (4L890)	89.0	A133	135.0
A31 (4L330)	33.0	A50 (4L520)	52.0	A69 (4L710)	71.0	A88 (4L900)	90.0	A136	138.0
A32 (4L340)	34.0	A51 (4L530)	53.0	A70 (4L720)	72.0	A89 (4L910)	91.0	A144	146.0
A33 (4L350)	35.0	A52 (4L540)	54.0	A71 (4L730)	73.0	A90 (4L920)	92.0	A158	160.0
A34 (4L360)	36.0	A53 (4L550)	55.0	A72 (4L740)	74.0	A91 (4L930)	93.0	A173	175.0
A35 (4L370)	37.0	A54 (4L560)	56.0	A73 (4L750)	75.0	A92 (4L940)	94.0	A180	182.0
A36 (4L380)	38.0	A55 (4L570)	57.0	A74 (4L760)	76.0	A93 (4L950)	95.0		
A37 (4L390)	39.0	A56 (4L580)	58.0	A75 (4L770)	77.0	A94 (4L960)	96.0		
A38 (4L400)	40.0	A57 (4L590)	59.0	A76 (4L780)	78.0	A95 (4L970)	97.0		

Figura 4-30: Selección de correa A35 (L=37") [Catálogo adjunto en Anexo C]

Selección Cadena:

En este caso se tiene la potencia a transmitir, calculada anteriormente, $N_{eq}=0,1136$ KW (0,1523 hp). De la tabla siguiente, se obtiene que para los valores de rpm y potencia dados se necesita una cadena de paso 3/8" y un piñón de 17 dientes. Sin embargo, al tener 2 cadenas, por el diseño del equipo, estas estarán muy poco exigidas.

RPM del Piñón	Paso 3/8"					Paso 1/2" x 5/16"					Paso 5/8"				
	Veloc. Max 3900 RPM					Veloc. Max 3000 RPM					Veloc. Max 2000 RPM				
	Dientes					Dientes					Dientes				
	15	17	19	21	23	15	17	19	21	23	15	17	19	21	23
50	0.14	0.15	0.17	0.19	0.20	0.30	0.40	0.45	0.50	0.55	0.55	0.60	0.66	0.73	0.80
150	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	1	1.10	1.20	1.30	1.45	1.40	1.60	1.80	2	2.20
250	0.60	0.65	0.75	0.85	0.90	1.45	1.65	1.85	2.05	2.25	2.20	2.50	2.80	3.10	3.40
400	0.90	1	1.10	1.25	1.35	2.30	2.45	2.70	3	3.30	3.20	3.60	4.10	4.50	4.90
600	1.30	1.40	1.55	1.75	1.90	3	3.30	3.70	4.10	4.50	4.30	4.80	5.40	5.90	6.50
950	1.65	1.90	2.15	2.40	2.60	4	4.45	4.95	5.50	6	5.40	6.20	7	7.70	8.40
1500	2.25	2.50	2.80	3.10	3.40	4.80	5.40	6	6.70	7.30	6.10	6.90	7.70	8.50	9.25
2000	2.60	2.80	3.15	3.50	3.80	5	5.50	6.20	7	7.50	6.10	6.90	7.70	8.50	9.25
2500	2.70	3	3.30	3.70	4	5	5.50	6.20	7	7.50					
3000	2.70	3	3.30	3.70	4	5	5.50	6.20	7	7.50					
3500	2.70	3	3.30	3.70	4										

Figura 4-31: Selección de cadena por Potencia y RPM (Robert L. Mott, 2006)

Selección de rosca para ejes de transmisión

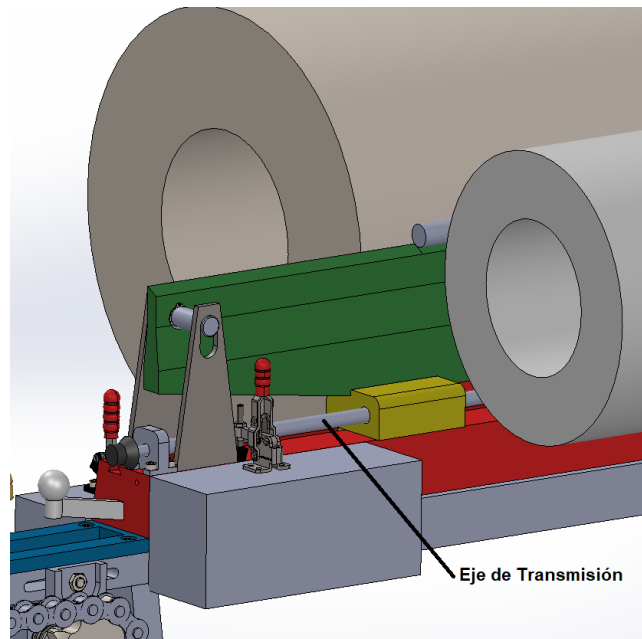


Figura 4-32: Eje de Transmisión [Elaboración Propia]

Estos ejes son los encargados de transmitir la potencia que el operador ejerce con la mano sobre el eje, a los respectivos portacuchillas, cuyo movimiento lineal, producido por el giro de los tornillos, finalmente desplaza la cuchilla verticalmente.

Dado que no es necesaria una gran precisión en la altura de la cuchilla, y dada su facilidad en la mecanización se utilizará una rosca ACME (AISI-ASME B 1.5).

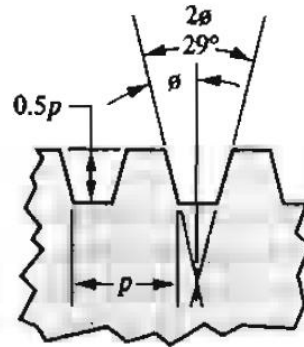


Figura 4-33: Rosca ACME características (Robert L. Mott, 2006)

Diámetro mayor nominal, D (pulg)	Roscas por pulg, n	Paso, $p = 1/n$ (pulg)	Diámetro menor mínimo, D_r (pulg)	Diámetro mínimo de paso, D_p (pulg)	Área al esfuerzo de tensión, A_t (pulg ²)	Área al esfuerzo cortante, A_s (pulg ²)
1/4	16	0.0625	0.1618	0.2043	0.026 32	0.3355
5/16	14	0.0714	0.2140	0.2614	0.044 38	0.4344
3/8	12	0.0833	0.2632	0.3161	0.065 89	0.5276
7/16	12	0.0833	0.3253	0.3783	0.097 20	0.6396
1/2	10	0.1000	0.3594	0.4306	0.1225	0.7278
5/8	8	0.1250	0.4570	0.5408	0.1955	0.9180
3/4	6	0.1667	0.5371	0.6424	0.2732	1.084
7/8	6	0.1667	0.6615	0.7663	0.4003	1.313
1	5	0.2000	0.7509	0.8726	0.5175	1.493
1 1/8	5	0.2000	0.8753	0.9967	0.6881	1.722
1 1/4	5	0.2000	0.9998	1.1210	0.8831	1.952
1 3/8	4	0.2500	1.0719	1.2188	1.030	2.110
1 1/2	4	0.2500	1.1965	1.3429	1.266	2.341
1 3/4	4	0.2500	1.4456	1.5916	1.811	2.803
2	4	0.2500	1.6948	1.8402	2.454	3.262
2 1/4	3	0.3333	1.8572	2.0450	2.982	3.610
2 1/2	3	0.3333	2.1065	2.2939	3.802	4.075
2 3/4	3	0.3333	2.3558	2.5427	4.711	4.538
3	2	0.5000	2.4326	2.7044	5.181	4.757
3 1/2	2	0.5000	2.9314	3.2026	7.388	5.700
4	2	0.5000	3.4302	3.7008	9.985	6.640
4 1/2	2	0.5000	3.9291	4.1991	12.972	7.577
5	2	0.5000	4.4281	4.6973	16.351	8.511

Figura 4-34: Dimensiones rosca seleccionada (Robert L. Mott, 2006)

Ahora bien, es necesario conocer cuál es el torque necesario que aplicar para producir el movimiento deseado, ya que de esta manera se decide qué tipo de accionamiento utilizar.

Para que los portacuchillas se desplacen linealmente al girar los ejes, cada uno de ellos deberá vencer una fuerza que tiene 2 componentes:

- La propia fricción del portacuchillas contra la base de la máquina.
- La fricción que ofrece la cuchilla al deslizarse y hacer su movimiento vertical.

Para los cálculos siguientes será necesario conocer los coeficientes de fricción aproximados entre dos piezas de acero. A continuación, se muestra una tabla obtenida del libro “Sears Semansky - Física Universitaria Young Freedman” (Sears, 2009) en el cual se muestra los coeficientes estáticos y dinámicos acero-acero, aunque en la realidad los valores pueden ser menores, ya que se trabajará con aceros con una terminación superficial pulidos a espejo, sin embargo, son una buena aproximación, ya que se estaría calculando sobre la peor situación.

Materiales	Coefficiente de fricción estática, μ_s	Coefficiente de fricción cinética, μ_k
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Latón sobre acero	0.51	0.44
Zinc sobre hierro colado	0.85	0.21
Cobre sobre hierro colado	1.05	0.29
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.40
Cobre sobre vidrio	0.68	0.53
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Teflón sobre acero	0.04	0.04
Hule sobre concreto (seco)	1.0	0.8
Hule en concreto (húmedo)	0.30	0.25

Figura 4-35: Coeficientes de Fricción Estáticos y Dinámicos (o cinético) (Sears, 2009).

De la figura anterior $\mu_e=0,74$; $\mu_d=0,57$.

Fuerza de fricción Portacuchillas - Base Máquina:

La fuerza normal será igual al peso del portacuchilla, calculado anteriormente ($P = 2 \text{ Kgf}$).

En el inicio:

$$F_o = N \times \mu_e = 2 \text{ Kgf} \times 0,74 = 1,48 \text{ Kgf} \quad (4.19)$$

En movimiento:

$$F = N \times \mu_d = 2 \text{ Kgf} \times 0,57 = 1,14 \text{ Kgf} \quad (4.20)$$

Fuerza de fricción Portacuchillas - Cuchilla:

En este caso la fuerza de fricción estará afectada por el coseno del ángulo de inclinación de los planos deslizantes, ya que solo nos interesa la componente horizontal de la fuerza de roce. La fuerza normal será igual a la mitad del peso de la cuchilla, calculado anteriormente, por lo tanto, será 10,25Kg.

En el inicio:

$$F_o = N \times \mu_e \times \cos(8^\circ) = 10,25 \text{ Kgf} \times 0,74 \times \cos(8^\circ) = 7,51 \text{ Kgf} \quad (4.21)$$

En movimiento:

$$F = N \times \mu_e \times \cos(8^\circ) = 10,25 \text{ Kgf} \times 0,57 \times \cos(8^\circ) = 5,79 \text{ Kgf} \quad (4.22)$$

Entonces, en total la fuerza a desplazar por la rosca del tornillo es:

$$F_{o \text{ TOTAL}} = 2 \times (1,48 \text{ Kg} + 7,51 \text{ Kg}) = 17,98 \text{ Kgf} = 176,2 \text{ N} \quad (4.23)$$

$$F_{\text{TOTAL}} = 2 \times (1,14 \text{ Kg} + 5,79 \text{ Kg}) = 13,86 \text{ Kgf} = 135,83 \text{ N} \quad (4.24)$$

El 2 multiplicando al principio de cada expresión es porque se tienen 2 portacuchillas, y las fuerzas anteriores fueron calculadas de forma individual.

Las 2 fuerzas anteriores servirán para calcular el torque necesario para mover la carga. Según el libro “Diseño de Elementos de Máquina – Robert Mott” (Robert L. Mott, 2006) dicho torque se calcula de la siguiente manera para una rosca tipo ACME:

$$T = \frac{F \times D_p}{2} \left[\frac{\cos \phi \times \tan \lambda + f}{\cos \phi - f \times \tan \lambda} \right] \quad (4.25)$$

Donde F es la fuerza a desplazar (calculada anteriormente), Dp es el diámetro primitivo, que se obtiene de la tabla de la Figura 4-34 [Elaboración Propia] y es igual a 10,93 mm, el ángulo phi que es 14,5°, como se observa en la figura mencionada, y el ángulo lambda es el ángulo de avance que para los valores de la tabla de la figura mencionada puede variar entre 1,95° y 5,57°, en este caso se adopta 3°.

Reemplazando:

$$T = 0,19 Kgf\cdot m = 1,9 Nm \text{ (Al inicio)} \quad (4.26)$$

$$T = 0,12 Kgf\cdot m = 1,14 Nm \text{ (En movimiento)} \quad (4.27)$$

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La solución elegida y desarrollada aporta satisfactoriamente flexibilidad a las Maquinas Rectificadoras sin Centro, por fuera de las soluciones actualmente disponibles, lo cual era el principal objetivo de este trabajo.

Por supuesto, el mecanismo diseñado, tiene limitaciones, ya que, el mismo apunta a brindar solución a la flexibilidad en regulación de estas máquinas exclusivamente cuando se trata de piezas cilíndricas de entre 16 y 22 mm de diámetro, por lo cual no es una solución aplicable a cualquier uso, que por cierto es muy amplio.

En cuanto a la rapidez de las puestas a punto, se considera que se alcanzaron los propósitos específicos de poder desarrollar un sistema capaz de cambiar de pieza productiva sin detener la línea por más de 1 minuto, siendo que el sistema de extracción / introducción de módulos, tiene un accionamiento diseñado de tal manera de realizar dicha operación en un tiempo de 10 segundos. Por lo cual solo tomaría 10 segundos en extraer el módulo viejo y otros 10 segundos en introducir en nuevo, quedando 40 segundos para manipular el carro y para accionar los sujetadores rápidos, lo cual es más que suficiente.

Respecto de las tolerancias dimensionales y geométricas finales de las piezas productivas, mencionadas en los propósitos específicos, se tomaron los recaudos necesarios en el diseño de la cuchilla para evitar que la deformación elástica de la misma durante el proceso de rectificado no afecte de manera significativa en las dimensiones y geometrías finales de las piezas.

Desde una visión más global de la solución desarrollada, se considera que la misma es completamente compatible con la dinámica típica de la organización y logística de una planta industrial de las características mencionadas, ya que los módulos son un tipo de regulación discreta, que pueden ser fácilmente regulados con anticipación, según la programación de la producción que pueda hacer el área encargada de definir estas cuestiones.

Aportar a la flexibilidad de una máquina, es aportar a la productividad de la planta industrial de la que es parte, ya que de esta manera se minimizan los tiempos improductivos, y finalmente la cantidad de tiempo que se tarda en fabricar 1 sola pieza. Dicho de otra manera, se podrán fabricar más piezas por unidad de tiempo, lo cual repercute en un beneficio económico.

Finalmente, como acotación final, es interesante observar que las Maquinas Rectificadoras Sin Centro son máquinas que no fueron concebidas tanto desde su diseño inicial como en su evolución a lo largo de la historia como máquinas flexibles en sí mismas, siendo que cumplen un papel crucial en una vasta cantidad de procesos industriales, por lo cual, aportar en dicha materia resulta sumamente enriquecedor.

Recomendaciones

Este proyecto se centró en la variable de regulación más importante y conflictiva de llevar a cabo, sin embargo, existen otras variables interesantes de optimizar/flexibilizar en su regulación:

- Angulo superior de la cuchilla
- Angulo de la rueda reguladora
- Regulación de las guías de entrada y salida
- Entre otros

También, sería interesante buscar la automatización de estas regulaciones, de manera tal de minimizar los tiempos improductivos, aportando a la productividad de los procesos.

Finalmente, es importante hacer una mención especial sobre una mirada desde la seguridad que futuros trabajos podrían tener a la hora de realizar diseños y desarrollos en esta materia, ya que se considera primordial adaptar los diseños a los estándares de seguridad e higiene que permiten una correcta operación de estas máquinas.

Bibliografía

- *BOHLER*. (21 de Febrero de 2023). Obtenido de <https://www.acerosboehler.com.ar/es/products/m200/>
- *Flinemetalworking*. (21 de Febrero de 2023). Obtenido de <https://finemetalworking.com/centerless-grinding>
- G.S.Pisarenko. (1975). *Manual de Resistencia de Materiales*. URSS: Editorial Mir.
- Hashimoto, F. (2017). Model Development for Optimum Setup Conditions.
- Hashimoto, F. (21 September 2017). Model Development for Optimum Setup Conditions.
- Hibbeler, R. C. (2011). *Mecánica de Materiales*. Pearson.
- Ioan D. Marinescu, M. H. (2007). *Handbook of Machining with Grinding Wheels*. CRC Press.
- Marija Glisic, B. V. (August 2021). A Reusable Unit Process Life Cycle Inventory Model for Infeed Centerless Grinding.
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de Elementos de Máquina*. Pearson.
- Sears, Z. (2009). *Física Universitaria*. Pearson.
- *TEKNOMAQ*. (21 de Febrero de 2022). Obtenido de <https://teknomaq.mx/rectificadoras-sin-centros.html>

ANEXO

Anexo A: Plano Vástago

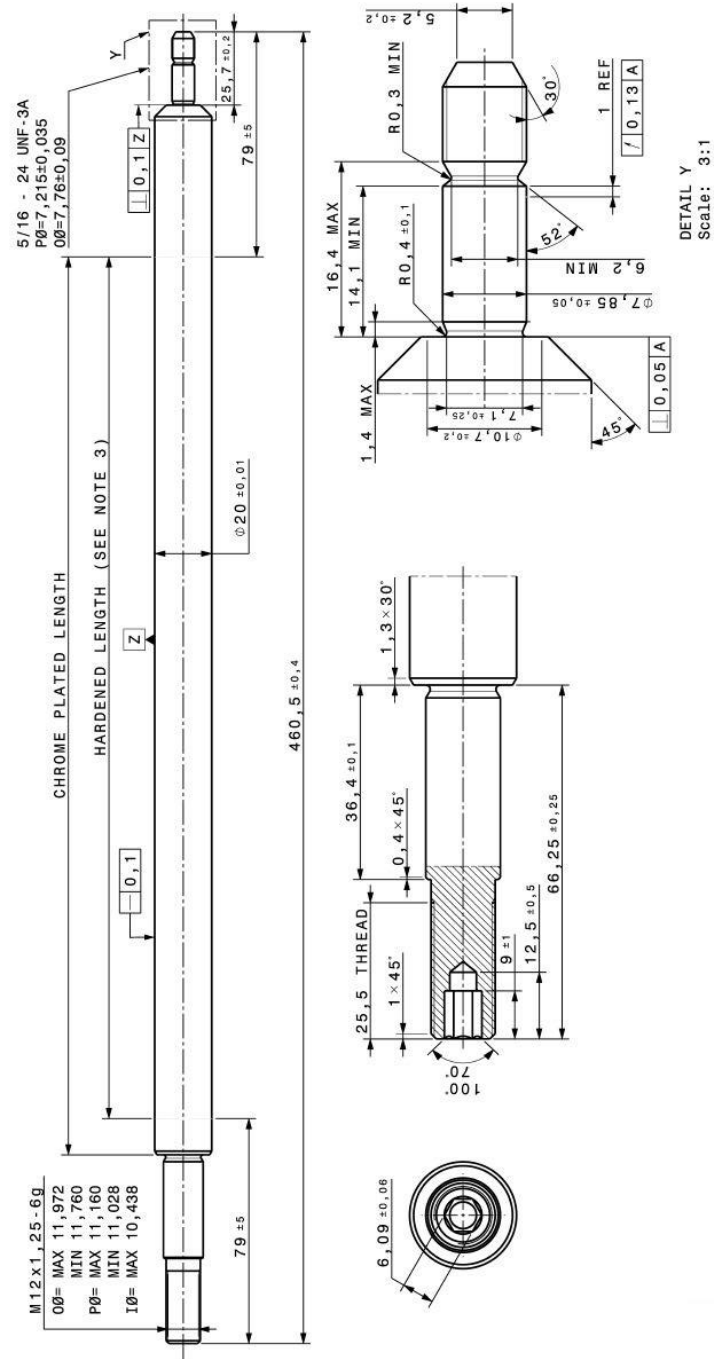


Figura A-1: Plano de Vástago diámetro 20 [Fuente Fric Rot SAIC]

Anexo B: Catálogo Lentax Motorreductores Compactos a Engranajes



SELECCIÓN DEL REDUCTOR

Debido a la diversidad de aplicaciones y condiciones de trabajo, a las cuales puede ser sometido un reductor perteneciente a una línea standard, los fabricantes dan las potencias transmisibles para determinadas condiciones de servicio (Carga uniforme, 8/10 hs. de servicio y accionamiento con motor eléctrico). Recomendamos seguir cuidadosamente los pasos que se detallan, para así poder lograr una correcta prestación del equipo seleccionado y ante cualquier duda consultar a la fábrica.

PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia absorbida (Nabs).
- 2) Calcular la potencia de entrada (Ne).
- 3) Determinar el factor de Servicio (Fs).
- 4) Calcular la potencia de entrada equivalente
 $Neq = Ne \cdot fs$
- 5) Calcular la relación ($i = ne/ns$).
- 6) Preseleccionar un modelo.
- 7) Comprobar que $N_{nominal} \geq Neq$.
- 8) Controlar la potencia de arranque
($N_{arr} \geq 2,5 \cdot N_{nominal}$)
- 9) Controlar las cargas radiales.

POTENCIA ABSORBIDA

Es la potencia teórica necesaria para el accionamiento. Dicho valor calculado y suministrado por el cliente, no debe incluir adicionales por condiciones de servicio.

POTENCIA DE ENTRADA

Esta potencia debe ser referida al eje de entrada afectando la Potencia Absorbida por el rendimiento del reductor. (98.5% por cada etapa).

FACTOR DE SERVICIO

En las tablas adjuntas, (ver pags. 9 10 11 y 12) se detallan los factores de servicio correspondientes a la máquina accionada, tipo de motor de accionamiento y cantidad de arranques por hora.

POTENCIA DE ARRANQUE

Los reductores de esta serie, están calculados para resistir potencias de arranque y sobrecargas instantáneas de hasta 2,5 veces la potencia nominal. Cuando este valor sea superado, será necesario consultar a nuestro departamento técnico.

SELECCIÓN DEL MOTOREDUCTOR

La potencia del motor (Nm) multiplicada por el factor de seguridad del equipo (Fz) debe ser igual o mayor que la potencia equivalente. ($Nabs.Fs/rend$).

SPEED REDUCER SELECTION

Due to the diversity of applications and working conditions that a speed reducer can be subjected to, manufacturers of speed reducers generally state the transmissible capacity for specific conditions of service. As an example, 8-10 hours a day, uniform load, and coupled to an electric motor. When choosing your speed reducer requirements, take into consideration the actual service conditions and compare them to the figures shown on the tables.

HOW TO SELECT

- 1) Calculate the necessary Power (Nabs).
- 2) Calculate the Input Power (Ne).
- 3) Calculate the service factor (Fs).
- 4) Calculate the equivalent Input Power.
($Neq = Fs \cdot Ne$).
- 5) Calculate the ratio ($i = ne/ns$).
- 6) Preselect a model.
- 7) Verify that ($N_{nominal} > Neq$).
- 8) Determine the required starting capacity.
($N_{str} < 2.5 \cdot N_{nom}$).
- 9) Determine the radial load

NECESSARY POWER

This is the theoretical power required for proper operation not taking into account any additional service conditions, this should be calculated in relation to the input shaft.

INPUT POWER

This is the necessary power increased by the reducer efficiency.
 $Ne = Nabs / \text{efficiency}$

SERVICE FACTOR

Refer to the following tables and select the type of example that is comparable to your specific application. (If unsure, contact your closest Lentax representative for assistance).

STARTING CAPACITY

Lentax helical gear speed reducers have been designed to withstand up to 2.5 times normal load capacities on startup. Should your start up loads be greater, please check with the factory.

GEARMOTOR SELECTION

Must verify that:
 $N_{motor} \cdot Fz > Neq$
 N_{motor} = Motor power
 Fz = Safety factor of gearmotor.

SELECCION DEL MOTOREDUCTOR

La selección se efectúa mediante el Listado de Potencias, velocidades y momentos útiles (pgs. 16...27) debiendo verificarse que el Factor de Seguridad del equipo sea mayor ó igual que el Factor de Servicio.

$$F_z > F_s$$

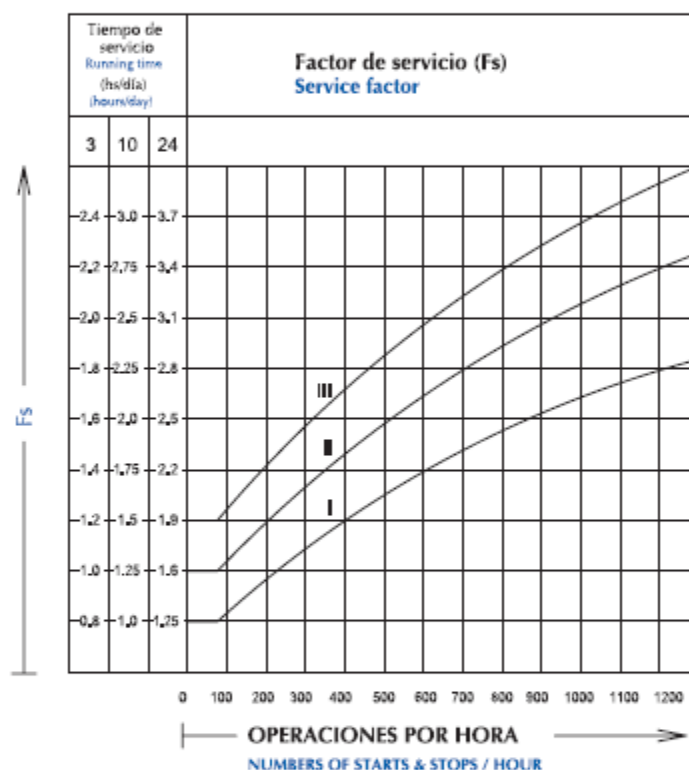
El Factor de servicio (F_s) depende del tiempo de servicio y las características de la carga, pudiendo determinarse del siguiente gráfico:

GEARMOTOR SELECTION

To select the appropriate gear unit consult the Selection Tables (pages 16...27), and must verify that the Safety Factor is equal or greater than the Service Factor.

$$F_z > F_s$$

Service Factor (F_s) depends on the running time and the load classification. It can be determined from the diagram below:



CARACTERISTICAS DE LA CARGA

LOAD CLASSIFICATION

- | | |
|-----|---|
| I | REGULAR: Pequeñas masas para acelerar sin sobrecargas |
| I | UNIFORM LOAD: Small mass to accelerate, without overloads. |
| II | IRREGULAR: Medianas masas para acelerar sobrecargas medianas |
| II | MODERATE SHOCK LOAD: Medium mass to accelerate, moderate overloads. |
| III | IRREGULAR: Grandes masas para acelerar fuertes sobrecargas |
| III | HEAVY SHOCK LOAD: Large mass to accelerate, heavy overloads. |

En las pags. 9, 10, 11, y 12 se ofrecen ejemplos típicos de aplicaciones y sus respectivos factores de servicio orientativos.

Please see pages. 9, 10, 11, and 12 in order to help you to determinate the Service Factor.

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR fs fs FACTOR hs. de Servicio Service hrs. 8 16 24			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
EXCAVADORAS Y DRAGAS				DREDGERS
Excavadoras de cangilones (cadena fija)	1,65	1,8	1,8	Bucket excavator
Excavadoras de cangilones (cadena suelta)	1,5	1,6	1,6	Trench machine
Traslación por orugas	1,65	1,8	1,8	Travelling gear (caterpillar)
Traslación por rieles	1,5	1,6	1,6	Travelling gear (rails)
Bombas de aspiración	1,4	1,5	1,6	Suction pumps
Apiladoras de cangilones	1,4	1,5	1,6	Bucket loader
Ruedas de cangilones	1,65	1,8	1,8	Bucket wheels
Cabezales de corte	1,65	1,8	1,8	Cutter heads
Dispositivo de viraje	1,65	1,8	1,8	Manoeuvring winches
TRITURACION Y MOLIENDA (cemento-cal-yeso)				STONE AND CLAY WORKING MACHINES
Trituradoras de mandíbulas	1,65	1,8	1,8	Jaw crushers
Trituradoras de cono	1,65	1,8	1,8	Cone crushers
Trituradoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Gyratory crushers
Quebrantadoras rotativas	1,65	1,8	1,8	Rotary breakers
Hornos rotativos	1,8	2	2	Rotary ovens
Sopladores	1,4	1,5	1,5	Blowers
Zarandas vibratorias	1,5	1,6	1,6	Vibrating screens
Molinos de martillos	1,8	2	2	Hammer mills
Molinos de bolas	1,65	1,8	1,8	Ball mills
Molinos de percusión	1,9	2,1	2,1	Beater mills
Molinos tubulares	1,8	2	2	Tube mills
Machacadoras	1,8	2	2	Breakers
MAQUINAS PARA EL CAUCHO				RUBBER MACHINERY
Calandras	1,5	1,6	1,6	Calenders
Amasadoras	1,65	1,8	1,8	Pugmills
Extrusoras	1,65	1,8	1,8	Extruders
Laminadoras	1,65	1,8	1,8	Rolling mills
Mezcladoras	1,5	1,6	1,6	Mixers
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
VENTILADORES - SOPLADORES				BLOWERS - VENTILATORS
Ventiladores (axiales y radiales)	1	1,2	1,4	Blowers (axial and radial)
Turboventiladores	1	1,2	1,4	Turbo blowers
Sopladores rotativos a pistón	1,2	1,4	1,5	Rotary piston blowers
Ventiladores de torres de enfriamiento	1,5	1,6	1,6	Cooling tower fans
Ventiladores de Aspiración	1	1,3	1,5	Induced draught fans
ALIMENTACION Y AZUCAR				FOOD INDUSTRY MACHINERY
Amasadoras	1,5	1,6	1,7	Kneading machines
Cortadoras de caña de azúcar	1,6	1,7	1,8	Cane knives
Desmenuzadoras de remolacha	1,5	1,6	1,7	Sugar beet cutters
Lavadoras de remolacha	1,4	1,5	1,6	Sugar beet washing machines
Llenadoras de botellas	1,15	1,4	1,5	Bottling and container filling
Machacadoras de caña de azúcar	1,5	1,6	1,7	Cane crushers
Máquinas empaquetadoras	1,15	1,4	1,5	Packaging machines
Molinos para caña de azúcar	1,65	1,8	1,8	Cane mills
Recipientes para macerar	1,5	1,6	1,7	Mash tubes, crystallizers
BOMBAS				PUMPS
Bombas centrífugas (líquidos)	1,2	1,3	1,4	Centrifugal pumps (light-liquids)
Bombas centrífugas (semilíquidos)	1,3	1,4	1,5	Centrifugal pumps (semi-liquids)
Bombas de émbolo (U 1 : 100-200)	1,6	1,8	1,8	Piston pumps
Bombas de émbolo (U < 100)	1,8	1,8	2	Plunger pumps
Bombas de presión	1,6	1,8	1,8	Pressure pumps
SIDERURGIA Y LAMINACION				METAL ROLLING MILLS
Sopladores de Alto horno	1,4	1,4	1,4	Cooling beds
Mando de Convertidores basculantes	1,8	1,8	1,8	Continuous casting plant
Cargadores inclinados de alto horno	1,8	1,8	1,8	Manipulators
Rodillos de transporte (uso pesado)	1,65	1,8	1,8	Roller tables (heavy)
Rodillos de transporte (uso liviano)	1,5	1,6	1,6	Roller tables (light)
Ajuste de Cilindros	1,5	1,6	1,6	Roller adjustment drives
Arrastradores transversales	1,5	1,6	1,6	Cross transfers
Cizallas	1,65	1,8	1,8	Trimming shears
Empujadores de lingotes	1,65	1,8	1,8	Ingot pushers
Enderezadores de rodillos	1,5	1,6	1,6	Roller straighteners
Enrolladores (chapa o alambre)	1,5	1,6	1,6	Winding machines (strip and wire)
Laminadores (chapa fina o gruesa)	1,65	1,8	1,6	Heavy and medium plate mills
Laminadores de palanquilla	1,65	1,8	1,8	Ingot and blooming mills
Laminadores en frío	1,65	1,8	1,8	Cold rolling mills
Máquinas para soldar tubos	1,65	1,8	1,8	Tube welding machine
Tijeras de palanquilla	1,65	1,8	1,8	Billet shears
Tijeras de rebordar	1,5	1,6	1,6	Cropping shears
Mecanismos de desplazamiento	1,65	1,8	1,8	Chain transfers
Transportadores de palanquilla	1,65	1,8	1,8	Ingot handling machinery
Trefiladoras	1,5	1,6	1,6	Wire drawing benches
Trituradores de Escoria	1,65	1,8	1,8	Sheet mills, descaling machines
Volteadoras de chapa	1,5	1,6	1,6	Plate tilters
Enderezadora y Cortadora Continua	1,5	1,6	1,6	Plate shears

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs. 8 16 24			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
MAQUINAS PARA PLASTICOS				PLASTIC INDUSTRY MACHINERY
Calandras	1,5	1,6	1,6	Calenders
Extrusoras	1,65	1,8	1,8	Extruders
Desmenuzadoras	1,5	1,6	1,6	Crushers
Mezcladoras	1,65	1,8	1,8	Mixers
MAQUINAS PARA TRABAJAR METALES				METAL WORKING MACHINE
Máquinas dobladoras	1,5	1,6	1,6	Sheet metal bending machines
Enderezadoras de chapas	1,65	1,8	1,8	Plate straightening machines
Balancines	1,65	1,8	1,8	Punch presses
Cizallas	1,5	1,6	1,6	Shears
Prensas de forja	1,65	1,8	1,8	Forging presses
Prensas de estampado	1,65	1,8	1,8	Stamping presses
Mandos principales de máquinas herramientas	1,5	1,6	1,6	Machine tools, main drives.
Mandos secundarios de máquinas herramientas	1,15	1,4	1,5	Machine tools, auxiliary drives.
Cepillos	1,65	1,8	1,8	Metal planing machines
GRUAS				CRANES
Mecanismo de elevación	1,3	1,5	1,6	Luffing gear
Mecanismo de Giro	1,5	1,6	1,6	Bull gear
Mecanismo de Traslación	1,65	1,8	1,8	Travelling gear
Mando de Pluma articulada	1,5	1,6	1,6	Derricking jib gear
INDUSTRIA ACEITERA				OIL INDUSTRY
Filtros Prensa	1,5	1,6	1,6	Filter press
Bombas de línea	1,5	1,6	1,6	Pipeline pumps
Bombas de barrido	1,5	1,6	1,6	Scavenge pump
MAQUINAS PARA LA INDUSTRIA DEL PAPEL				PAPER MACHINES
Calandras	1,4	1,5	1,6	Calenders
Cilindros laminadores	1,65	1,8	1,8	Glazing cylinders
Cilindros secadores	1,65	1,8	1,8	Drying cylinders
Desfibradores de madera	1,65	1,8	1,8	Shredders
Deshilachadoras	1,65	1,8	1,8	Pulpers
Lisas	1,65	1,8	1,8	Couches
Molinos de pasta	1,5	1,6	1,6	Pulp grinders
Prensas de deshidratación	1,65	1,8	1,8	Suction rolls
Prensas de vacío	1,65	1,8	1,8	Suction presses
Prensas húmedas	1,65	1,8	1,8	Wet presses
Encoladoras	1,8	2	2	Gluing machines
PRESAS				PRESSES
Prensas para plegado	1,65	1,8	1,8	Bending presses
Prensas para briquetas	1,65	1,8	1,8	Briquetting press
Prensas excéntricas	1,65	1,8	1,8	Cam presses
Prensas para forja	1,65	1,8	1,8	Forge presses
Prensas para ladrillos	1,65	1,8	1,8	Brick presses

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
MAQUINAS PARA INDUSTRIA TEXTIL				TEXTILE MACHINES
Máquinas bobinadoras	1,15	1,4	1,5	Batchers
Máquinas de tinte y estampado	1,3	1,4	1,5	Printing and dyeing machines
Máquinas secadoras	1,3	1,4	1,5	Willows
Tinas para curtido	1,3	1,4	1,6	Tanning vats
Máquinas cortadoras	1,3	1,4	1,5	Cutters
Telares	1,15	1,4	1,5	Looms
COMPRESORES				COMPRESSORS
Compresores de émbolo (U 1 : 100-200)	1,6	1,7	1,8	Piston compressors (U1 : 100-200)
Compresores de émbolo (U < 100)	1,7	1,8	2	Piston compressors (U < 100)
Turbo compresores	1,6	1,7	1,8	Turbo compressors
TRATAMIENTO DE AGUAS				WATER TREATMENT
Aireadores	1,5	1,5	1,5	Aerators
Tornillo de Arquímedes	1,15	1,4	1,5	Screw pumps
PETROLEO (EXPLOTACION Y TRANSPORTE)				PETROLEUM INDUSTRY
Bombas de oleoductos	1,4	1,5	1,6	Pipeline pumps
Instalaciones de perforación	1,65	1,8	1,8	Rotary drilling equipment
MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION				BUILDING MACHINERY
Elevadores de carga	1,5	1,6	1,7	Hoists
Mezcladoras de hormigón	1,6	1,7	1,8	Concrete mixers
Transportadores	1,4	1,5	1,6	Road construction machinery
INDUSTRIA QUIMICA				CHEMICAL INDUSTRY
Agitadores (livianos - baja densidad)	1,15	1,4	1,5	Agitators (liquid material)
Agitadores (pesados - alta densidad)	1,3	1,5	1,7	Agitators (semi-liquid material)
Centrifugas (uso liviano)	1,15	1,4	1,5	Centrifuges (heavy)
Centrifugas (uso pesado)	1,3	1,5	1,7	Centrifuges (light)
Mezcladoras	1,5	1,6	1,6	Mixers
Tambores de refrigeración	1,5	1,6	1,6	Cooling drums
Tambores secadores	1,5	1,6	1,6	Drying drums
MAQUINAS PARA LA INDUSTRIA MADERERA				WOOD WORKING MACHINES
Cepillos	1,5	1,6	1,6	Planing machines
Descortezadores	1,65	1,8	1,8	Barkers
Sierras Alternativas	1,65	1,8	1,8	Saw frames
Ensambladoras	1,2	1,3	1,4	Wood working machine
GENERADORES -CONVERTIDORES				GENERATORS - TRANSFORMERS
Convertidores de frecuencia	1,65	1,8	1,8	Frequency transformers
Generadores	1,15	1,4	1,5	Generators
Generadores para soldaduras	1,6	1,7	1,8	Welding generators

CARGAS RADIALES

Normalmente se recomienda acoplar los reductores de potencias medias y grandes, directamente con manchones elásticos. Cuando ello no sea posible, solicitamos consultarnos, indicándonos el valor, punto de aplicación y orientación de dichas cargas.

CALCULO DE LA CARGA RADIAL

La carga radial provocada por un elemento de transmisión puede calcularse con:

$$Pr = \frac{M \cdot k \cdot k1 \cdot f}{10 Dp/2} \quad [\text{da N}]$$

M= Momento torsor necesario en el eje de salida (Nm)

Dp= Diámetro primitivo del elemento de reducción aplicado en el eje de salida (m).

k= Constante según el tipo de reducción.

- k= 1.0 engranajes
- k= 1.4 piñón y cadena
- k= 1.8 correas en V
- k= 2.2 correas planas

k1= Constante según el tipo de construcción.

- k1= 1.0 en equipo standard
- k1= 0.7 en equipo con trompa para agitador.(RLU)

f = factor de corrección para el caso de carga aplicada fuera del centro del extremo de eje standard.

Siendo $f = 1 + \frac{e}{L}$

Donde:

e = distancia del punto de aplicación al centro del eje (m).

L = ver tabla en pag. 14



En todo caso deberá verificarse que:

$$Pr < P_{adm}$$

Caso contrario, deberá incrementarse el diámetro del elemento de transmisión o adoptarse una caja reductora de mayor capacidad. En casos de servicios severos rogamos consultarnos.

RADIAL LOADS

We normally recommend that medium to high H.P. speed reducers be connected to the driven machine by means of flexible coupling. When the use of couplings is not possible, please consult the factory providing us with details of the application and the orientation that the shafts will have to each other.

CALCULATION OF RADIAL LOADS

The radial load can be calculated using the following formula:

$$Pr = \frac{M \cdot k \cdot k1 \cdot f}{Dp/2} \quad [\text{lb}]$$

M= Output torque (lb-inch).

Dp= Pitch diameter of driven pulley, gear, pinion. (inch)

k= Load connection factor.

- k= 1.0 gear
- k= 1.4 sprocket-wheel chain.
- k= 1.8 V-belt
- k= 2.2 Flat belt

k1= building factor

- k1= 1.0 in standard unit
- k1= 0.7 in agitator unit (RLU)

f = load location factor

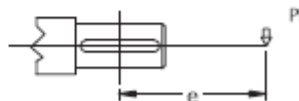
To determinate the load location factor apply the following formula.

$$f = 1 + \frac{e}{L}$$

Where:

e = distance from center line of load to midpoint of output shaft.

L = see table on page 14



Each case must verify that:

$$Pr < P_{adm}$$

Otherwise, the pitch diameter of driven pulley should be increased, or choose the next size up speed reducer. Anyway, on heavy duty service, check with our technical support.

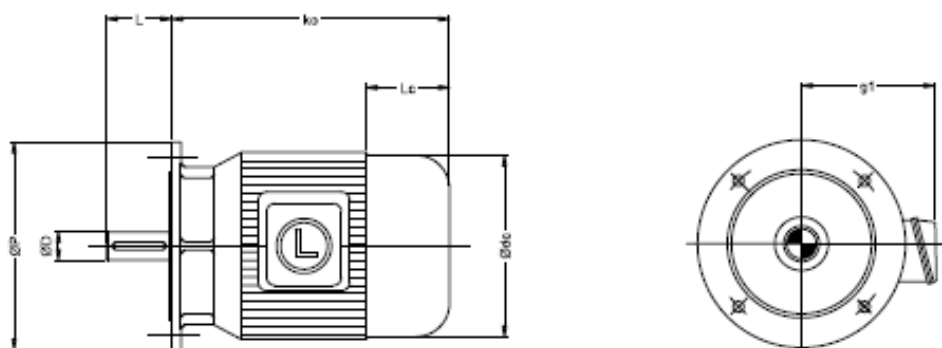
Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad (fz)	Momento Útil (Nm)	Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad (fz)	Momento Útil (Nm)
0.07	0.10	1380	1.30	1059.15	F2FR	0.10	3.30	517					
		1.30	1075.31	F1FR	0.10	1.80	525						
		1.60	838.27	F1FR	0.10	2.30	409						
		2.00	676.09	F1FR	0.10	2.90	330						
		2.40	569.92	F1FR	0.10	3.40	278						
		1.40	1016.57	F0FR	0.10	1.30	496						
		1.70	792.48	F0FR	0.10	1.70	387						
		2.20	639.15	F0FR	0.10	2.00	312						
		2.60	527.64	F0FR	0.10	2.50	257						
		3.00	462.19	F0FR	0.10	2.80	225						
		3.70	372.77	F0FR	0.10	3.50	182						
		3.60	178.59	F0T3	0.10 / 8	3.60	188						
		3.90	164.57	F0T3	0.10 / 8	4.00	173						
		2.40	570.88	F00FR	0.10	1.10	279						
		3.00	462.25	F00FR	0.10	1.30	226						
		3.50	395.59	F00FR	0.10	1.50	193						
		3.80	360.35	F00FR	0.10	1.70	176						
		4.10	336.11	F00FR	0.10	1.80	164						
		4.70	290.63	F00FR	0.10	2.10	142						
		5.8	239.93	F00FR	0.10	2.50	117						
		6.9	201.39	F00FR	0.10	3.00	98						
		8.1	171.11	F00FR	0.10	3.50	83						
		9.4	146.69	F00FR	0.10	4.10	72						
		3.7	175.46	F00T3	0.10 / 8	1.50	185						
		4.1	159.51	F00T3	0.10 / 8	1.70	168						
		4.9	132.81	F00T3	0.10 / 8	1.95	140						
		5.3	123.62	F00T3	0.10 / 8	2.15	130						
		6.6	99.06	F00T3	0.10 / 8	2.70	104						
		7.0	92.78	F00T3	0.10 / 8	2.90	98						
		8.0	81.21	F00T3	0.10 / 8	3.30	85						
		9.0	71.91	F00T3	0.10 / 8	3.70	76						
		5.2	175.46	F00T3	0.10 / 6	2.00	132						
		5.7	159.51	F00T3	0.10 / 6	2.25	120						
		6.9	132.81	F00T3	0.10 / 6	2.60	100						
		7.4	123.62	F00T3	0.10 / 6	2.85	93						
		9.2	99.06	F00T3	0.10 / 6	3.60	74						
		9.8	92.78	F00T3	0.10 / 6	3.85	70						
		7.9	175.46	F00T3	0.10	3.00	87						
		8.7	159.51	F00T3	0.10	3.40	79						
		10.4	132.81	F00T3	0.10	3.90	66						
		11.2	123.62	F00T3	0.10	4.30	61						
		13.9	99.06	F00T3	0.10	5.40	49						
		14.9	92.78	F00T3	0.10	5.80	46						
		17.0	81.21	F00T3	0.10	6.60	40						
		19.2	71.91	F00T3	0.10	7.40	36						
		22.5	61.47	F00T3	0.10	8.30	30						
		24.2	56.97	F00T3	0.10	9.40	28						
		27.0	51.19	F00T3	0.10	10.00	25						
		32.0	43.62	F00T3	0.10	12.40	22						
		35.0	39.34	F00T3	0.10	13.60	19						
		42.0	33.14	F00T3	0.10	16.10	16						
		46.0	29.78	F00T3	0.10	18.20	15						
		49.0	28.13	F00T3	0.10	19.00	14						
		55.0	25.08	F00T3	0.10	21.30	12						
		65.0	21.30	F00T3	0.10	23.90	11						
		61.0	22.64	F00T2	0.10	23.10	11						
		75.0	18.29	F00T2	0.10	28.90	9						
		91.0	15.13	F00T2	0.10	34.60	8						
		95.0	14.46	F00T2	0.10	30.40	7						
		108.0	12.73	F00T2	0.10	39.20	6						
		115.0	11.96	F00T2	0.10	35.30	6						
		127.0	10.84	F00T2	0.10	43.00	5						
		137.0	10.06	F00T2	0.10	39.20	5						
		148.0	9.32	F00T2	0.10	48.10	5						
		161.0	8.57	F00T2	0.10	43.00	4						
		187.0	7.36	F00T2	0.10	48.10	4						
0.09	0.13	1380	1.30	1059.15	F2FR	0.13	2.65	646					
		1.70	825.67	F2FR	0.13	3.35	504						
		1.30	1075.31	F1FR	0.13	1.45	656						
		1.60	838.27	F1FR	0.13	1.85	511						
		2.00	676.09	F1FR	0.13	2.30	412						
		2.40	569.92	F1FR	0.13	2.70	348						
		2.90	468.49	F1FR	0.13	3.35	286						
		3.10	444.28	F1FR	0.13	3.50	271						
		3.50	398.05	F1FR	0.13	3.90	243						
		3.40	188.91	F1T3	0.13 / 8	4.00	248						
		1.40	1016.57	F0FR	0.13	1.05	620						
		1.70	792.48	F0FR	0.13	1.35	483						
		2.20	639.15	F0FR	0.13	1.60	390						
		2.60	527.64	F0FR	0.13	2.00	322						
		3.00	462.19	F0FR	0.13	2.25	282						
		3.70	372.77	F0FR	0.13	2.80	227						
		4.50	307.73	F0FR	0.13	3.45	188						
		3.60	178.59	F0T3	0.13 / 8	2.90	235						
		3.90	164.57	F0T3	0.13 / 8	3.20	216						
		4.7	139.66	F0T3	0.13 / 8	3.70	184						
		5.1	178.59	F0T3	0.13 / 6	3.85	168						
		3.0	462.25	F00FR	0.13	1.05	282						
		3.5	395.59	F00FR	0.13	1.20	241						
		3.8	360.35	F00FR	0.13	1.35	220						
		4.1	336.11	F00FR	0.13	1.45	205						
		4.7	290.63	F00FR	0.13	1.70	177						
		5.8	239.93	F00FR	0.13	2.00	146						
		6.9	201.39	F00FR	0.13	2.40	123						
		8.1	171.11	F00FR	0.13	2.80	104						
		9.4	146.69	F00FR	0.13	3.30	89						
		3.7	175.46	F00T3	0.13 / 8	1.20	231						
		4.1	159.51	F00T3	0.13 / 8	1.35	210						
		4.9	132.81	F00T3	0.13 / 8	1.55	175						
		5.3	123.62	F00T3	0.13 / 8	1.70	163						
		6.6	99.06	F00T3	0.13 / 8	2.15	130						
		7.0	92.78	F00T3	0.13 / 8	2.30	122						
		8.0	81.21	F00T3	0.13 / 8	2.65	107						
		9.0	71.91	F00T3	0.13 / 8	2.95	95						
		5.2	175.46	F00T3	0.13 / 6	1.60	165						
		5.7	159.51	F00T3	0.13 / 6	1.80	150						
		6.9	132.81	F00T3	0.13 / 6	2.10	125						
		7.4	123.62	F00T3	0.13 / 6	2.30	116						
		9.2	99.06	F00T3	0.13 / 6	2.90	93						
		9.8	92.78	F00T3	0.13 / 6	3.10	87						
		7.9	175.46	F00T3	0.13	2.40	109						
		8.7	159.51	F00T3	0.13	2.70	99						
		10.4	132.81	F00T3	0.13	3.10	82						
		11.2	123.62	F00T3	0.13	3.45	77						
		13.9	99.06	F00T3	0.13	4.30	61						
		14.9	92.78	F00T3	0.13	4.65	57						
		17.0	81.21	F00T3	0.13	5.30	50						
		19.2	71.91	F00T3	0.13	5.90	45						
		22.5	61.47	F00T3	0.13	6.65	38						
		24.2	56.97	F00T3	0.13	7.50	35						
		27.0	51.19	F00T3	0.13	8.00	32						
		32.0	43.62	F00T3	0.13	9.90	27						
		35.0	39.34	F00T3	0.13	10.90	24						
		42.0	33.14	F00T3	0.13	12.90	21						
		46.0	29.78	F00T3	0.13	14.55	18						
		49.0	28.13	F00T3	0.13	15.20	17						
		55.0	25.08	F00T3	0.13	17.05	16						
		65.0	21.30	F00T3	0.13	19.10	13						
		61.0	22.64	F00T2	0.13	18.50	14						
		75.0	18.29	F00T2	0.13	23.10	12						
		91.0	15.13	F00T2	0								

Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad (fz)	Momento Útil (Nm)	Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad (fz)	Momento Útil (Nm)
0.18	0.25	1380	650	F1T3	0.17 / 8	3.00	0.18	0.25	1380	650	F1T3	0.17 / 8	3.00
				F1T3	0.17 / 8	3.30					F1T3	0.17 / 8	3.30
				F1T3	0.17 / 8	3.45					F1T3	0.17 / 8	3.45
				F1T3	0.17 / 8	3.75					F1T3	0.17 / 8	3.75
			910	F1T3	0.17 / 6	4.00				910	F1T3	0.17 / 6	4.00
				F0FR	0.17	1.00					F0FR	0.17	1.00
				F0FR	0.17	1.20					F0FR	0.17	1.20
				F0FR	0.17	1.50					F0FR	0.17	1.50
			1380	F0FR	0.17	1.70				1380	F0FR	0.17	1.70
				F0FR	0.17	2.10				1380	F0FR	0.17	2.10
				F0FR	0.17	2.55				1380	F0FR	0.17	2.55
				F0FR	0.17	3.05				1380	F0FR	0.17	3.05
				F0FR	0.17	3.60				1380	F0FR	0.17	3.60
			650	F0T3	0.17 / 8	2.15				650	F0T3	0.17 / 8	2.15
				F0T3	0.17 / 8	2.40				650	F0T3	0.17 / 8	2.40
				F0T3	0.17 / 8	2.75				650	F0T3	0.17 / 8	2.75
				F0T3	0.17 / 8	3.05				650	F0T3	0.17 / 8	3.05
			910	F0T3	0.17 / 8	3.40				910	F0T3	0.17 / 8	3.40
				F0T3	0.17 / 8	3.75				910	F0T3	0.17 / 8	3.75
				F0T3	0.17 / 8	3.85				910	F0T3	0.17 / 8	3.85
				F0T3	0.17 / 8	3.85				910	F0T3	0.17 / 8	3.85
			1380	F00FR	0.17	1.00				1380	F00FR	0.17	1.00
				F00FR	0.17	1.10				1380	F00FR	0.17	1.10
				F00FR	0.17	1.25				1380	F00FR	0.17	1.25
				F00FR	0.17	1.50				1380	F00FR	0.17	1.50
			650	F00T3	0.17 / 8	1.00				650	F00T3	0.17 / 8	1.00
				F00T3	0.17 / 8	1.15				650	F00T3	0.17 / 8	1.15
				F00T3	0.17 / 8	1.30				650	F00T3	0.17 / 8	1.30
				F00T3	0.17 / 8	1.60				650	F00T3	0.17 / 8	1.60
			910	F00T3	0.17 / 8	1.75				910	F00T3	0.17 / 8	1.75
				F00T3	0.17 / 8	2.00				910	F00T3	0.17 / 8	2.00
				F00T3	0.17 / 8	2.20				910	F00T3	0.17 / 8	2.20
				F00T3	0.17 / 8	2.20				910	F00T3	0.17 / 8	2.20
			1380	F00T3	0.17	1.80				1380	F00T3	0.17	1.80
				F00T3	0.17	2.05				1380	F00T3	0.17	2.05
				F00T3	0.17	2.35				1380	F00T3	0.17	2.35
				F00T3	0.17	2.55				1380	F00T3	0.17	2.55
			650	F00T3	0.17	3.25				650	F00T3	0.17	3.25
				F00T3	0.17	3.45				650	F00T3	0.17	3.45
				F00T3	0.17	3.95				650	F00T3	0.17	3.95
				F00T3	0.17	4.45				650	F00T3	0.17	4.45
			910	F00T3	0.17	4.95				910	F00T3	0.17	4.95
				F00T3	0.17	5.65				910	F00T3	0.17	5.65
				F00T3	0.17	6.00				910	F00T3	0.17	6.00
				F00T3	0.17	7.45				910	F00T3	0.17	7.45
			1380	F00T3	0.17	8.15				1380	F00T3	0.17	8.15
				F00T3	0.17	9.65				1380	F00T3	0.17	9.65
				F00T3	0.17	10.90				1380	F00T3	0.17	10.90
				F00T3	0.17	11.40				1380	F00T3	0.17	11.40
			650	F00T3	0.17	12.75				650	F00T3	0.17	12.75
				F00T3	0.17	14.30				650	F00T3	0.17	14.30
				F00T3	0.17	13.85				650	F00T3	0.17	13.85
				F00T3	0.17	17.30				650	F00T3	0.17	17.30
			910	F00T2	0.17	20.70				910	F00T2	0.17	20.70
				F00T2	0.17	18.20				910	F00T2	0.17	18.20
				F00T2	0.17	23.45				910	F00T2	0.17	23.45
				F00T2	0.17	21.15				910	F00T2	0.17	21.15
			1380	F00T2	0.17	25.75				1380	F00T2	0.17	25.75
				F00T2	0.17	23.45				1380	F00T2	0.17	23.45
				F00T2	0.17	28.80				1380	F00T2	0.17	28.80
				F00T2	0.17	25.75				1380	F00T2	0.17	25.75
			650	F00T2	0.17	28.80				650	F00T2	0.17	28.80
				F00T2	0.17	28.80				650	F00T2	0.17	28.80
				F00T2	0.17	28.80				650	F00T2	0.17	28.80
				F00T2	0.17	28.80				650	F00T2	0.17	28.80
			910	F4T3	0.25	2.20				910	F4T3	0.25	2.20
				F4T3	0.25	2.80				910	F4T3	0.25	2.80
				F4T3	0.25	3.45				910	F4T3	0.25	3.45
				F4T3	0.25	3.45				910	F4T3	0.25	3.45
			1380	F3T3	0.25	2.10				1380	F3T3	0.25	2.10
				F3T3	0.25	2.70				1380	F3T3	0.25	2.70
				F3T3	0.25	2.70				1380	F3T3	0.25	2.70
				F3T3	0.25	2.70				1380	F3T3	0.25	2.70
0.18	0.25	1380	650	F1T3	0.17 / 8	3.00	0.18	0.25	1380	650	F1T3	0.17 / 8	3.00
				F1T3	0.17 / 8	3.30					F1T3	0.17 / 8	3.30
				F1T3	0.17 / 8	3.45					F1T3	0.17 / 8	3.45
				F1T3	0.17 / 8	3.75					F1T3	0.17 / 8	3.75
			910	F1T3	0.17 / 6	4.00				910	F1T3	0.17 / 6	4.00
				F0FR	0.17	1.00				910	F0FR	0.17	1.00
				F0FR	0.17	1.20				910	F0FR	0.17	1.20
				F0FR	0.17	1.50				910	F0FR	0.17	1.50
			1380	F0FR	0.17	1.70				1380	F0FR	0.17	1.70
				F0FR	0.17	2.10				1380	F0FR	0.17	2.10
				F0FR	0.17	2.55				1380	F0FR	0.17	2.55
				F0FR	0.17	3.05				1380	F0FR	0.17	3.05
				F0FR	0.17	3.60				1380	F0FR	0.17	3.60
			650	F0T3	0.17 / 8	2.15				650	F0T3	0.17 / 8	2.15

Potencia Entrada	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil (Nm)	
kW	HP		(i)		(fz)	(Nm)	
		3.6	392.07	F2FR	0.50	1.80	939
		3.8	369.43	F2FR	0.50	1.90	885
		4.2	336.12	F2FR	0.50	2.10	805
		4.7	297.96	F2FR	0.50	2.35	714
		5.7	245.97	F2FR	0.50	2.80	589
		6.8	206.47	F2FR	0.50	3.40	495
		8.0	175.42	F2FR	0.50	3.95	420
	690	3.7	186.07	F2T3	0.50 / 8	1.80	922
		4.7	145.51	F2T3	0.50 / 8	2.30	721
		5.4	126.75	F2T3	0.50 / 8	2.40	628
		5.9	117.76	F2T3	0.50 / 8	2.85	584
		6.5	106.46	F2T3	0.50 / 8	3.15	528
		7.1	97.58	F2T3	0.50 / 8	3.45	484
	910	4.9	186.07	F2T3	0.50 / 6	2.40	699
		6.3	145.51	F2T3	0.50 / 6	3.10	547
		7.2	126.75	F2T3	0.50 / 6	3.20	476
		7.7	117.76	F2T3	0.50 / 6	3.80	443
	1405	8.0	186.07	F2T3	0.50	3.60	453
		3.5	398.05	F1FR	0.50	1.00	954
		3.9	358.33	F1FR	0.50	1.10	858
		4.7	295.81	F1FR	0.50	1.30	709
		5.7	248.30	F1FR	0.50	1.60	595
		6.7	210.97	F1FR	0.50	1.85	505
		7.8	180.86	F1FR	0.50	2.15	433
	690	4.0	172.14	F1T3	0.50 / 8	1.10	853
		4.9	140.28	F1T3	0.50 / 8	1.25	695
		5.1	134.41	F1T3	0.50 / 8	1.40	666
		6.4	108.60	F1T3	0.50 / 8	1.75	538
	910	4.8	188.91	F1T3	0.50 / 6	1.35	710
		5.3	172.14	F1T3	0.50 / 6	1.45	647
		5.9	153.95	F1T3	0.50 / 6	1.55	579
		6.5	140.28	F1T3	0.50 / 6	1.70	527
		6.8	134.41	F1T3	0.50 / 6	1.90	505
	1405	7.4	188.91	F1T3	0.50	2.00	460
		8.2	172.14	F1T3	0.50	2.20	419
		9.1	153.95	F1T3	0.50	2.30	375
		10.0	140.28	F1T3	0.50	2.50	341
		10.5	134.41	F1T3	0.50	2.80	327
		12.9	108.60	F1T3	0.50	3.50	264
		14.0	100.12	F1T3	0.50	3.80	244
		5.4	258.31	F0FR	0.50	1.00	619
		6.4	219.47	F0FR	0.50	1.20	526
		7.5	188.15	F0FR	0.50	1.40	451
	690	5.4	128.70	F0T3	0.50 / 8	1.00	638
		6.1	113.03	F0T3	0.50 / 8	1.15	560
		6.6	104.16	F0T3	0.50 / 8	1.25	516
		6.8	101.02	F0T3	0.50 / 8	1.30	501
		7.4	93.66	F0T3	0.50 / 8	1.40	464
		8.0	86.31	F0T3	0.50 / 8	1.50	428
	910	5.1	178.59	F0T3	0.50 / 6	0.95	671
		5.5	164.57	F0T3	0.50 / 6	1.05	618
		6.5	139.66	F0T3	0.50 / 6	1.25	525
		7.1	128.70	F0T3	0.50 / 6	1.35	484
		8.1	113.03	F0T3	0.50 / 6	1.50	425
	1405	7.9	178.59	F0T3	0.50	1.45	435
		8.5	164.57	F0T3	0.50	1.60	401
		10.1	139.66	F0T3	0.50	1.85	340
		10.9	128.70	F0T3	0.50	2.05	313
		12.4	113.03	F0T3	0.50	2.30	275
		13.5	104.16	F0T3	0.50	2.50	254
		13.9	101.02	F0T3	0.50	2.55	246
		15.0	93.66	F0T3	0.50	2.75	228
		16.3	86.31	F0T3	0.50	3.05	210
		17.8	78.94	F0T3	0.50	3.25	192
		19.3	72.74	F0T3	0.50	3.60	177
		14.2	99.06	F00T3	0.50	1.10	241
		15.1	92.78	F00T3	0.50	1.15	226
		17.3	81.21	F00T3	0.50	1.30	198
		19.5	71.91	F00T3	0.50	1.50	175
		22.9	61.47	F00T3	0.50	1.65	150
		24.7	56.97	F00T3	0.50	1.90	139
		27.4	51.19	F00T3	0.50	2.00	125
		32.0	43.62	F00T3	0.50	2.50	106
		36.0	39.34	F00T3	0.50	2.70	96
		42.0	33.14	F00T3	0.50	3.20	81
		47.0	29.78	F00T3	0.50	3.65	72
		50.0	28.13	F00T3	0.50	3.80	68

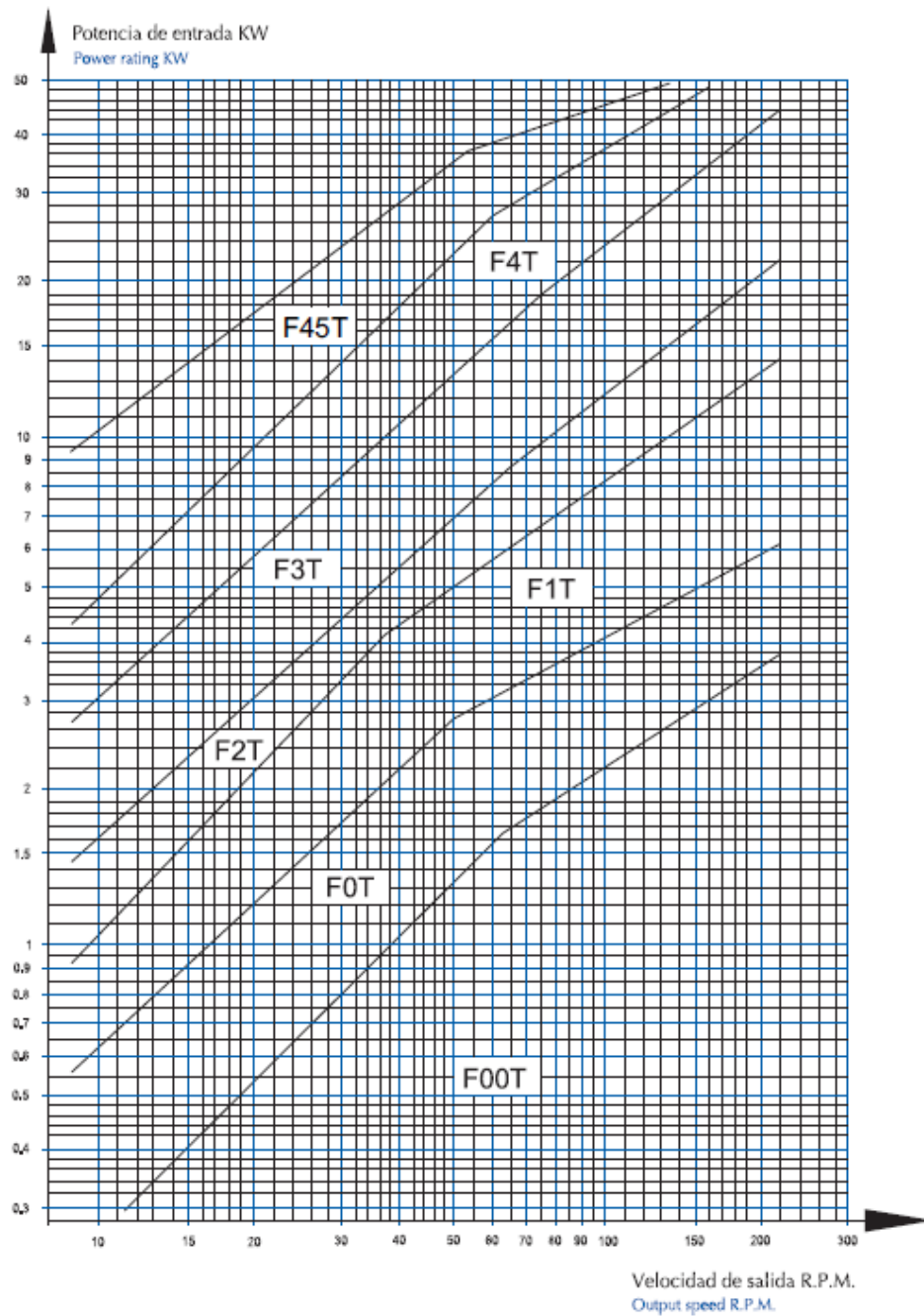
Potencia Entrada	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil (Nm)		
kW	HP		(i)		(fz)	(Nm)		
		56.0	25.08	F00T3	0.50	4.25	61	
		66.0	21.30	F00T3	0.50	4.80	52	
		62.0	22.64	F00T2	0.50	4.60	56	
		77.0	18.29	F00T2	0.50	5.80	45	
		93.0	15.13	F00T2	0.50	6.90	37	
		97.0	14.46	F00T2	0.50	6.10	36	
		110.0	12.73	F00T2	0.50	7.85	31	
		117.0	11.96	F00T2	0.50	7.05	30	
		130.0	10.84	F00T2	0.50	8.60	27	
		140.0	10.06	F00T2	0.50	7.85	25	
		151.0	9.32	F00T2	0.50	9.60	23	
		164.0	8.57	F00T2	0.50	8.60	21	
		191.0	7.36	F00T2	0.50	9.60	18	
0.55	0.75	1420	1.30	1086.83	F45HR	0.75	1.85	3865
			1.70	849.52	F45HR	0.75	2.40	3021
			2.10	687.15	F45HR	0.75	2.95	2443
			1.10	1345.11	F4TR	0.75	0.95	4783
			1.30	1093.21	F4TR	0.75	1.15	3887
			1.60	910.01	F4TR	0.75	1.35	3236
			1.80	769.42	F4TR	0.75	1.65	2736
			2.10	661.38	F4TR	0.75	1.90	2352
			2.50	573.16	F4TR	0.75	2.15	2038
			2.90	490.95	F4TR	0.75	2.55	1746
			3.50	408.68	F4TR	0.75	3.05	1453
			4.10	346.15	F4TR	0.75	3.60	1231
		680	2.70	250.25	F4T3	0.75 / 8	2.50	1888
			3.00	229.77	F4T3	0.75 / 8	2.75	1733
			3.50	196.40	F4T3	0.75 / 8	3.20	1482
			3.80	180.32	F4T3	0.75 / 8	3.50	1360
			4.30	159.55	F4T3	0.75 / 8	3.90	1204
		920	3.70	250.25	F4T3	0.75 / 6	3.35	1395
			4.00	229.77	F4T3	0.75 / 6	3.65	1281
		1420	1.9	756.35	F3TR	0.75	1.10	2689
			2.3	629.60	F3TR	0.75	1.30	2239
			2.7	533.27	F3TR	0.75	1.55	1896
			2.9	482.12	F3TR	0.75	1.75	1714
			3.1	457.59	F3TR	0.75	1.85	1627
			3.6	391.83	F3TR	0.75	2.15	1393
			4.4	326.17	F3TR	0.75	2.55	1160
			5.1	276.27	F3TR	0.75	3.05	982
			6.0	237.06	F3TR	0.75	3.50	843
		680	2.8	240.06	F3T3	0.75 / 8	1.75	1811
			3.9	173.14	F3T3	0.75 / 8	2.45	1306
			4.9	139.23	F3T3	0.75 / 8	3.00	1050
			5.0	134.90	F3T3	0.75 / 8	3.10	1018
			5.5	122.84	F3T3	0.75 / 8	3.35	927
			6.3	108.73	F3T3	0.75 / 8	3.85	820
		920	3.8	240.06	F3T3	0.75 / 6	2.35	1339
			5.3	173.14	F3T3	0.75 / 6	3.25	965
		1420	6.0	240.06	F3T3	0.75	3.55	867
			3.0	473.90	F2FR	0.75	0.95	1685
			3.6	392.07	F2FR	0.75	1.20	1394
			3.8	369.43	F2FR	0.75	1.25	1314
			4.2	336.12	F2FR	0.75	1.40	1195
			4.8	297.96	F2FR	0.75	1.55	1059
			5.8	245.97	F2FR	0.75	1.90	875
			6.9	206.47	F2FR	0.75	2.25	734
			8.1	175.42	F2FR	0.75	2.65	624
			9.4	150.39	F2FR	0.75	3.10	535
		680	3.7	186.07	F2T3	0.75 / 8	1.20	1404
			4.7	145.51	F2T3	0.75 / 8	1.55	1098
			5.4	126.75	F2T3	0.75 / 8	1.60	956
			5.8	117.76	F2T3	0.75 / 8	1.90	888
			6.4	106.46	F2T3	0.75 / 8	2.10	803
			7.0	97.58	F2T3	0.75 / 8	2.30	736
			8.2	83.25	F2T3	0.75 / 8	2.70	628
		920	4.9	186.07	F2T3	0.75 / 6	1.60	1037
			6.3	145.51	F2T3	0.75 / 6	2.05	811
			7.3	126.75	F2T3	0.75 / 6	2.15	707
			7.8	117.76	F2T3	0.75 / 6	2.55	657
			8.6	106.46	F2T3	0.75 / 6	2.80	594
			9.4	97.58	F2T3	0.75 / 6	3.10	544
		1420	8.0	186.07	F2T3	0.75	2.40	672
			10.0	145.51	F2T3	0.75	3.10	526
			11.0	126.75	F2T3	0.75	3.20	458

TABLA DE MEDIDAS DE MOTORES ELECTRICOS
OVERALL DIMENSIONS - I.E.C. MOTORS



Tamaño Motor IEC.						Motor Standard Standard Motor			Motor con Freno Brake Motor			Motor con Antigiro Motor with Backstop			
IEC Motor Size		Do	L	Po	g1	dca	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb
71	mm	14	30	160	136	138	218	70	10	275	125	12	218	70	10
	inch	0,551	1,181	6 5/16	5 3/8	5 7/16	8 9/16	2 3/4	22	10 13/16	4 15/16	26	8 9/16	2 3/4	22
80	mm	19	40	200	145	158	236	75	14	288	125	16	236	75	14
	inch	0,748	1,575	7 7/8	5 11/16	6 1/4	9 5/16	2 15/16	31	11 5/16	4 15/16	35	9 5/16	2 15/16	31
90 S	mm	24	50	200	155	178	254	80	17,5	314	140	20,5	254	80	17,5
	inch	0,945	1,969	7 7/8	6 1/8	7	10	3 1/8	39	12 3/8	5 1/2	45	10	3 1/8	39
90 L	mm	24	50	200	155	178	279	80	20,5	339	140	23,5	279	80	20,5
	inch	0,945	1,969	7 7/8	6 1/8	7	11	3 1/8	45	13 3/8	5 1/2	52	11	3 1/8	45
100 L	mm	28	60	250	165	198	316	90	30	390	165	35	316	90	30
	inch	1,102	2,362	9 13/16	6 1/2	7 13/16	12 7/16	3 9/16	66	15 3/8	6 1/2	77	12 7/16	3 9/16	66
112 M	mm	28	60	250	190	223	333	100	44,5	413	180	53,5	333	100	44,5
	inch	1,102	2,362	9 13/16	7 1/2	8 3/4	13 1/8	3 15/16	98	16 1/4	7 1/16	118	13 1/8	3 15/16	98
132 S	mm	38	80	300	218	262	372	116	63	487	216	79	432	175	65
	inch	1,496	3,150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	14 5/8	4 9/16	139	19 3/16	8 1/2	174	17	6 7/8	143
132 M	mm	38	80	300	218	262	410	116	73	525	216	89	470	175	75
	inch	1,496	3,150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	16 1/8	4 9/16	161	20 11/16	8 1/2	196	18 1/2	6 7/8	165
160 M	mm	42	110	350	256	314	488	140	110	603	240	143	548	200	113
	inch	1,654	4,331	13 3/4	10 1/16	12 3/8	19 3/16	5 1/2	243	23 3/4	9 7/16	315	21 9/16	7 7/8	249
160 L	mm	42	110	350	256	314	532	140	121	647	240	154	592	200	124
	inch	1,654	4,331	13 3/4	10 1/16	12 3/8	20 15/16	5 1/2	267	25 1/2	9 7/16	340	23 5/16	7 7/8	273
180 M	mm	48	110	350	276	358	554	160	165	689	260	198	624	230	168
	inch	1,890	4,331	13 3/4	10 7/8	14 1/8	21 13/16	6 5/16	364	27 1/8	10 1/4	437	24 9/16	9 1/16	370
180 L	mm	48	110	350	276	358	592	160	185	727	260	218	662	230	188
	inch	1,890	4,331	13 3/4	10 7/8	14 1/8	23 5/16	6 5/16	408	28 5/8	10 1/4	481	26 1/16	9 1/16	414

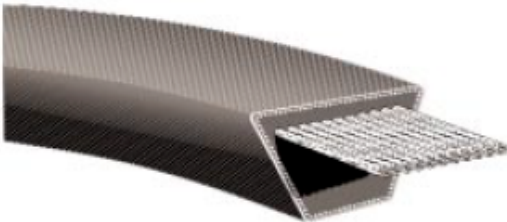
NOTA: Las medidas son orientativas dependiendo de la marca del motor y están sujetas a futuros cambios en el diseño.
 NOTE: Dimensions are for reference only, unless certified.

DIAGRAMA DE SELECCION RAPIDA
QUICK SELECTION DIAGRAM

Anexo C: Catálogo Good Year Correas V



HY-T PLUS™ (CLASSICAL)



Part No: B75

B .66" Top Width – Classical Profile

75 Approximate 75" Inside Length

APPLICATIONS

Designed for operating at high speeds over small diameter pulleys and short center distances. Also for use in multiple V-belt drives where high shock load and heavy-duty loads are encountered.

KEY FEATURES & BENEFITS

- Universal classical profile.
- High-strength Vytacord™ tensile members.
- Wingprene-impregnated Wingflex™ envelope.
- Goodyear's Plioflex® cushion and insulation.
- Dual branded (Classical and FHP part numbers).
- Oil, heat, ozone, and abrasion resistant.
- Matchmaker® to eliminate mismatch.
- Static conductive.

LESS STRETCH IS THE KEY TO PERFORMANCE

Whether you're talking about rubber belts or metal chains, all materials will stretch when put to use. The secret to reliable performance isn't to eliminate elongation, but to control it so that it is minimal, predictable, and uniform. To achieve these criteria, Goodyear developed the Vytacord tensile member and a 3-T tempering process.

Vytacord provides the high-strength, high horsepower rating capacity needed to effectively transmit today's drive power. It's even tough enough to tolerate slight sheave misalignment that would quickly destroy ordinary belts.

The 3-T process removes excessive stretch and imparts exceptional dimensional stability. As a result, each belt of a given size will match every other belt of that size, no matter when or where it was produced.

The exceptional dimensional stability properties of Hy-T Plus eliminates matching problems, improves performance, and increases service life.

IMPROVED MATERIALS ARE THE KEY TO THE DURABILITY AND VERSATILITY OF HY-T PLUS

The vast improvements in all components of Hy-T Plus construction complement the quality of the Vytacord tensile member.

Plio-flex, Goodyear's premium heat- and oil-resistant rubber compound, is used in both the cushion and insulation sections

of Hy-T Plus. Plio-flex provides the optimum blends of fiber-loaded synthetic rubbers to produce materials especially suited for the demands placed on today's V-belts. The unique fiber length and blend provide flexibility on small pulleys. As a result the belt is able to serve a dual purpose for both classical and FHP, while offering more versatility than any other classical belt.

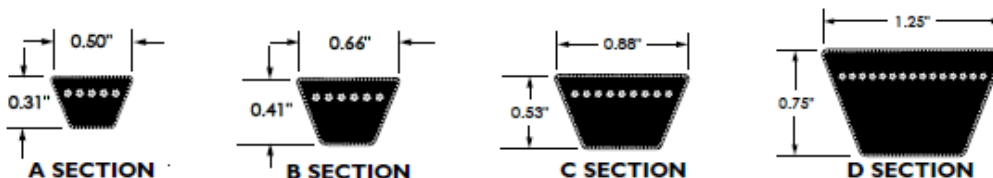
Wingflex, Hy-T Plus' envelope construction, is based on a cotton/synthetic-blend fabric created from a new weaving process. This weaving process assures optimum warp and fill thread angle, providing unsurpassed belt flexibility. In addition, the fabric is treated with Goodyear's exclusive Wingprene compound for long wear and resistance to heat, oil, and other environmental hazards. The envelope also assures that the belt dissipates static electricity, as specified in RMA bulletin IP3-3.

The cushion is also crush-resistant and cool running to maintain its shape, fit, and strength longer. And with the longer service life achieved by Hy-T Plus belts, replacement of belts is less frequent. Overall, belt costs are reduced, downtime is minimized, and equipment productivity is maintained.

LESS INVENTORY REQUIRED

The Hy-T Plus dual brand allows both distributor and end user to consolidate their existing classical V-belt sizes and fractional horsepower sizes into a single belt line that can handle both classical and FHP applications.

The result is a reduced inventory that equates to dollars taken off the shelves and into your pockets.





HY-T PLUS™ (CLASSICAL)

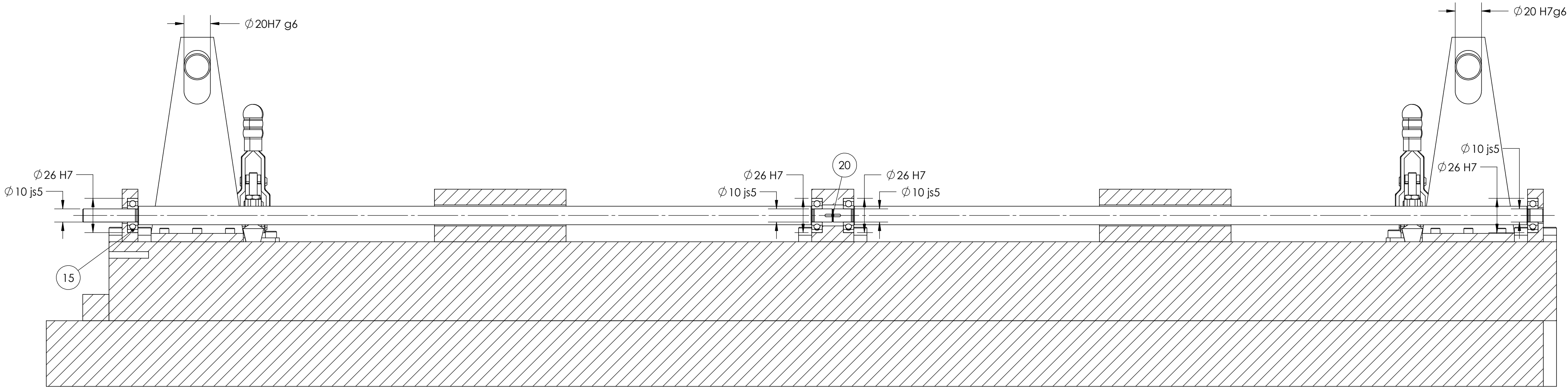
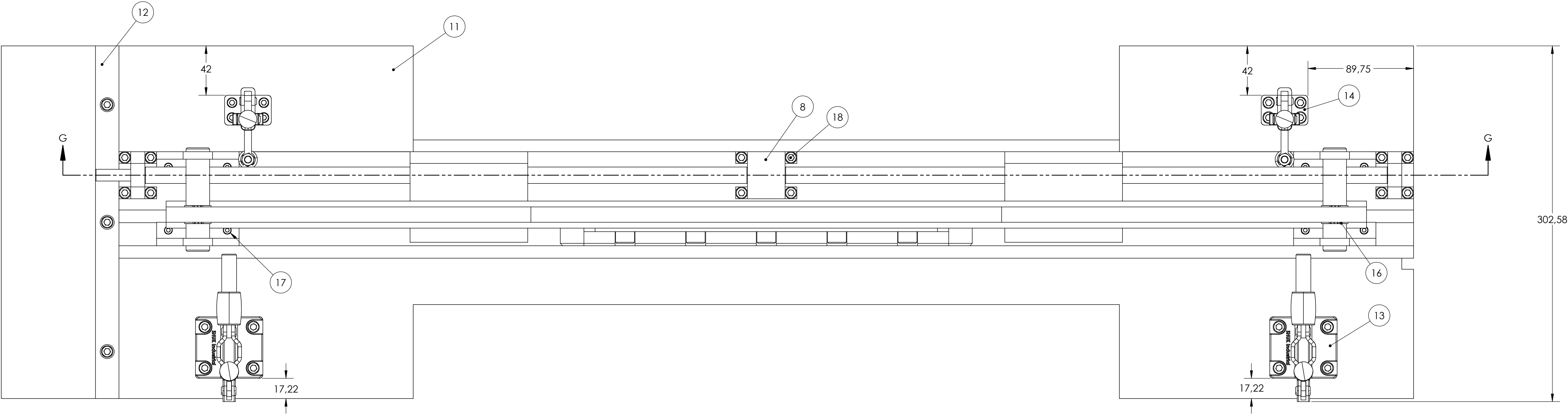
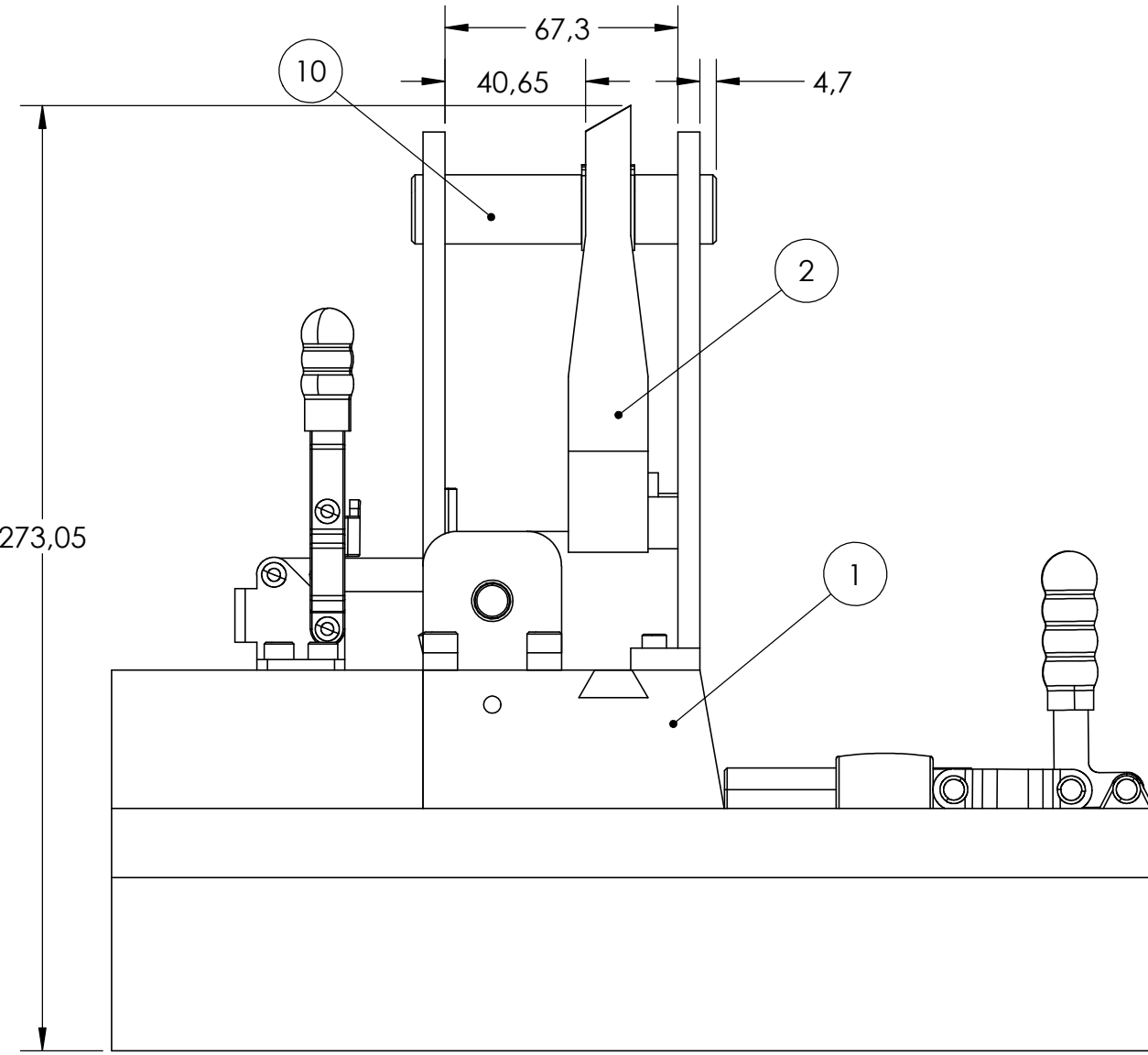
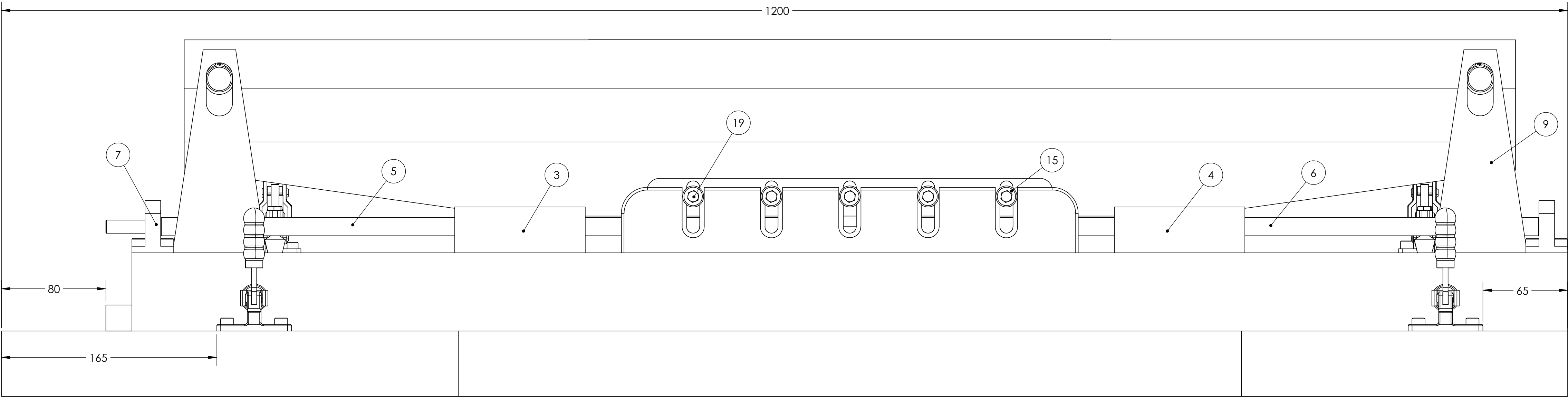
Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)
A20	(4L220) 22.0	A39	(4L410) 41.0	A58	(4L600) 60.0	A77	(4L790) 79.0	A96	(4L980) 98.0
A21	(4L230) 23.0	A40	(4L420) 42.0	A59	(4L610) 61.0	A78	(4L800) 80.0	A97	(4L990) 99.0
A22	(4L240) 24.0	A41	(4L430) 43.0	A60	(4L620) 62.0	A79	(4L810) 81.0	A98	(4L1000) 100.0
A23	(4L250) 25.0	A42	(4L440) 44.0	A61	(4L630) 63.0	A80	(4L820) 82.0	A100	(4L1020) 102.0
A24	(4L260) 26.0	A43	(4L450) 45.0	A62	(4L640) 64.0	A81	(4L830) 83.0	A103	105.0
A25	(4L270) 27.0	A44	(4L460) 46.0	A63	(4L650) 65.0	A82	(4L840) 84.0	A105	107.0
A26	(4L280) 28.0	A45	(4L470) 47.0	A64	(4L660) 66.0	A83	(4L850) 85.0	A110	112.0
A27	(4L290) 29.0	A46	(4L480) 48.0	A65	(4L670) 67.0	A84	(4L860) 86.0	A112	114.0
A28	(4L300) 30.0	A47	(4L490) 49.0	A66	(4L680) 68.0	A85	(4L870) 87.0	A120	122.0
A29	(4L310) 31.0	A48	(4L500) 50.0	A67	(4L690) 69.0	A86	(4L880) 88.0	A128	130.0
A30	(4L320) 32.0	A49	(4L510) 51.0	A68	(4L700) 70.0	A87	(4L890) 89.0	A133	135.0
A31	(4L330) 33.0	A50	(4L520) 52.0	A69	(4L710) 71.0	A88	(4L900) 90.0	A136	138.0
A32	(4L340) 34.0	A51	(4L530) 53.0	A70	(4L720) 72.0	A89	(4L910) 91.0	A144	146.0
A33	(4L350) 35.0	A52	(4L540) 54.0	A71	(4L730) 73.0	A90	(4L920) 92.0	A158	160.0
A34	(4L360) 36.0	A53	(4L550) 55.0	A72	(4L740) 74.0	A91	(4L930) 93.0	A173	175.0
A35	(4L370) 37.0	A54	(4L560) 56.0	A73	(4L750) 75.0	A92	(4L940) 94.0	A180	182.0
A36	(4L380) 38.0	A55	(4L570) 57.0	A74	(4L760) 76.0	A93	(4L950) 95.0		
A37	(4L390) 39.0	A56	(4L580) 58.0	A75	(4L770) 77.0	A94	(4L960) 96.0		
A38	(4L400) 40.0	A57	(4L590) 59.0	A76	(4L780) 78.0	A95	(4L970) 97.0		

Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)
B22	(5L250) 25.0	B45	(5L480) 48.0	B68	(5L710) 71.0	B91	(5L940) 94.0	B144	147.0
B23	(5L260) 26.0	B46	(5L490) 49.0	B69	(5L720) 72.0	B92	(5L950) 95.0	B148	151.0
B24	(5L270) 27.0	B47	(5L500) 50.0	B70	(5L730) 73.0	B93	(5L960) 96.0	B150	153.0
B25	(5L280) 28.0	B48	(5L510) 51.0	B71	(5L740) 74.0	B94	(5L970) 97.0	B154	157.0
B26	(5L290) 29.0	B49	(5L520) 52.0	B72	(5L750) 75.0	B95	(5L980) 98.0	B158	161.0
B27	(5L300) 30.0	B50	(5L530) 53.0	B73	(5L760) 76.0	B96	(5L990) 99.0	B162	165.0
B28	(5L310) 31.0	B51	(5L540) 54.0	B74	(5L770) 77.0	B97	(5L1000) 100.0	B173	176.0
B29	(5L320) 32.0	B52	(5L550) 55.0	B75	(5L780) 78.0	B98	(5L1010) 101.0	B180	183.0
B30	(5L330) 33.0	B53	(5L560) 56.0	B76	(5L790) 79.0	B99	(5L1020) 102.0	B190	193.0
B31	(5L340) 34.0	B54	(5L570) 57.0	B77	(5L800) 80.0	B100	103.0	B195	198.0
B32	(5L350) 35.0	B55	(5L580) 58.0	B78	(5L810) 81.0	B101	104.0	B205	208.0
B33	(5L360) 36.0	B56	(5L590) 59.0	B79	(5L820) 82.0	B103	106.0	B210	213.0
B34	(5L370) 37.0	B57	(5L600) 60.0	B80	(5L830) 83.0	B105	108.0	B225	227.0
B35	(5L380) 38.0	B58	(5L610) 61.0	B81	(5L840) 84.0	B108	111.0	B240	242.0
B36	(5L390) 39.0	B59	(5L620) 62.0	B82	(5L850) 85.0	B111	114.0	B255	257.0
B37	(5L400) 40.0	B60	(5L630) 63.0	B83	(5L860) 86.0	B112	115.0	B270	272.0
B38	(5L410) 41.0	B61	(5L640) 64.0	B84	(5L870) 87.0	B116	119.0	B285	287.0
B39	(5L420) 42.0	B62	(5L650) 65.0	B85	(5L880) 88.0	B120	123.0	B300	302.0
B40	(5L430) 43.0	B63	(5L660) 66.0	B86	(5L890) 89.0	B124	127.0	B315	317.0
B41	(5L440) 44.0	B64	(5L670) 67.0	B87	(5L900) 90.0	B128	131.0		
B42	(5L450) 45.0	B65	(5L680) 68.0	B88	(5L910) 91.0	B133	136.0		
B43	(5L460) 46.0	B66	(5L690) 69.0	B89	(5L920) 92.0	B136	139.0		
B44	(5L470) 47.0	B67	(5L700) 70.0	B90	(5L930) 93.0	B140	143.0		

Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)
C51	55.0	C85	89.0	C109	113.0	C158	162.0	C270	272.0
C55	59.0	C90	94.0	C112	116.0	C162	166.0	C285	287.0
C60	64.0	C94	100.0	C115	119.0	C173	177.0	C300	302.0
C68	72.0	C100	101.0	C120	124.0	C180	184.0	C315	317.0
C71	75.0	C101	103.0	C124	128.0	C195	199.0	C330	332.0
C72	76.0	C103	104.0	C128	132.0	C210	214.0	C345	347.0
C75	79.0	C104	105.0	C136	140.0	C225	227.0	C360	362.0
C78	82.0	C105	109.0	C144	148.0	C240	242.0	C390	392.0
C81	85.0	C108	112.0	C150	154.0	C255	257.0	C420	422.0

Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)	Part Number	Approx. Outside Length (in)
D112	117.0	D162	167.0	D225	228.0	D300	303.0	D390	393.0
D120	125.0	D173	178.0	D240	243.0	D315	318.0	D420	423.0
D128	133.0	D180	185.0	D255	258.0	D330	333.0	D450	453.0
D144	149.0	D195	200.0	D270	273.0	D345	348.0	D480	483.0
D158	163.0	D210	215.0	D285	388.0	D360	363.0	D540	543.0

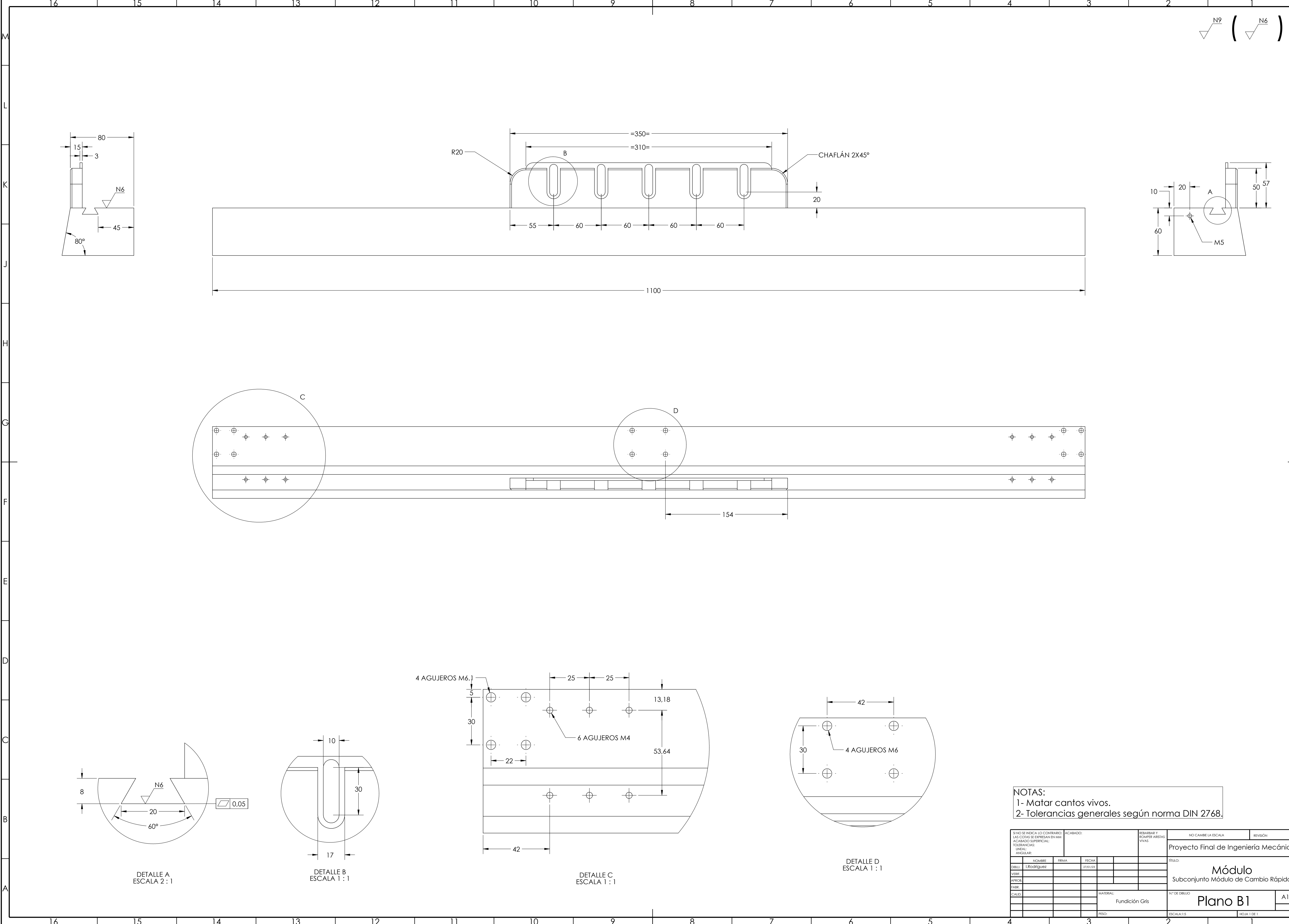
Anexo D: Planos



SECCIÓN G-G
ESCALA 1 : 2

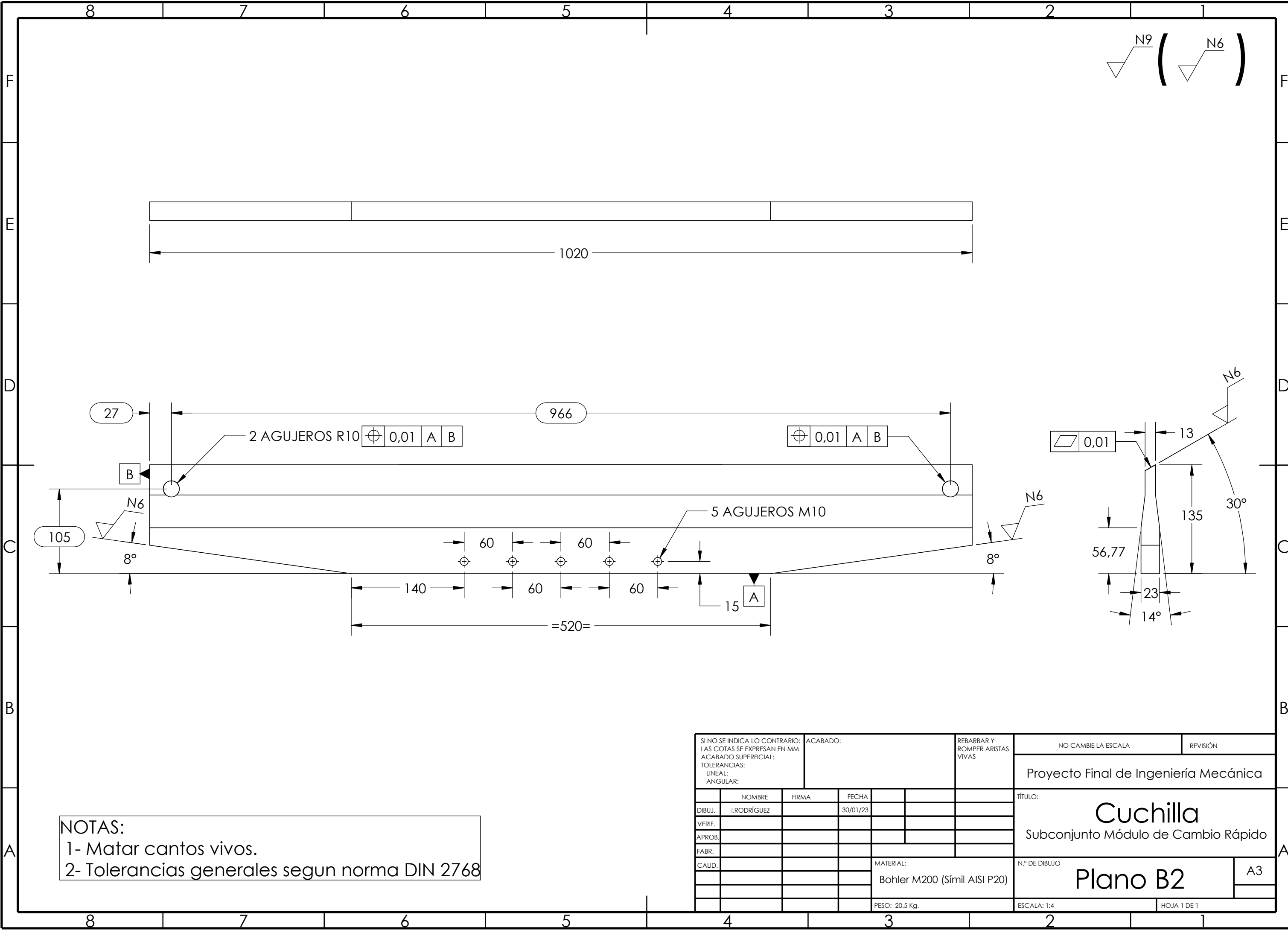
ITEM Nº	CANT.	DESCRIPCIÓN	Nº PLANO
1	1	Módulo	Plano A11
2	1	Cuchilla	Plano A2
3	1	Portacuchillas 1	Plano A3
4	1	Portacuchillas 2	Plano A4
5	1	Eje de Transmisión 1	Plano A5
6	1	Eje de Transmisión 2	Plano A6
7	2	Caja de Rodamientos 1	Plano A7
8	1	Caja de Rodamientos 2	Plano A8
9	2	Guía	Plano A9
10	2	Perno Guía	Plano A10
11	1	Base Máquina	Plano A11
12	1	Tope Longitudinal	Plano A12
13	2	Sujetador Rápido: Shunk Industrial S-GH-305-CM	Comercial
14	2	Sujetador Rápido: Shunk Industrial S-GH 12050	Comercial
15	4	Rodamiento Rígido a Bolas: SKF 6000	Comercial
16	4	Anillo Segger DSH-20 DIN 471	Comercial
17	12	Tornillo Allen M4 x 0,7 x 16	Comercial
18	31	Tornillo Allen M6 X 1 X 16	Comercial
19	5	Tornillo Allen M10 X 1.5 X 20	Comercial
20	1	Chaveta tipo 10x20x1,5	Comercial

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
VERIF.		RODRIGUEZ				17/02/23		Plano Conjunto	
APROB.								Subconjunto Módulo de Cambio Rápido	
FABR.									
CALID.									
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
								Plano A0	
						PESO:		A1	
						ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1	



NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				NO CAMBE LA ESCALA		REVISIÓN
DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.				NOMBRE FIRMA FECHA				TÍTULO: Proyecto Final de Ingeniería Mecánica		
								Módulo Subconjunto Módulo de Cambio Rápido		
								Nº DE DIBUJO Plano B1		
								ESCALA:1:5		
								HOJA 1 DE 1		



N9 (N6)

1020

27

966

2 AGUJEROS R10

0,01 A B

0,01 A B

5 AGUJEROS M10

B

N6

8°

105

140

60

60

60

60

60

15

A

=520=

8°

N6

0,01

13

135

30°

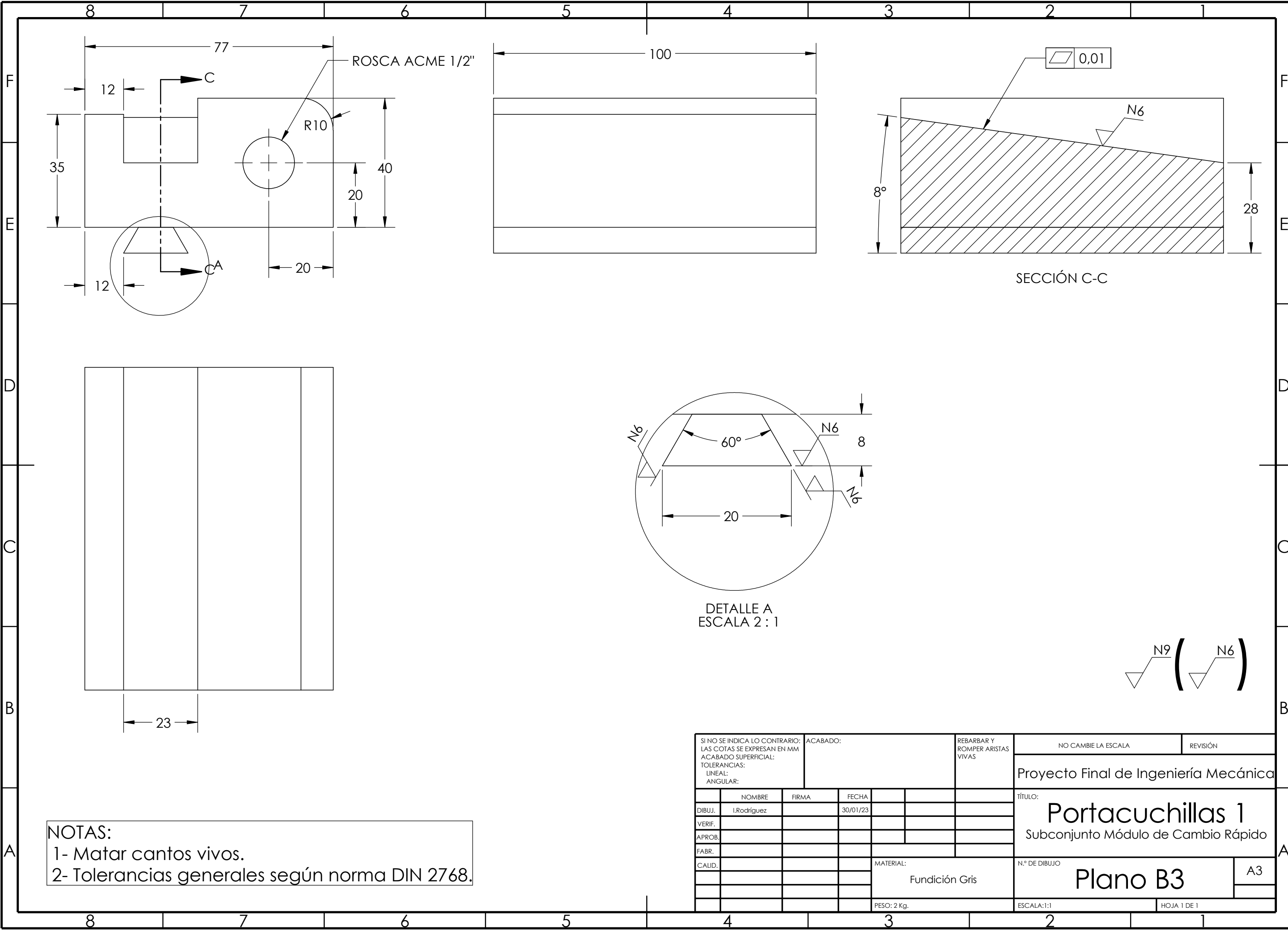
56,77

23

14°

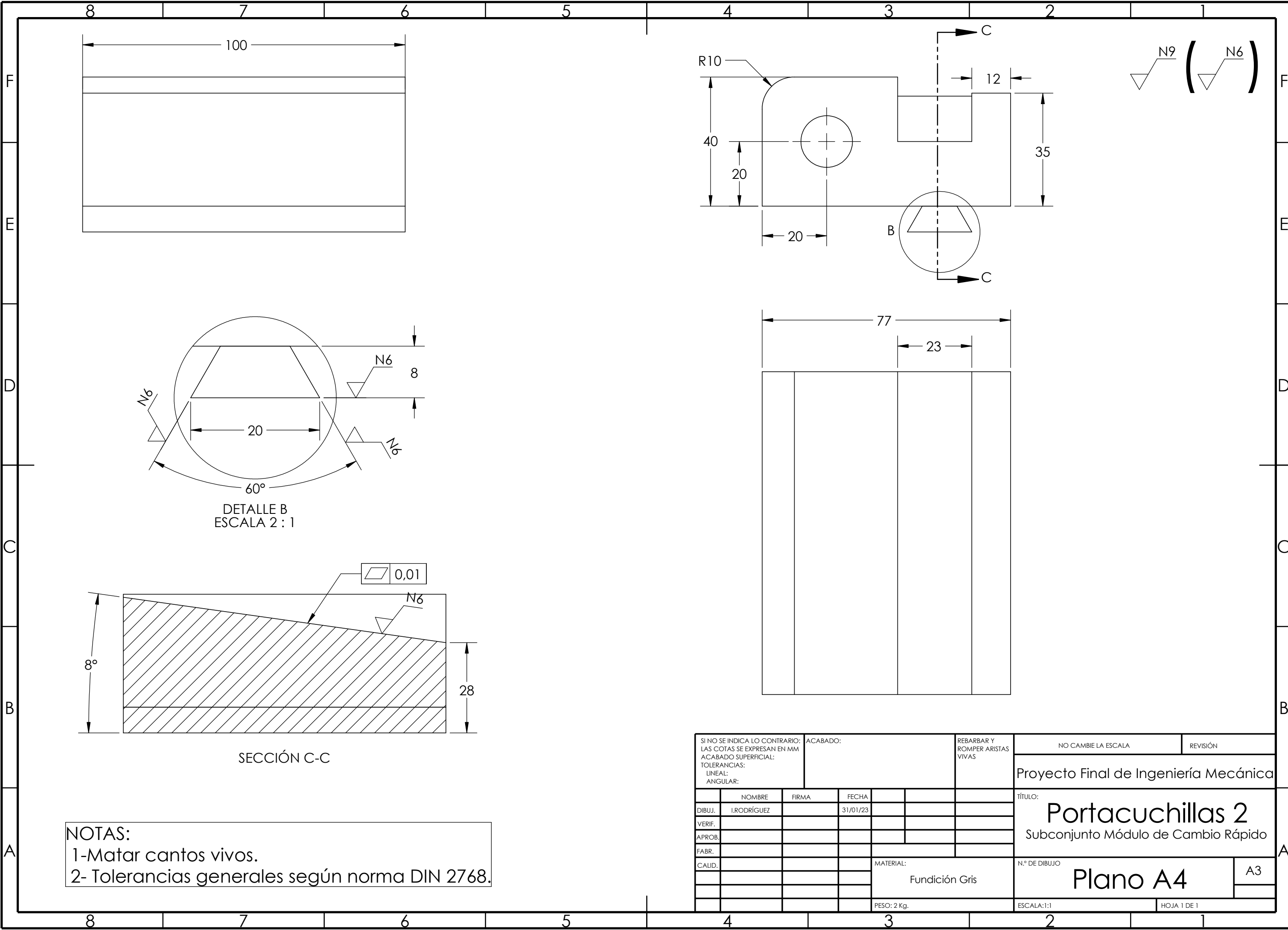
NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales segun norma DIN 2768

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
		NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO: Cuchilla Subconjunto Módulo de Cambio Rápido	
DIBUJ.		I.RODRÍGUEZ				30/01/23					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											
										N.º DE DIBUJO Plano B2	
										A3	



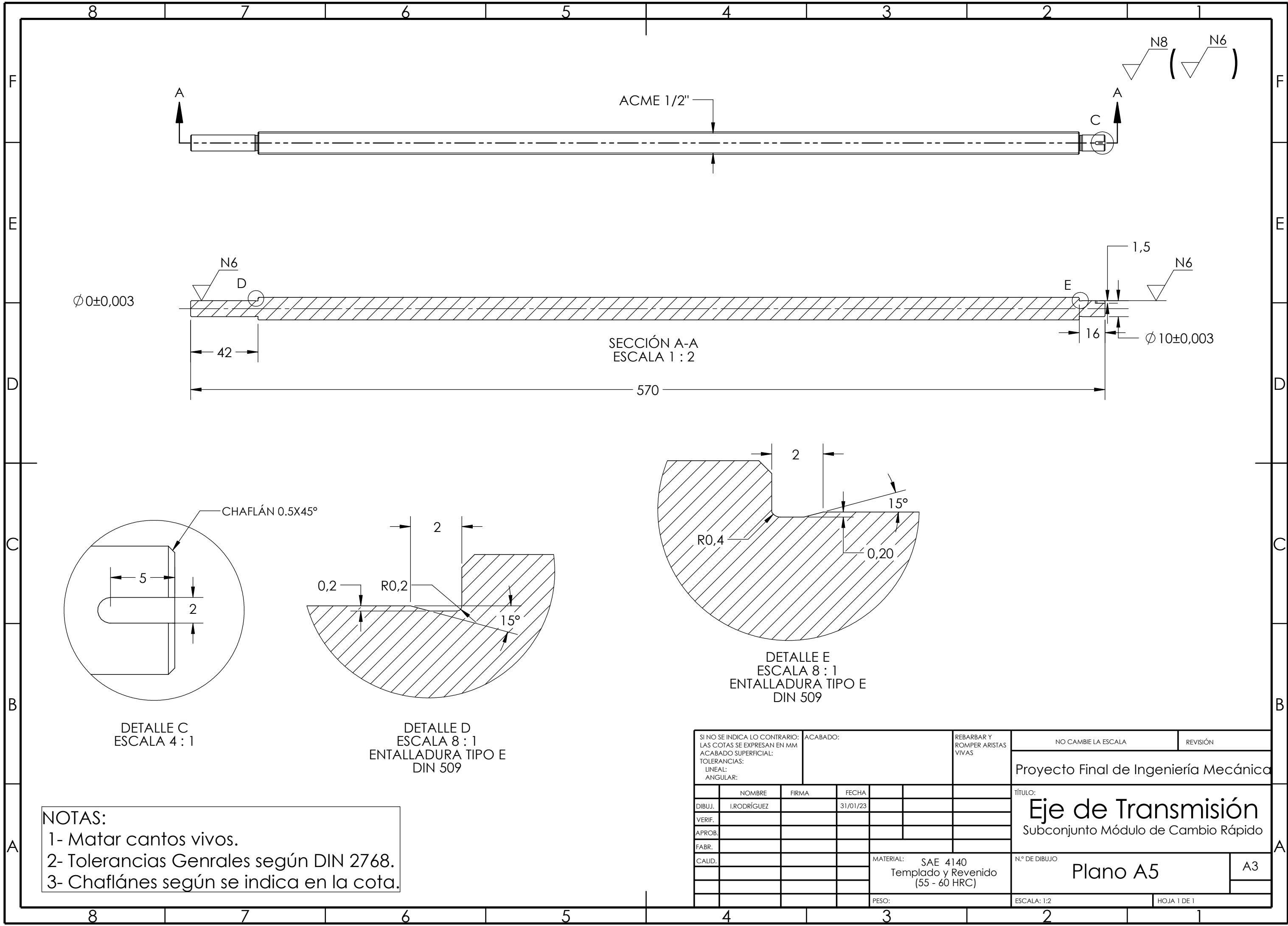
NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
								TÍTULO:			
DIBUJ.								I.Rodríguez			
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											
</											



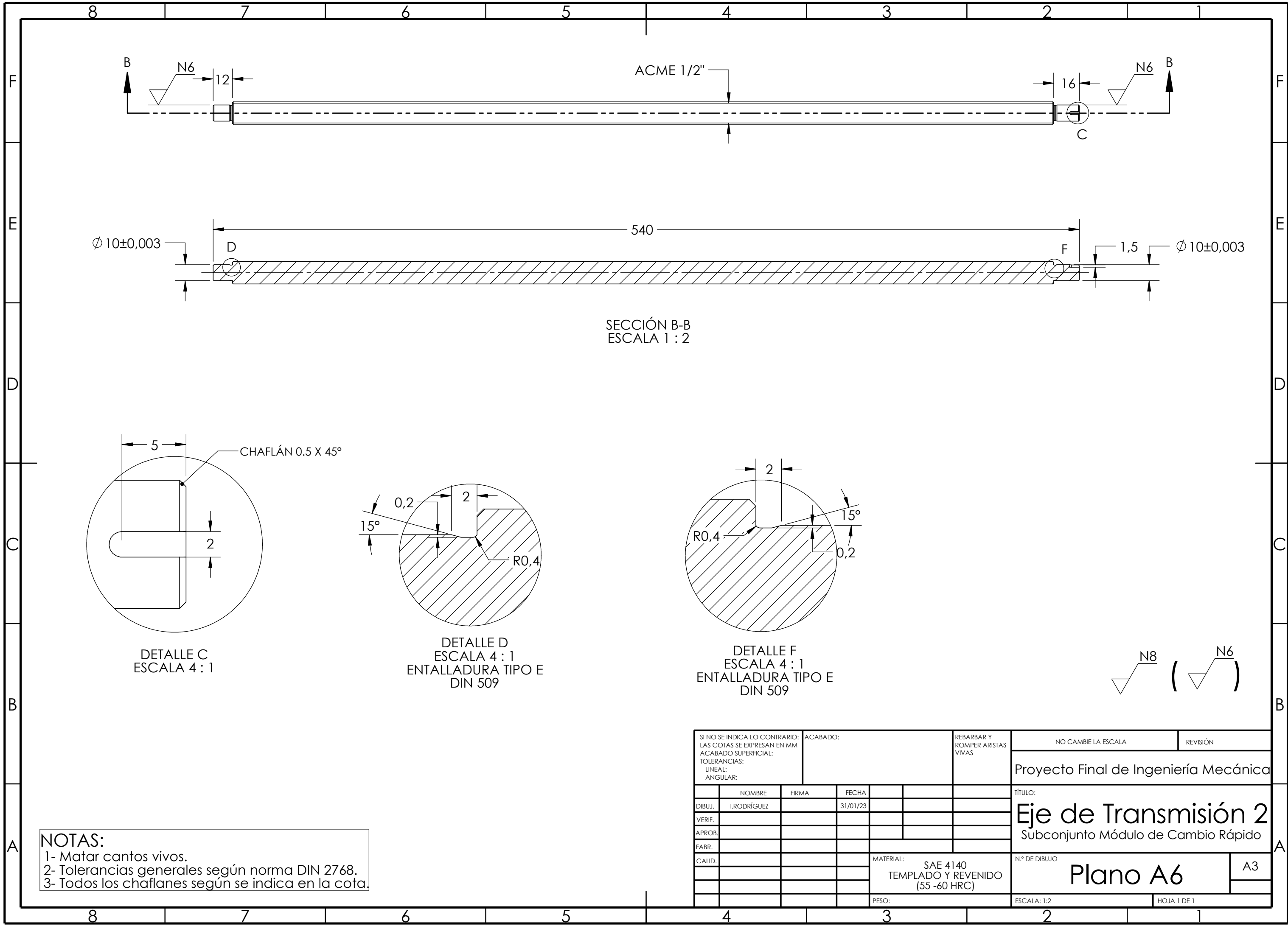
NOTAS:
1-Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO: Portacuchillas 2 Subconjunto Módulo de Cambio Rápido		
DIBUJ.	I.RODRÍGUEZ				31/01/23						
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.					MATERIAL: Fundición Gris			N.º DE DIBUJO Plano A4		A3	
					PESO: 2 Kg.			ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	



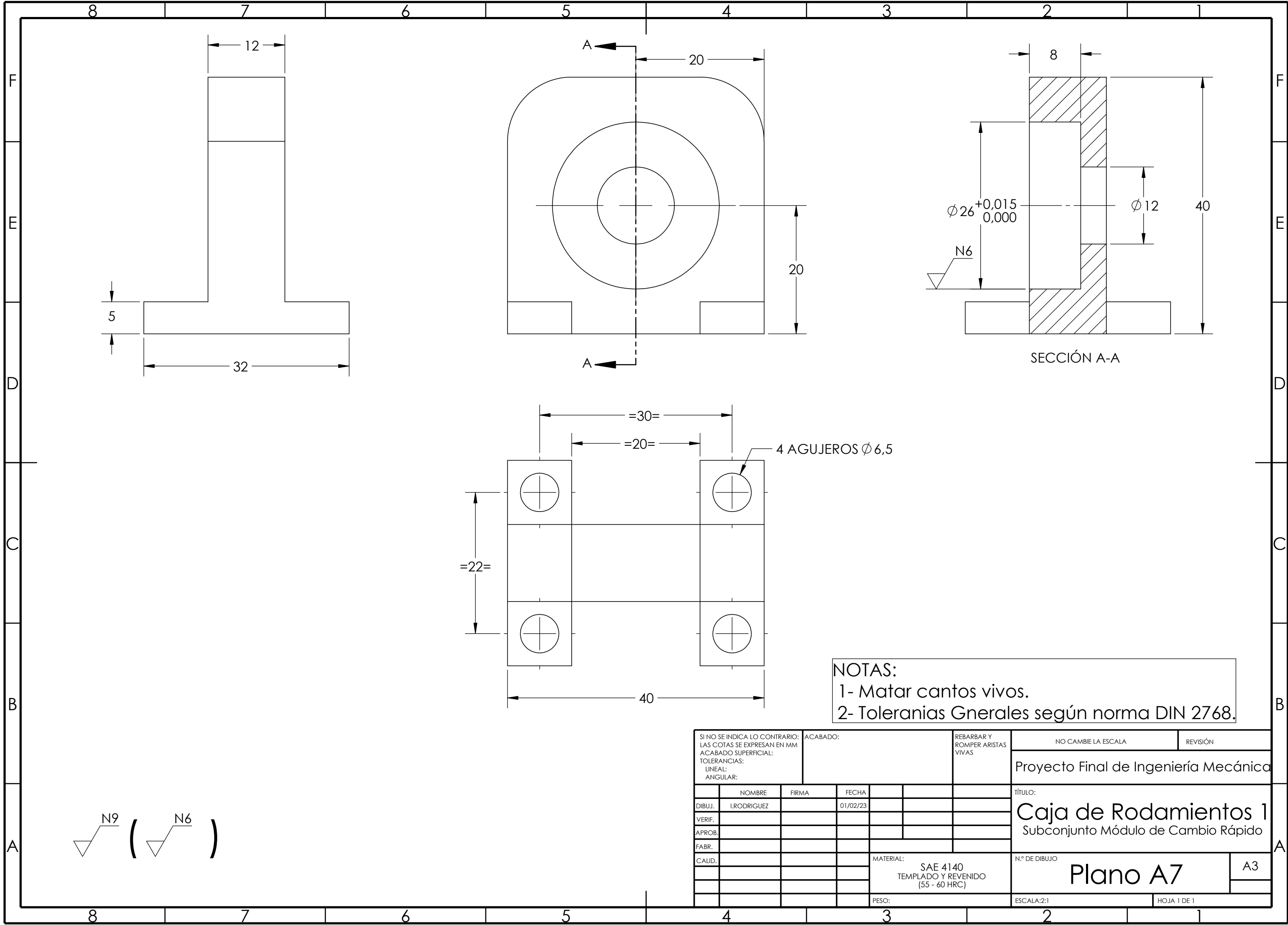
NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias Genrales según DIN 2768.
3- Chafilánes según se indica en la cota.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica					
								TÍTULO:					
DIBUJ.								I.RODRÍGUEZ					
VERIF.													
APROB.													
FABR.													
CALID.								MATERIAL:					
								SAE 4140					
								Templado y Revenido					
								(55 - 60 HRC)					
								N.º DE DIBUJO					
								Plano A5					
								A3					
								PESO:		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1	



NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.
3- Todos los chaflanes según se indica en la cota.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:				
DIBUJ.	I.RODRÍGUEZ		31/01/23				Eje de Transmisión 2 Subconjunto Módulo de Cambio Rápido				
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL: SAE 4140 TEMPLADO Y REVENIDO (55 -60 HRC)			N.º DE DIBUJO Plano A6				A3
				PESO:			ESCALA: 1:2				HOJA 1 DE 1



5

32

12

A

20

20

A

8

$\phi 26$

$+0,015$
 $0,000$

$\phi 12$

40

N6

SECCIÓN A-A

=30=

=20=

4 AGUJEROS $\phi 6,5$

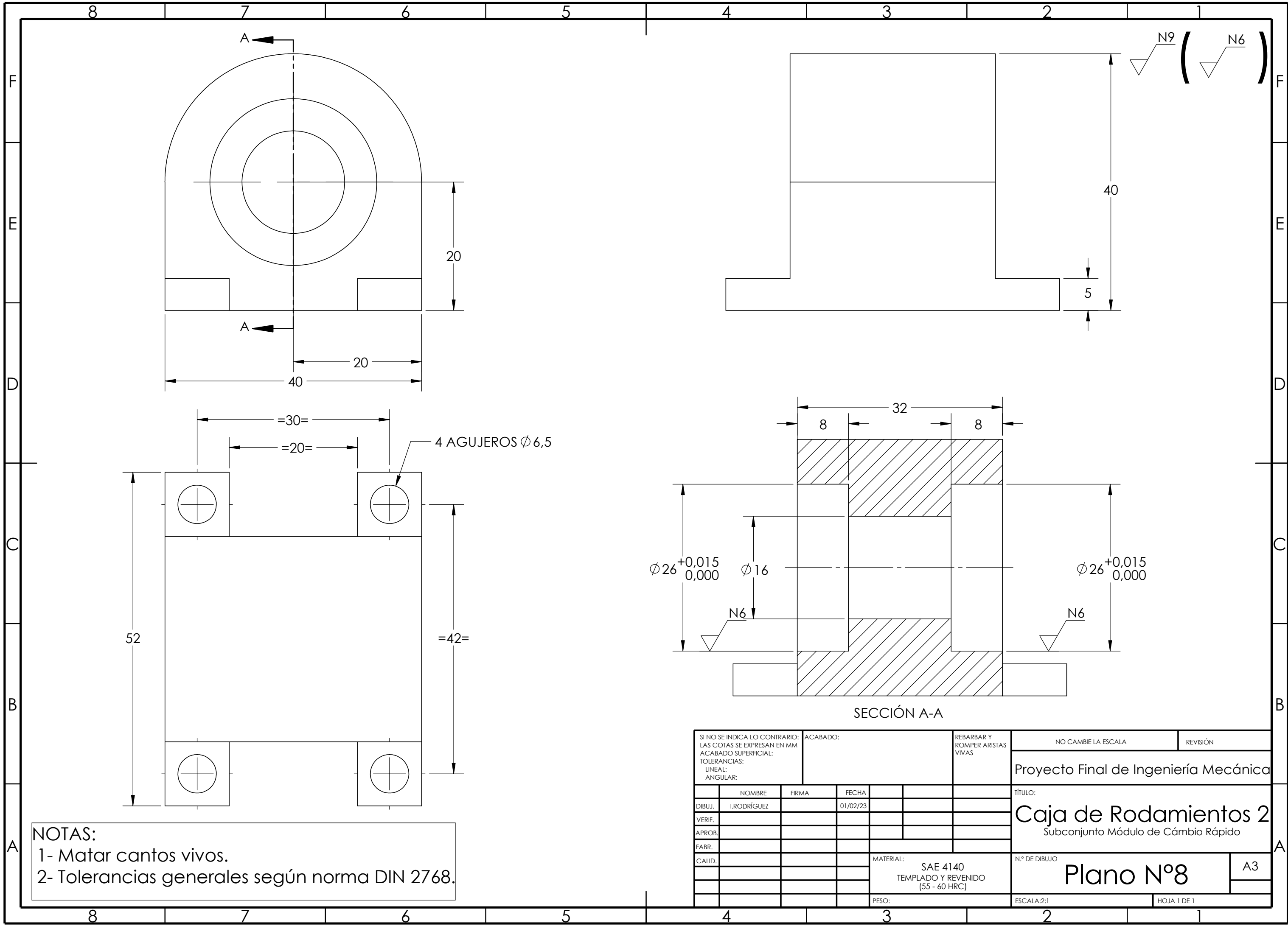
=22=

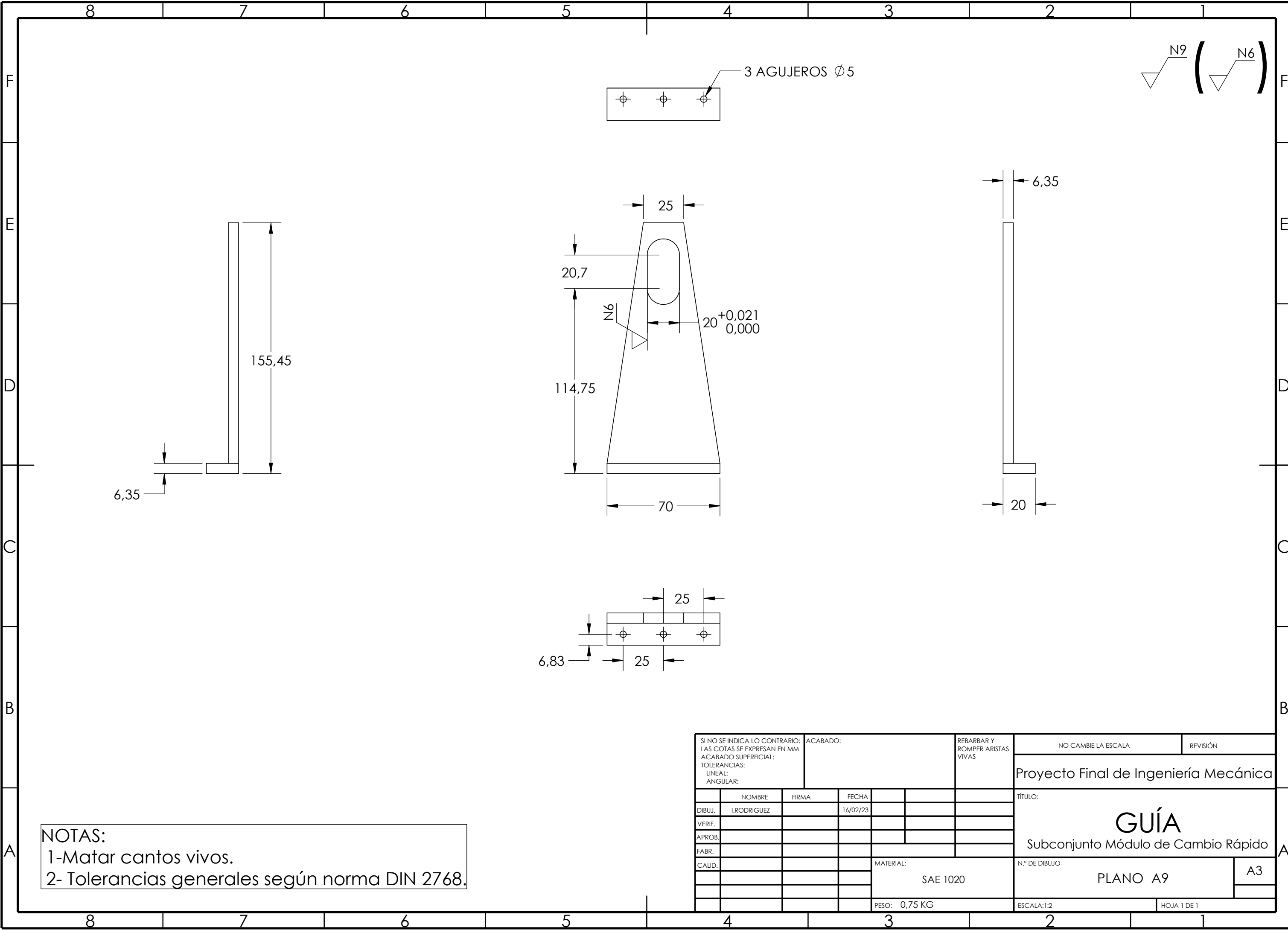
40

NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias Gnerales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:						ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
										Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE		FIRMA		FECHA					TÍTULO:			
DIBUJ.		I.RODRIGUEZ				01/02/23					Caja de Rodamientos 1 Subconjunto Módulo de Cambio Rápido		
VERIF.													
APROB.													
FABR.													
CALID.						MATERIAL: SAE 4140 TEMPLADO Y REVENIDO (55 - 60 HRC)				N.º DE DIBUJO Plano A7		A3	
						PESO:				ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1	

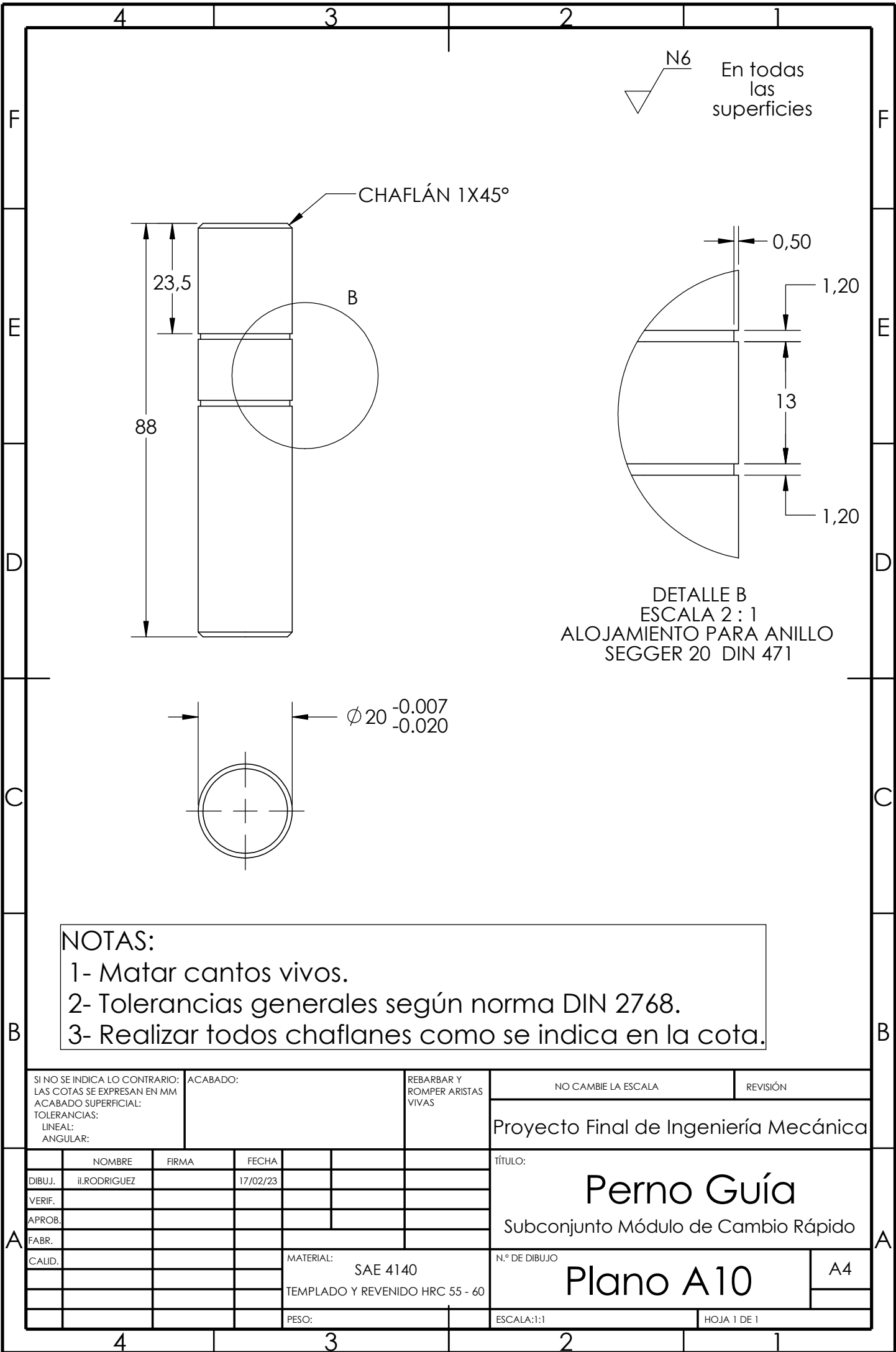
N9 (N6)

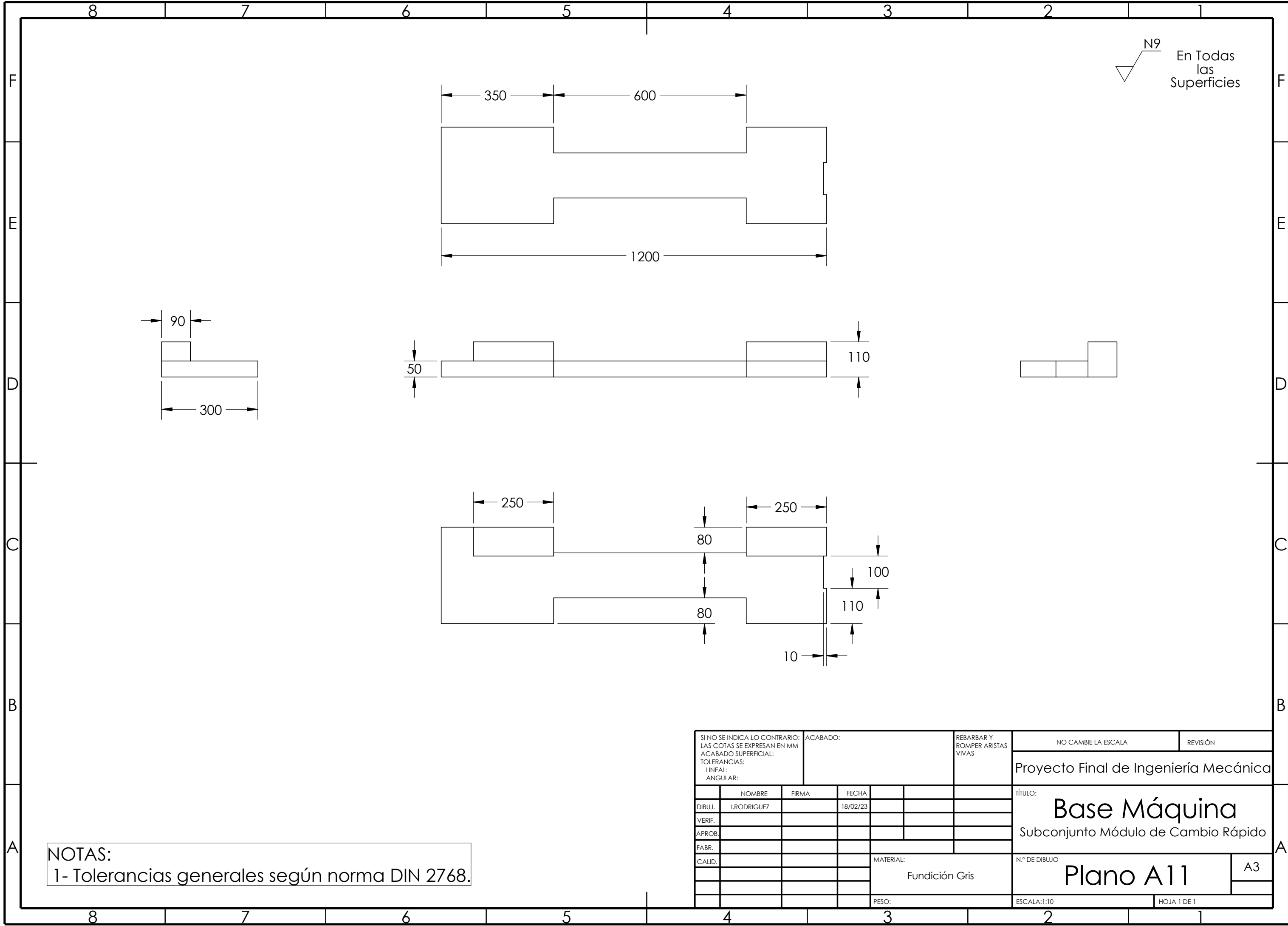


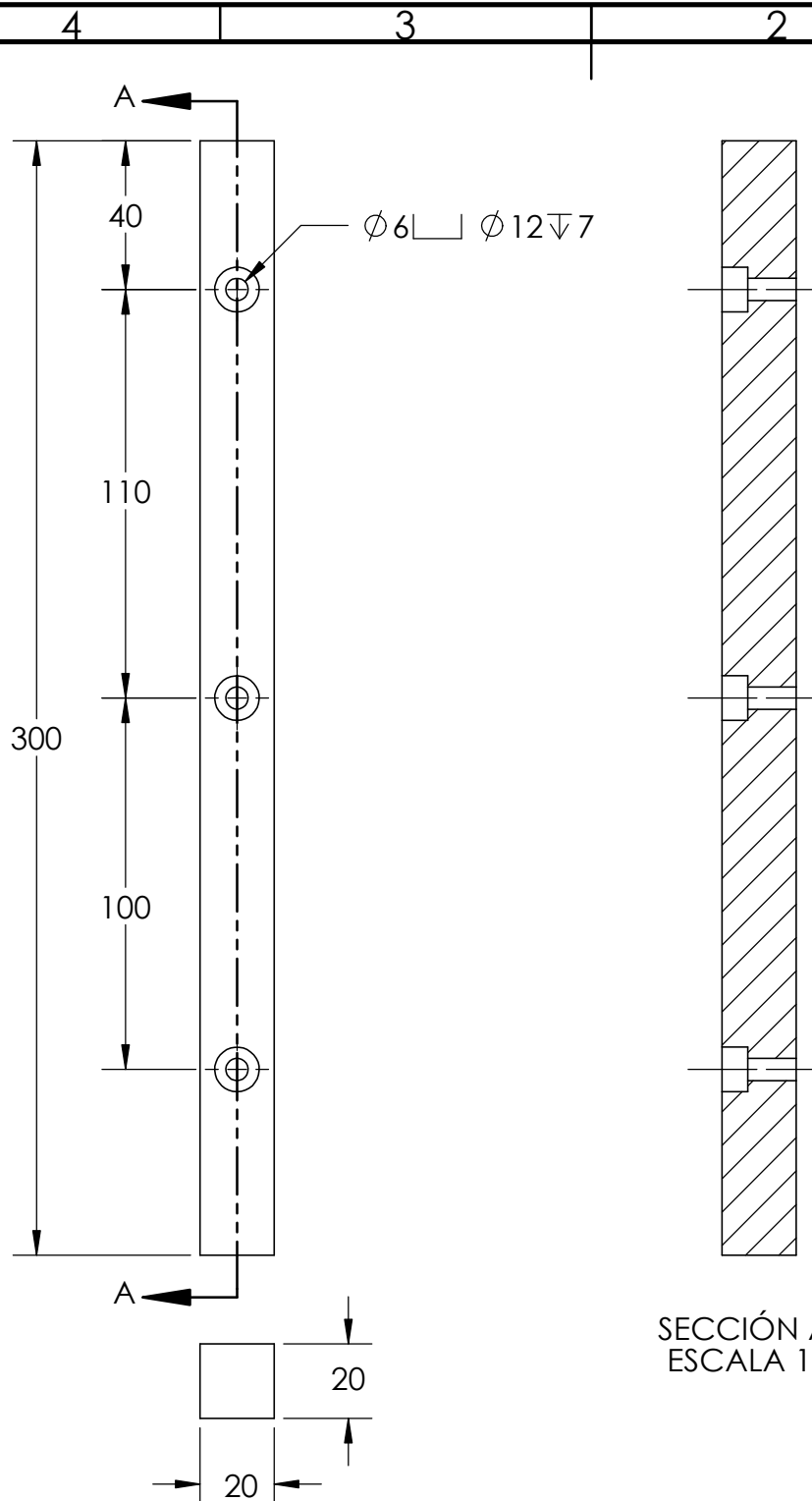


NOTAS:
1-Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
							Proyecto Final de Ingeniería Mecánica		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: GUÍA Subconjunto Módulo de Cambio Rápido		
DIBUJ.	I.RODRIGUEZ		16/02/23						
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL: SAE 1020			N.º DE DIBUJO PLANO A9		A3
				PESO: 0,75 KG			ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1



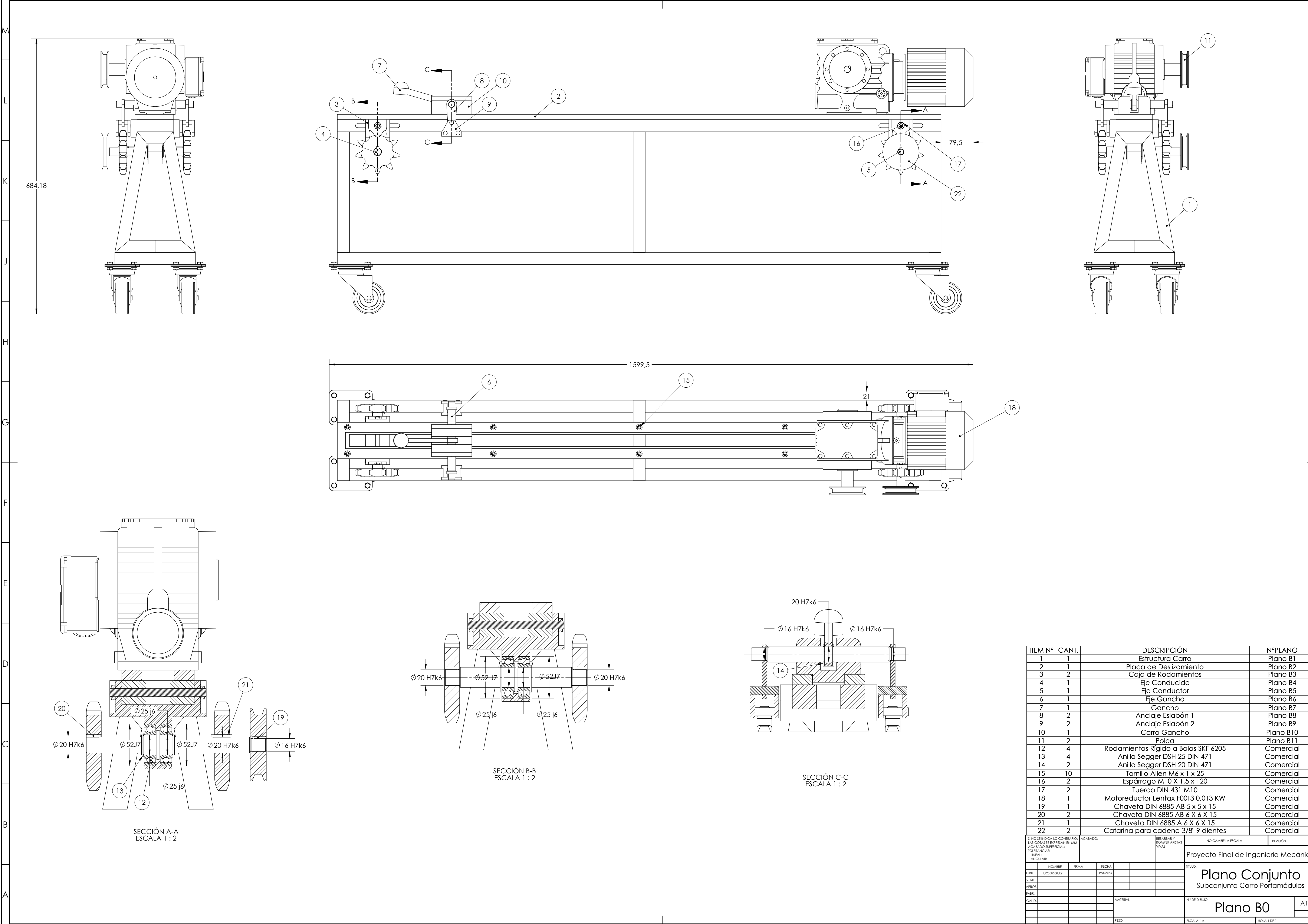




SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

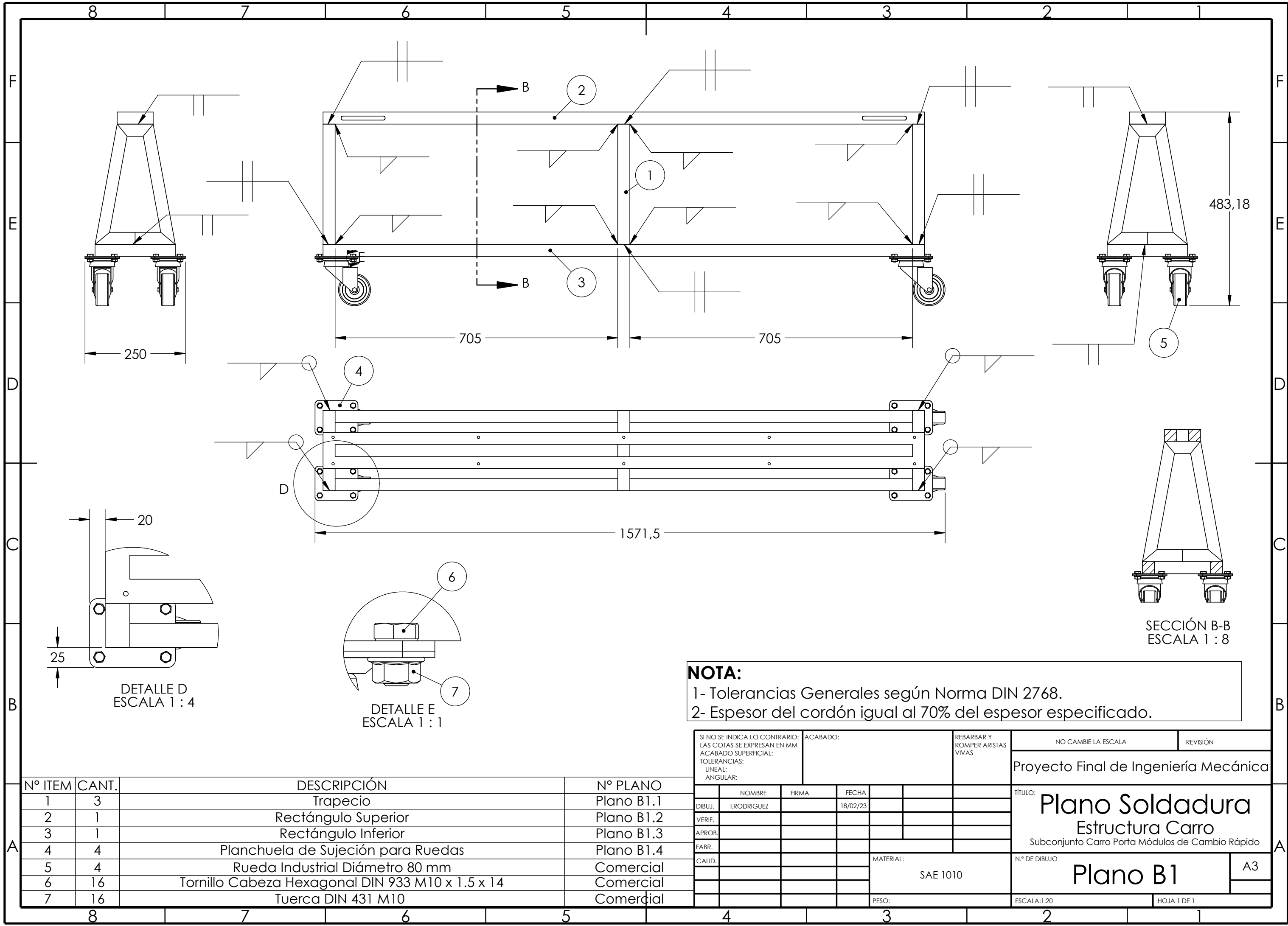
NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

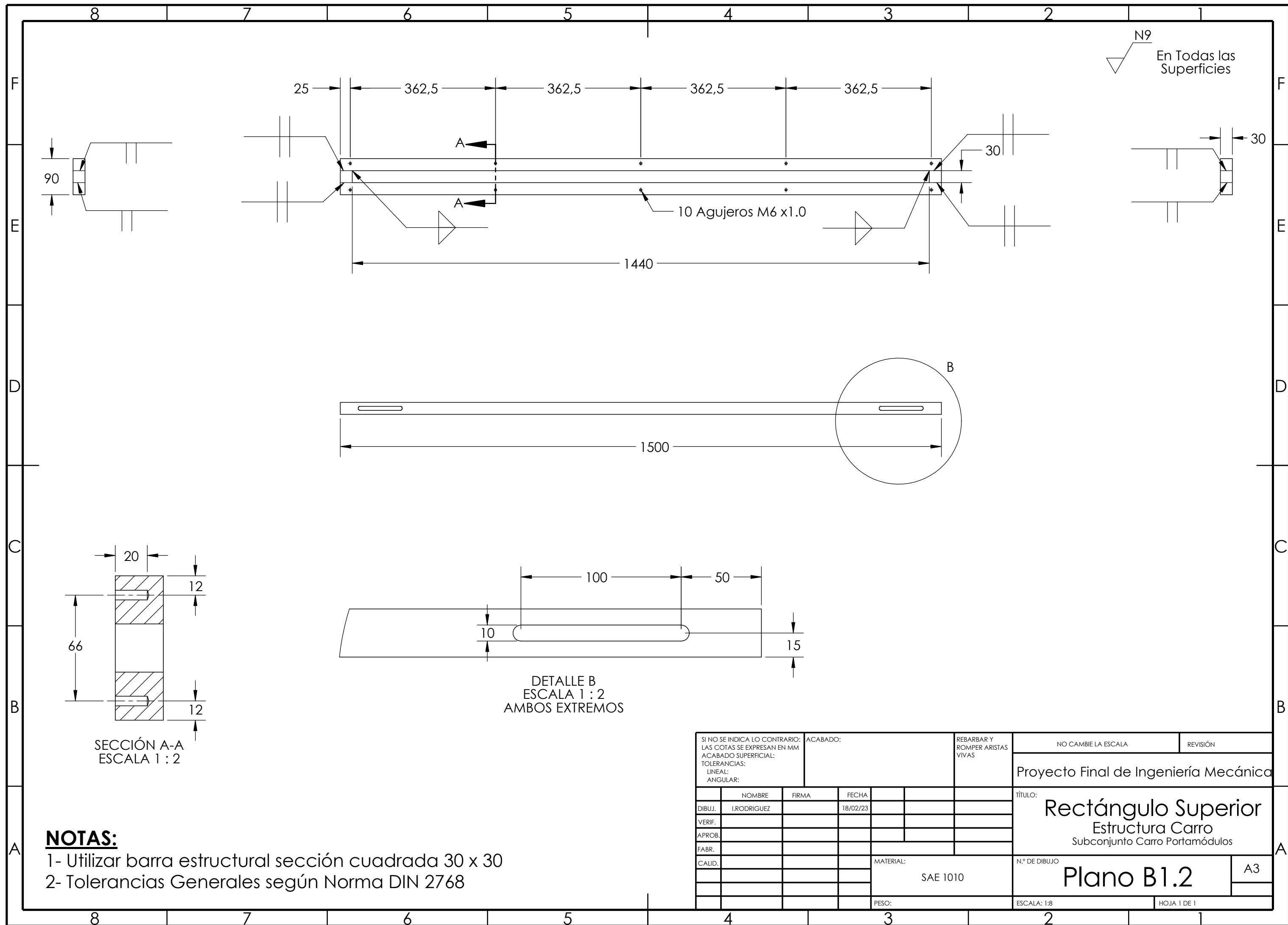
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica
A	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: Tope Longitudinal Subconjunto Módulo de Cambio Rápido		N.º DE DIBUJO Plano A12		
	DIBUJ.	I. RODRIGUEZ	18/03/23					
	VERIF.							
	APROB.							
	FABR.							
	CALID.							
				MATERIAL: Grilón				
				PESO:		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1

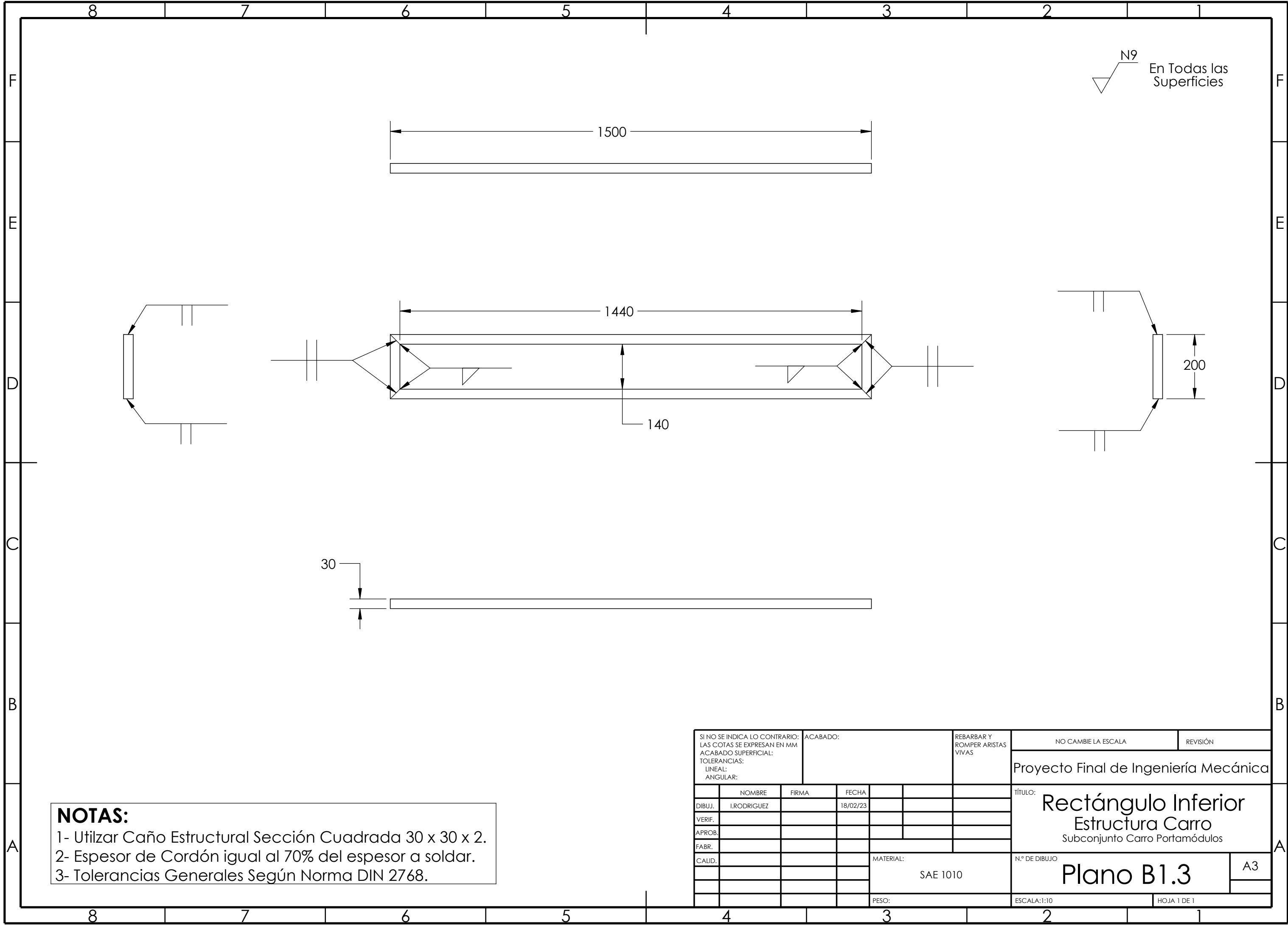


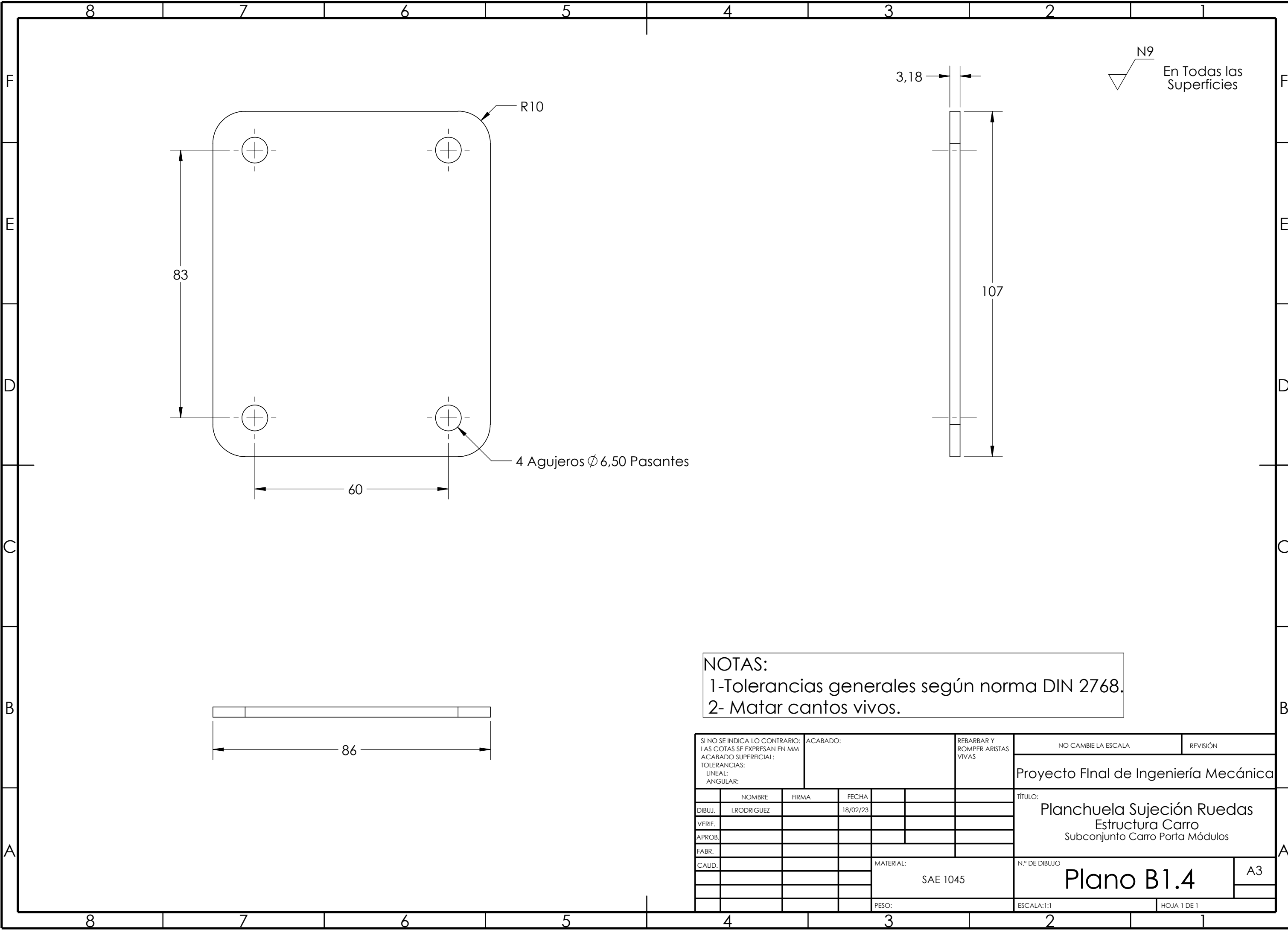
ITEM N°	CANT.	DESCRIPCIÓN	N°PLANO
1	1	Estructura Carro	Plano B1
2	1	Placa de Deslizamiento	Plano B2
3	2	Caja de Rodamientos	Plano B3
4	1	Eje Conducido	Plano B4
5	1	Eje Conductor	Plano B5
6	1	Eje Gancho	Plano B6
7	1	Gancho	Plano B7
8	2	Anclaje Eslabón 1	Plano B8
9	2	Anclaje Eslabón 2	Plano B9
10	1	Carro Gancho	Plano B10
11	2	Polea	Plano B11
12	4	Rodamientos Rígido a Bolas SKF 6205	Comercial
13	4	Anillo Segger DSH 25 DIN 471	Comercial
14	2	Anillo Segger DSH 20 DIN 471	Comercial
15	10	Tornillo Allen M6 x 1 x 25	Comercial
16	2	Espárrago M10 X 1,5 x 120	Comercial
17	2	Tuerca DIN 431 M10	Comercial
18	1	Motoreductor Lentax F00T3 0,013 KW	Comercial
19	1	Chaveta DIN 6885 AB 5 x 5 x 15	Comercial
20	2	Chaveta DIN 6885 AB 6 X 6 X 15	Comercial
21	1	Chaveta DIN 6885 A 6 X 6 X 15	Comercial
22	2	Catarina para cadena 3/8" 9 dientes	Comercial

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
DIBUJ. I. RODRIGUEZ		FIRMA	FECHA 19/02/23	TÍTULO: Proyecto Final de Ingeniería Mecánica	
VERIF.				Plano Conjunto Subconjunto Carro Portamódulos	
APROB.					
FABR.					
CALID.					
			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO	Plano B0
			PESO:	ESCALA: 1:4	
					HOJA 1 DE 1



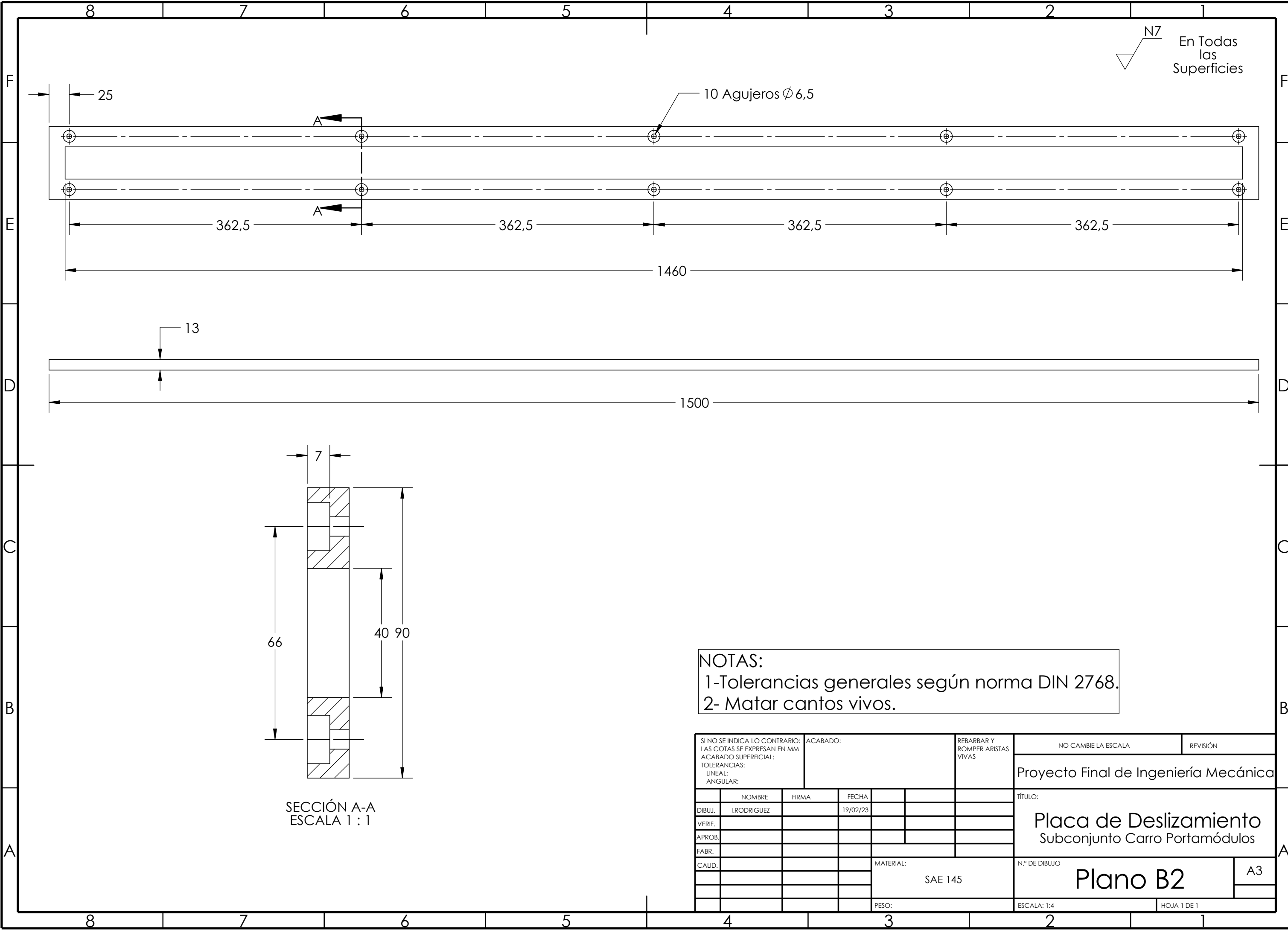






NOTAS:
1-Tolerancias generales según norma DIN 2768.
2- Matar cantos vivos.

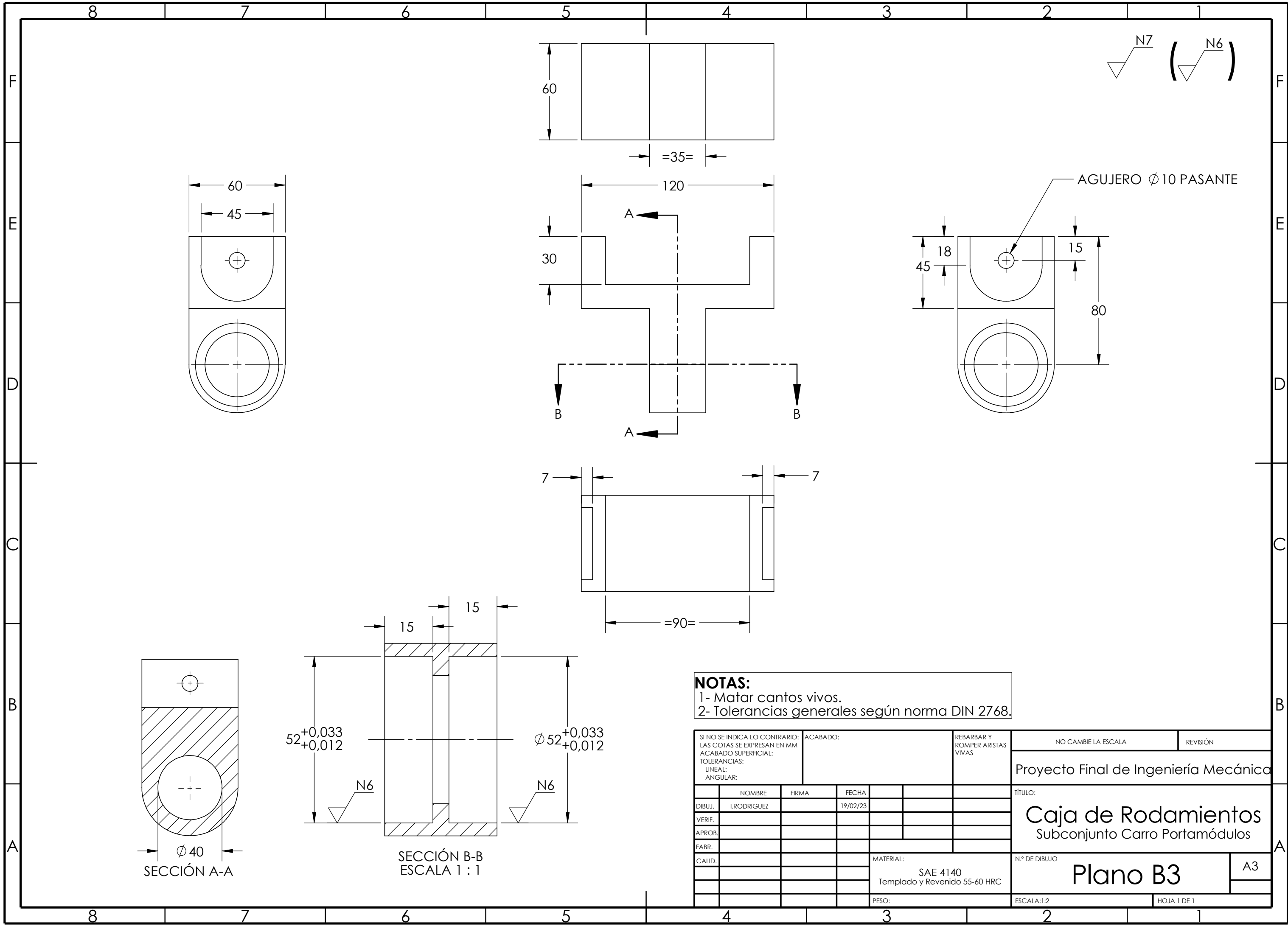
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Flnal de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: Planchuela Sujeción Ruedas Estructura Carro Subconjunto Carro Porta Módulos				
DIBUJ.	I.RODRIGUEZ		18/02/23								
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL: SAE 1045			N.º DE DIBUJO				A3
							Plano B1.4				
				PESO:			ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1		



NOTAS:
1-Tolerancias generales según norma DIN 2768.
2- Matar cantos vivos.

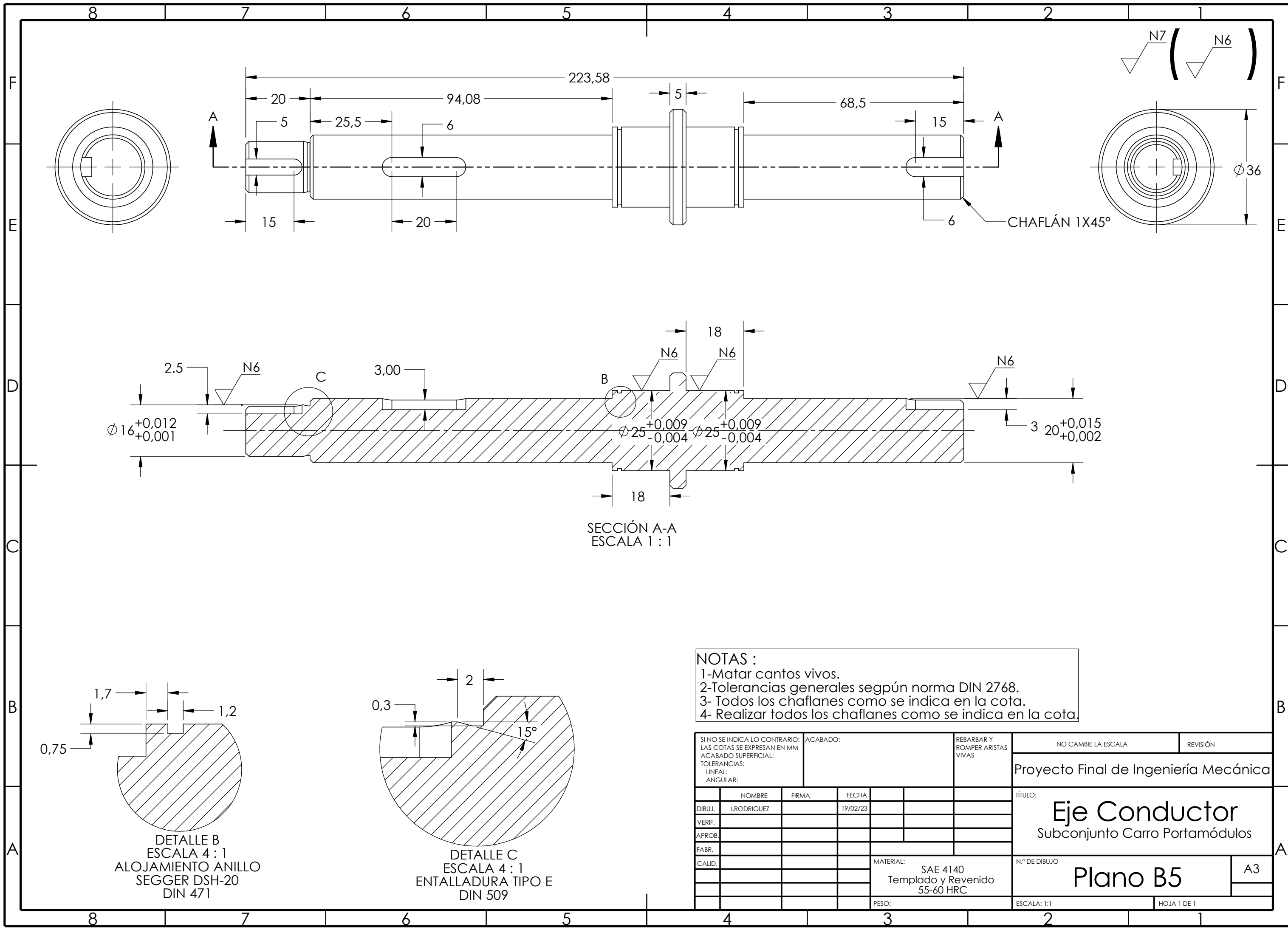
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: Placa de Deslizamiento Subconjunto Carro Portamódulos				
DIBUJ.	I.RODRIGUEZ		19/02/23								
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL: SAE 145			N.º DE DIBUJO Plano B2				A3
				PESO:			ESCALA: 1:4			HOJA 1 DE 1	

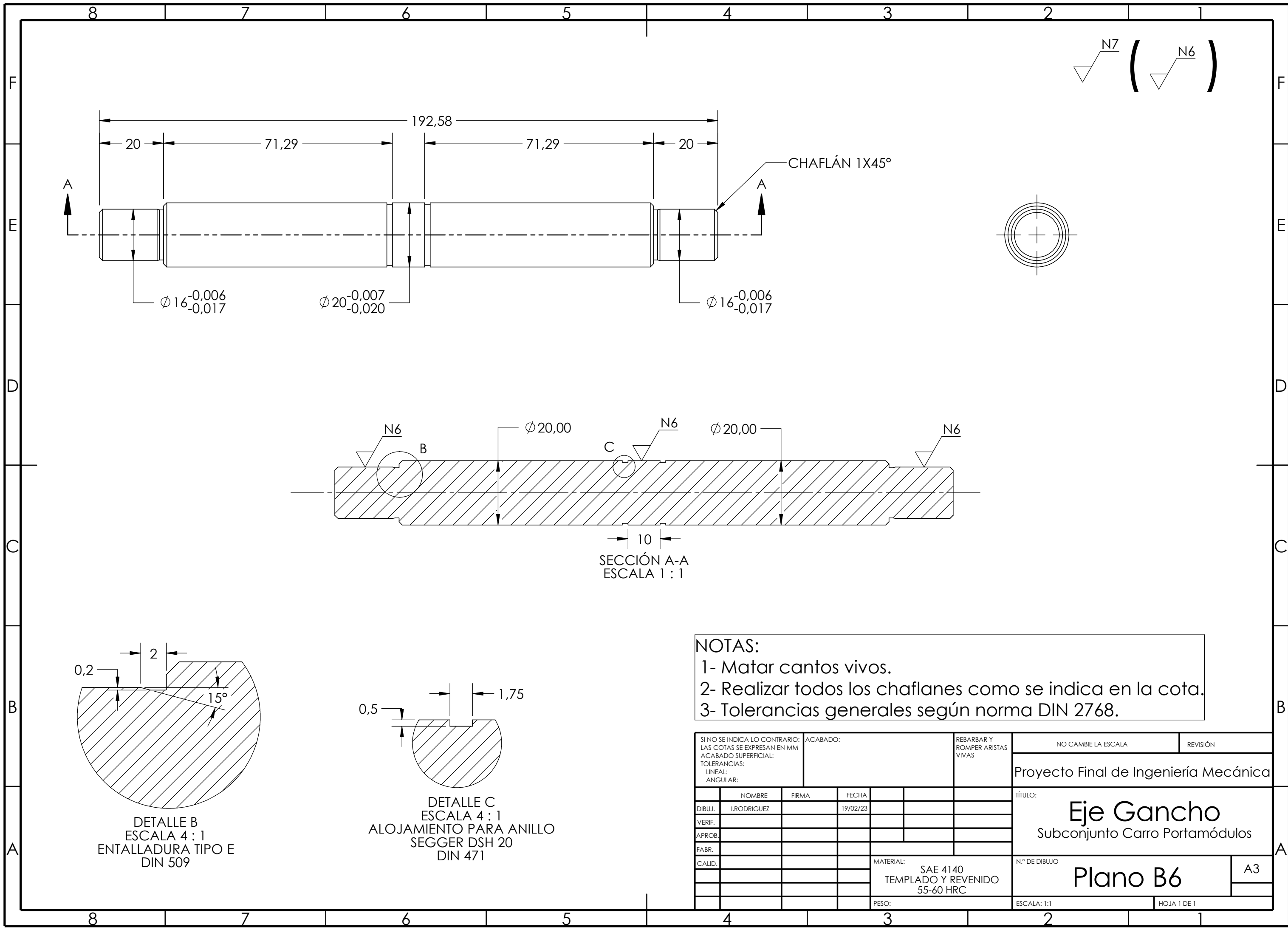
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

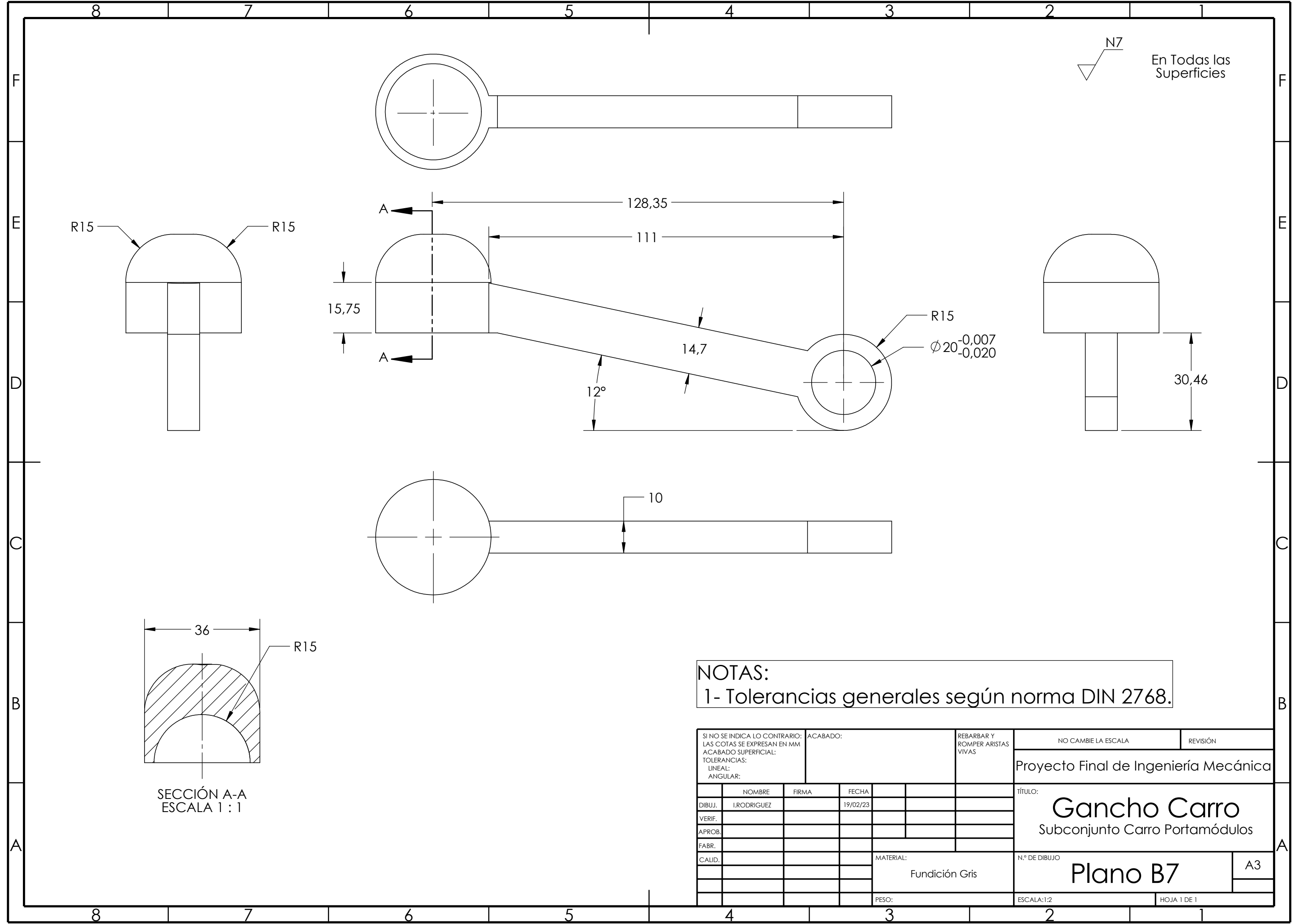


NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
		NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO: Caja de Rodamientos Subconjunto Carro Portamódulos	
DIBUJ.		I.RODRIGUEZ				19/02/23					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											
										A	



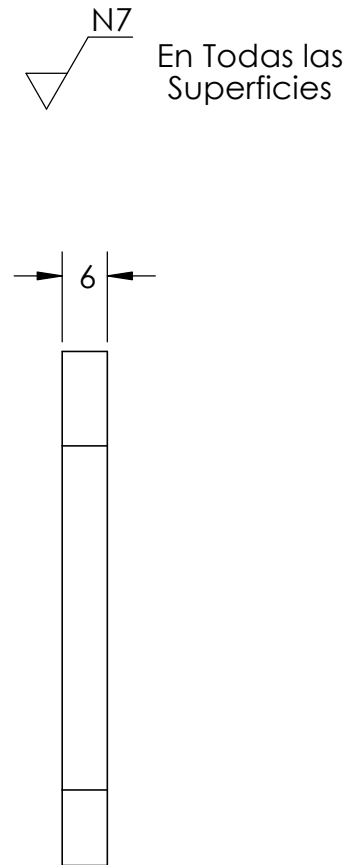




N7
En Todas las Superficies

NOTAS:
1- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
		NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO: Gancho Carro Subconjunto Carro Portamódulos	
DIBUJ.		I.RODRIGUEZ				19/02/23					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											



1- Tolerancias generales según norma DIN 2768
2- Matar cantos vivos.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Anclaje Eslabón 1 Subconjunto Carro Portamódulos					
DIBUJ.	I.RODRIGUEZ		19/02/23								
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											
				MATERIAL:			N.º DE DIBUJO			A4	
				SAE 1010			Plano B7				
				PESO:			ESCALA:1:1			HOJA 1 DE 1	

4

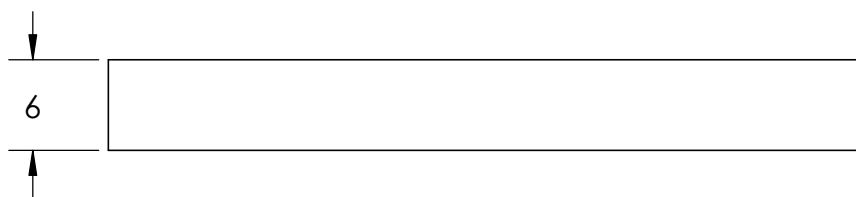
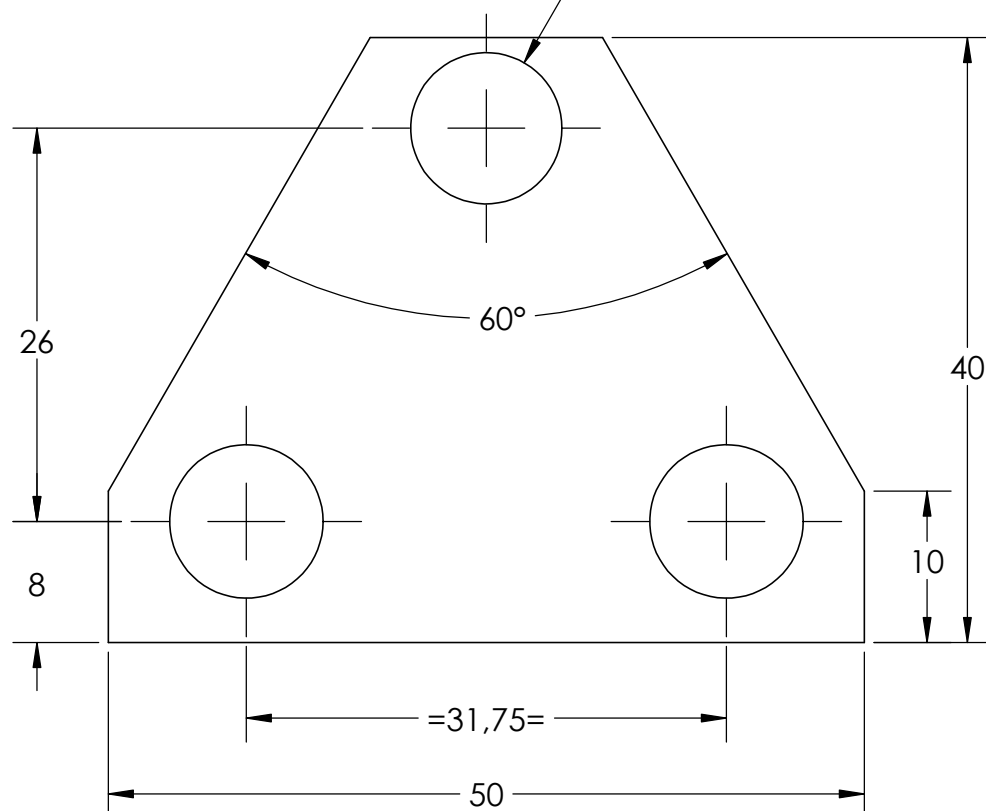
3

2

1



En Todas las Superficies

3 AGUJEROS $\phi 10$ 

NOTAS:

- 1- Matar cantos vivos
- 2- Tolerancias generales según norma DIN 2768

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica

TÍTULO:

Anclaje Eslabón 2
Subconjunto Carro Portamódulos

N.º DE DIBUJO

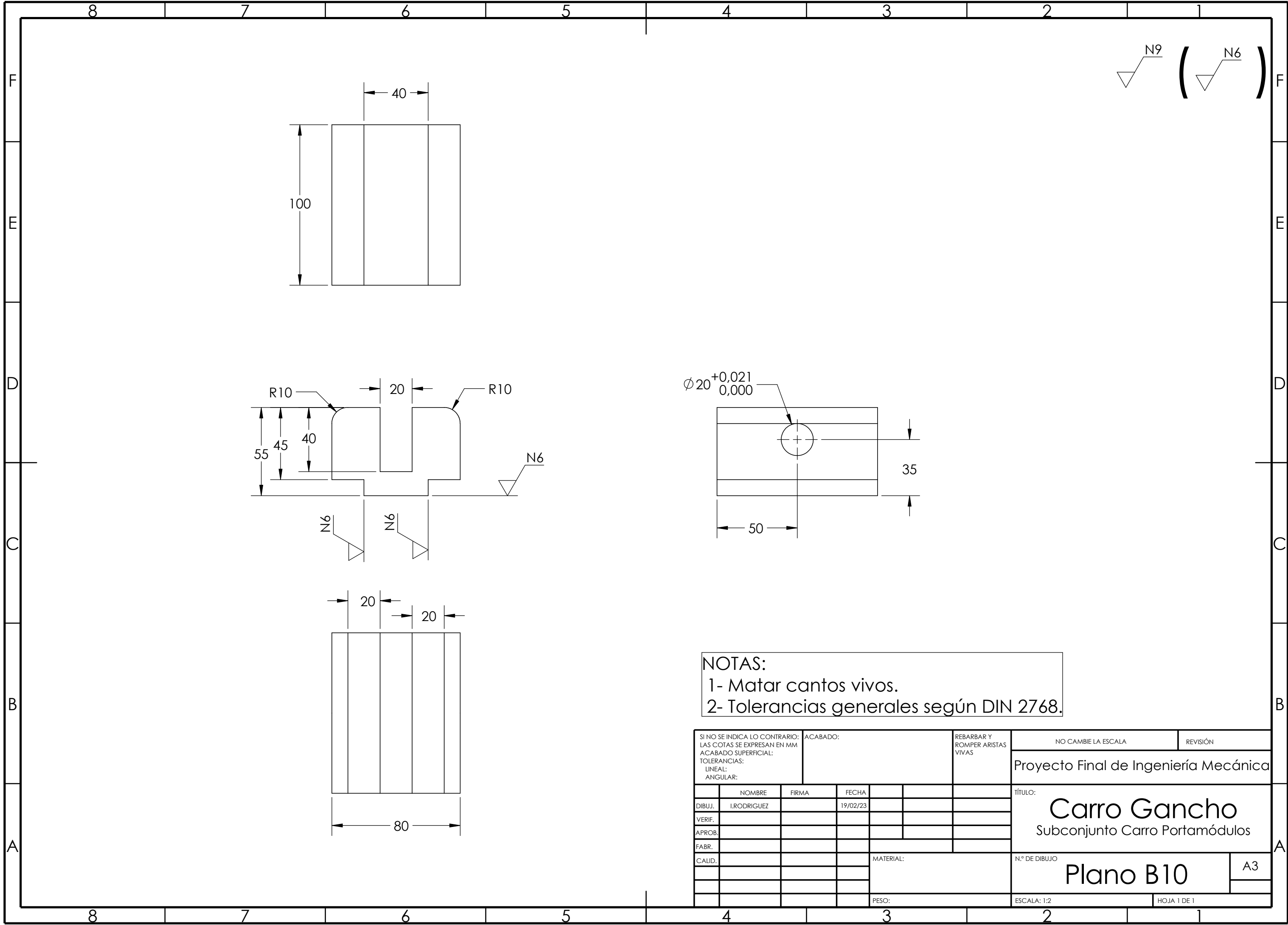
Plano B9

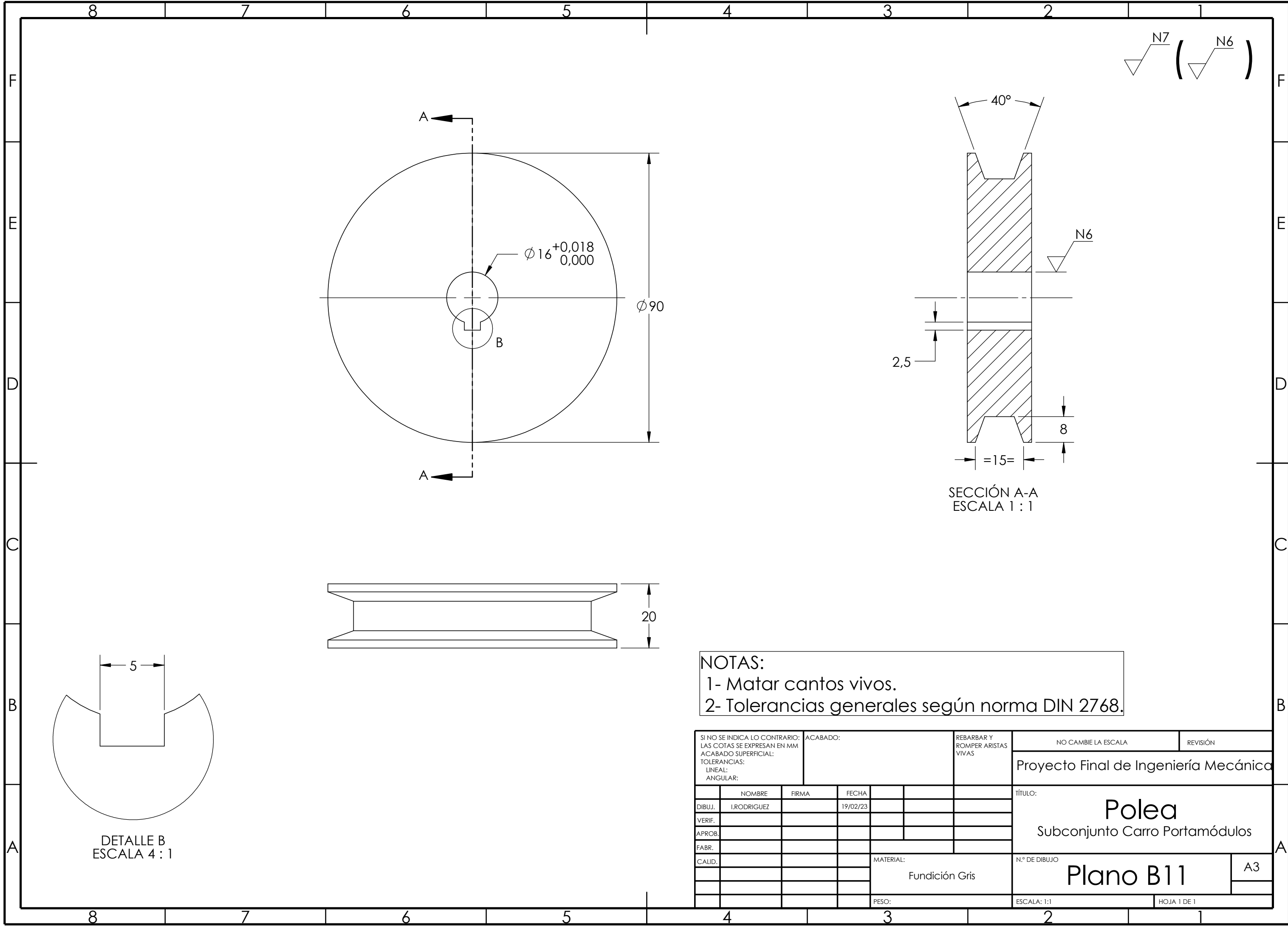
A4

PESO:

ESCALA:2:1

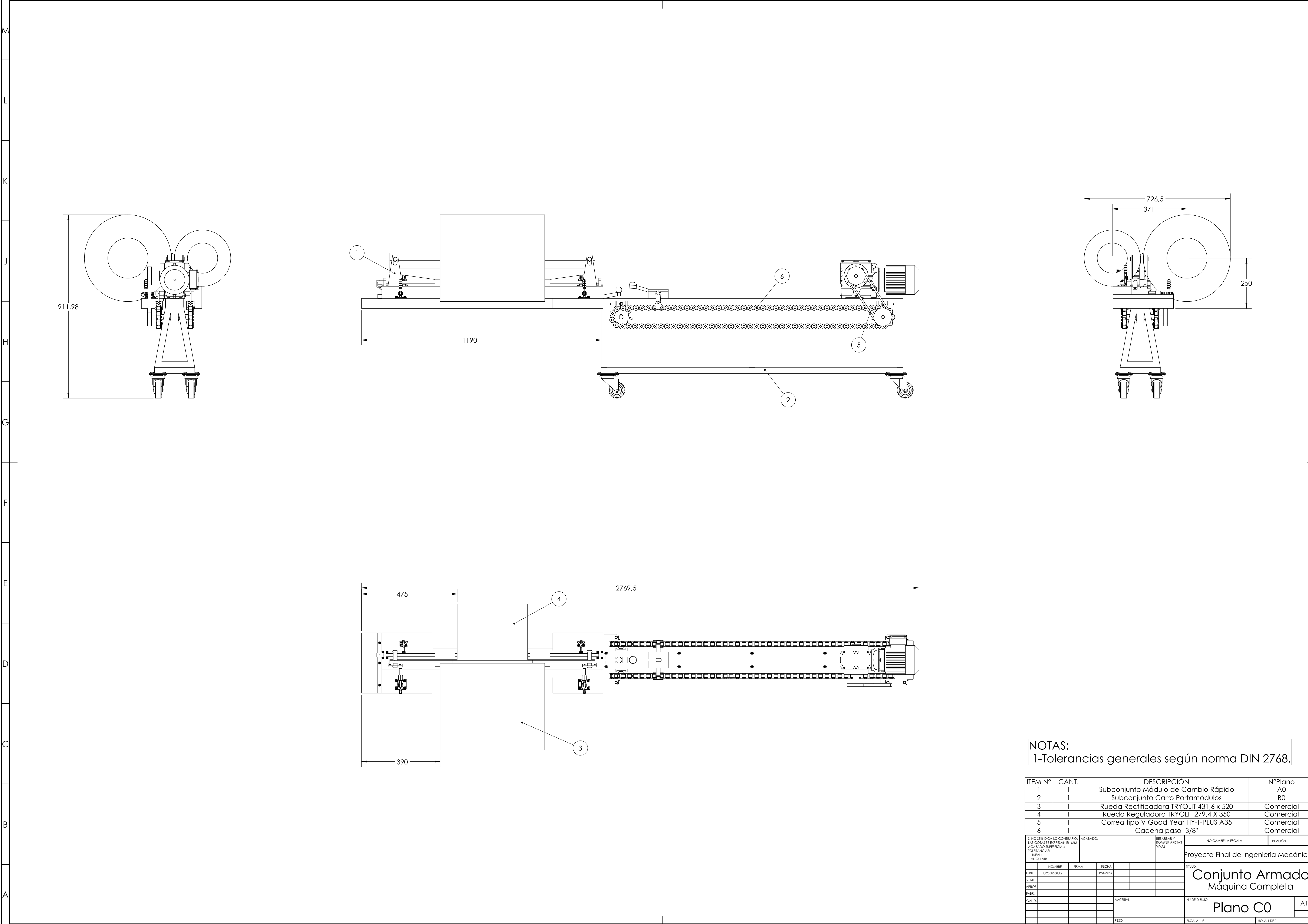
HOJA 1 DE 1





NOTAS:
1- Matar cantos vivos.
2- Tolerancias generales según norma DIN 2768.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:				
DIBUJ.	I.RODRIGUEZ		19/02/23				Polea Subconjunto Carro Portamódulos				
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL: Fundición Gris			N.º DE DIBUJO Plano B11			A3	
				PESO:			ESCALA: 1:1			HOJA 1 DE 1	



NOTAS:
1-Tolerancias generales según norma DIN 2768.

ITEM N°	CANT.	DESCRIPCIÓN	N°Plano
1	1	Subconjunto Módulo de Cambio Rápido	A0
2	1	Subconjunto Carro Portamódulos	B0
3	1	Rueda Rectificadora TRYOLIT 431,6 x 520	Comercial
4	1	Rueda Reguladora TRYOLIT 279,4 X 350	Comercial
5	1	Correa tipo V Good Year HY-T-PLUS A35	Comercial
6	1	Cadena paso 3/8"	Comercial
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN
DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.		NOMBRE I. RODRIGUEZ FECHA 19/02/23 MATERIAL: PESO:	TÍTULO: Conjunto Armado Máquina Completa N° DE DIBUJO Plano C0 ESCALA: 1:8 HOJA 1 DE 1