

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES



ASIGNATURA:

PROYECTO FINAL

AÑO: 2023

TRABAJO PRÁCTICO N°: PROYECTO FINAL

TÍTULO: DISEÑO DE UNA TRITURADORA DE MOLDES DE ARENA FENÓLICA

PROFESOR: ING. LAVELLA GUILLERMO

JEFE DE TP: ING. BERGON GUILLERMO

AYUDANTE: -

ALUMNOS:
CAPPARELLI, NICOLAS
PUENTE, SEBASTIAN
RACCHI, NICOLAS

ESPECIALIDAD: INGENIERÍA MECÁNICA

CURSO: S5052

GRUPO N°: 7

FECHA Y FIRMA DE LOS ALUMNOS:

FECHA Y FIRMA DE LA APROBACION DEL T.P.:

OBSERVACIONES:



INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | DEFINICIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1 | NECESIDAD | 4 |
| 1.2 | PROPUESTA | 4 |
| 2 | ESTADO DEL ARTE DEL PROYECTO | 6 |
| 2.1 | REFERENCIAS TÉCNICAS | 6 |
| 2.2 | REFERENCIAS DE MERCADO | 10 |
| 2.3 | REFERENCIAS LEGALES | 11 |
| 2.4 | REFERENCIAS NORMATIVAS | 12 |
| 2.5 | DAP | 14 |
| 3 | INGENIERÍA BÁSICA | 15 |
| 3.1 | CÁLCULOS DE ESFUERZOS | 17 |
| 3.1.1 | VOLUMEN DE ARENA ENTRE LAS MANDÍBULAS | 17 |
| 3.1.2 | ÁREA DE APLASTAMIENTO | 18 |
| 3.1.3 | PRESIÓN REAL EN LA PLACA FIJA [PR] | 19 |
| 3.1.4 | FUERZA TOTAL EN LA PLACA FIJA [FT] | 20 |
| 3.1.5 | REACCIONES EN PLACA DENTADA MOVIL | 20 |
| 3.1.6 | CÁLCULO Y PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL EJE EXCÉNTRICO | 21 |
| 3.1.7 | DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE “Q”, MOMENTO FLECTOR “M _F ” Y MOMENTO TORSOR “M _T ” | 23 |
| 3.1.8 | CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR MÁXIMO | 24 |
| 3.2 | CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE | 25 |
| 3.2.1 | VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ A LA TORSIÓN | 26 |
| 3.2.2 | VERIFICACIÓN A LA FATIGA EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN | 27 |
| 3.3 | CÁLCULO DE LA POTENCIA | 30 |
| 3.4 | CÁLCULO DEL VOLANTE DE INERCIA | 31 |
| 3.5 | CÁLCULO DE LA CORREA DE TRANSMISION | 33 |
| 3.6 | CÁLCULO DE LA POLEA DE TRANSMISION | 38 |
| 3.7 | SELECCIÓN DE RODAMIENTOS | 40 |
| 3.8 | SELECCIÓN DE LA CAJA PORTA RODAMIENTO | 44 |
| 4 | FACTIBILIDAD | 48 |
| 4.1 | ECONÓMICA | 48 |
| 4.1.1 | ESTUDIO DE MERCADO | 48 |
| 4.1.2 | PLAN DE NEGOCIO | 50 |
| 4.2 | COSTOS Y PRECIOS | 51 |
| 4.2.1 | PRECIO DE VENTA | 54 |
| 4.3 | VAN | 54 |
| 4.4 | TIR | 54 |



| | | |
|------------|--|------------|
| 4.5 | FODA | 55 |
| 4.6 | LOCALIZACIÓN DEL EMPRENDIMIENTO | 56 |
| | 4.6.1 ESTUDIO DE MACRO UBICACIÓN | 56 |
| | 4.6.2 ESTUDIO DE MICRO UBICACIÓN | 58 |
| 5 | IMPACTO DEL PROYECTO | 59 |
| 5.1 | IMPACTO SOCIAL | 59 |
| 5.2 | IMPACTO AMBIENTAL | 60 |
| 6 | INGENIERIA DE DETALLE | 61 |
| 6.1 | CÁLCULO POR ELEMENTO FINITO DEL COMPONENTE CRITICO | 61 |
| | 6.1.1 CALCULO POR ELEMENTO FINITO | 61 |
| | 6.1.2 CALCULO ANALITICO POR ELEMENTO FINITO | 63 |
| | 6.1.3 DEFORMACION DEL EJE PRODUCTO DE LA FLEXION | 70 |
| | 6.1.4 COMPARATIVA MÉTODO ANALITICO / SOFTWARE | 74 |
| 6.2 | SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS | 74 |
| | 6.2.1. CONVERTIDOR DE FRECUENCIA | 74 |
| | 6.2.2 CONTACTORES | 76 |
| | 6.2.3 RELE TERMICO (GUARDA MOTOR) | 77 |
| | 6.2.4 LLAVE TERMOMAGNETICA | 77 |
| | 6.2.5 PARADA DE EMERGENCIA | 78 |
| | 6.2.6 BOTON DE ACCIONAMIENTO | 79 |
| | 6.2.7 SELECCIÓN DE GABINETE PARA COMPONENTES ELECTRICOS | 79 |
| 6.3 | CÁLCULO DEL VÁSTAGO POSICIONADOR | 80 |
| 6.4 | SELECCIÓN DEL RESORTE PARA EL VÁSTAGO POSICIONADOR | 82 |
| 6.5 | SELECCIÓN DE ANILLOS SEEGER | 82 |
| 6.6 | CÁLCULO DE CHAVETEROS | 83 |
| 6.7 | SELECCIÓN DE SOPORTES ANTIVIBRACIÓN | 84 |
| 7 | CIERRE | 85 |
| 7.1 | CALCULO DEFINITIVO DE LOS COSTOS DEL PROYECTO | 85 |
| | 7.1.1 PRECIO DE VENTA..... | 87 |
| 7.2 | VAN | 87 |
| 7.3 | TIR | 88 |
| 7.4 | REVISION DEL ESTUDIO DE MERCADO | 88 |
| 7.5 | FOLLETO COMERCIAL | 94 |
| 8 | BIBLIOGRAFÍA | 95 |
| 9 | PLANOS | 96 |
| 10 | MANUAL DE MANTENIMIENTO | 116 |
| 11 | ANEXOS | 130 |



1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 NECESIDAD

La idea del proyecto surge a partir de la experiencia de uno de los integrantes del grupo, el cual trabajó durante 16 años en una PYME metalúrgica dedicada a la fabricación de piezas de fundición gris y nodular para todo tipo de industrias.

La empresa cuenta con varios sistemas de moldeo como ser Tierra Verde, Shell Moulding y Resina Fenólica, este último, de gran importancia por el volumen de producción en constante crecimiento y su capacidad para ser reciclada.

Con foco en la reducción de consumo de materias primas y priorizando el cuidado del medio ambiente, desde hace varios años la empresa recicla casi el 100% de sus bloques de arena mediante un proceso térmico. Dicho proceso térmico tiene como variables principales el tamaño del bloque de arena y la temperatura. Hoy en día la empresa cuenta con un horno en el cual se arrojan los moldes recién fundidos a la vez que tres quemadores a gas natural elevan la temperatura hasta los 400 °C aproximadamente. Al mismo tiempo, 2 operarios rompen los bloques de arena sobrantes, o de descarte en pedazos pequeños y los arrojan dentro del horno para ser procesados.

1.2 PROPUESTA

La idea del proyecto es diseñar una trituradora de moldes que cumpla la función de los operarios en triturar los bloques de arena, simplificando una tarea repetitiva, permitiendo mejorar la eficiencia del proceso y asegurando que se procese la cantidad de bloques de arena según requerimiento diario.

Para el diseño de la máquina trituradora se considerarán aspectos como la capacidad de trituración, las características de los bloques de arena fenólica y el tamaño final deseado de los bloques. Además, se tendrán en cuenta la eficiencia y la seguridad en la operación de la máquina, así como la facilidad de mantenimiento y reparación.

Los aspectos fundamentales a considerar son, entre otros:

- Tamaño promedio de los bloques a triturar

Esto, es directamente proporcional al tamaño de los moldes que se fabrican en la empresa. En este caso, se ha establecido que el tamaño máximo será de 25 cm x 40 cm x 15 cm, lo que significa que la máquina trituradora debe tener una altura y una abertura de entrada adecuadas para permitir que los bloques entren y sean triturados de manera efectiva.

- Capacidad de trituración diaria
- Se ha establecido que se necesitará triturar entre 3 y 5 toneladas de bloques de arena por día de trabajo (jornada de 8 hs), lo que significa que la máquina trituradora debe ser capaz de procesar esta cantidad de material de manera eficiente y segura.



- Material de la “herramienta” de trituración

La herramienta de trituración consistirá en dos placas de Acero al Manganeso ASTM A-128 clase C, una fija y otra móvil en un plano inclinado, que se mueve en vaivén y compacta los bloques de arena fenólica rompiéndolos por medio de la compresión, sin necesidad de tener un filo.

- Tamaño final del bloque y forma de transporte a los hornos

En este caso, se ha establecido que el tamaño final deberá rondar los 5 a 8 centímetros y que la arena será transportada mediante una cinta hacia un horno, donde se quemará el componente de resina fenólica.

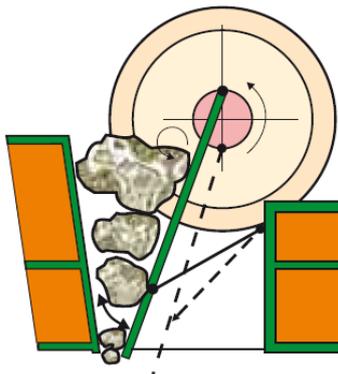
2 ESTADO DEL ARTE DEL PROYECTO

2.1 REFERENCIAS TÉCNICAS

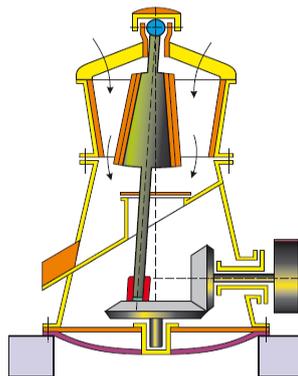
La trituradora de moldes de arena no existe como tal en el mercado, sin embargo, su principio de funcionamiento es idéntico al de una trituradora de piedra convencional, las cuales se pueden clasificar como perteneciendo a dos grupos principales:

- Trituradoras por compresión, que comprimen el material hasta que este se rompe.
- Trituradoras por impactos, las cuales usan el principio de impactos rápidos para triturar el material.

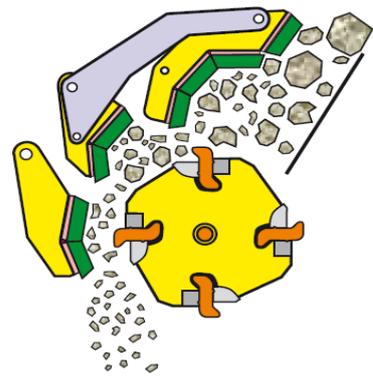
Las trituradoras de mandíbulas, cono, giratorias y de rodillos operan según el principio de compresión, mientras que las trituradoras de impactos y los molinos de martillos usan el principio de impacto.



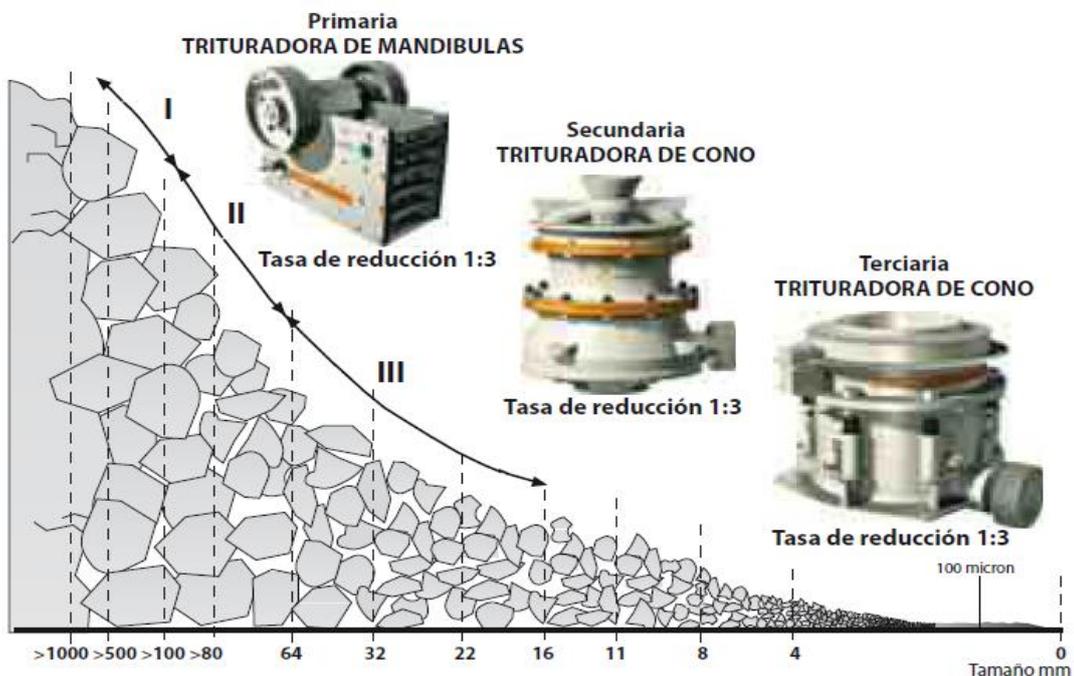
Trituradora de mandíbula



Trituradora giratoria



Trituradora de impacto

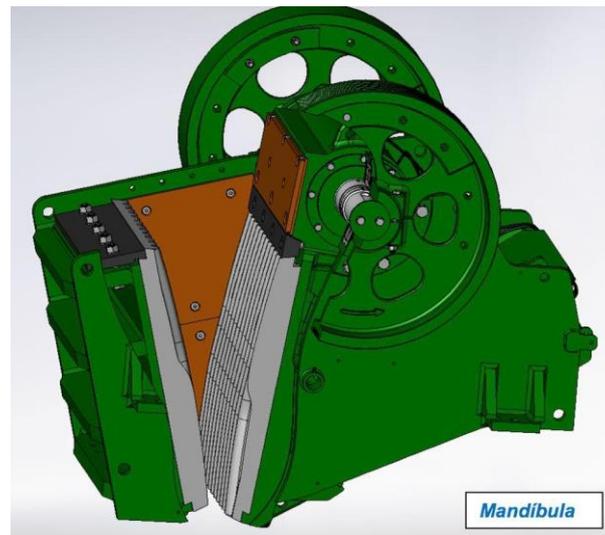




Las principales características de cada una, son:

Trituradora de mandíbula:

- **Mandíbulas:** La trituradora de mandíbulas está equipada con dos mandíbulas, una fija y otra móvil. La mandíbula móvil se mueve hacia adelante y hacia atrás para aplastar el material contra la mandíbula fija.
- **Sistema de transmisión:** La mayoría de las trituradoras de mandíbulas están equipadas con un sistema de transmisión que mueve la mandíbula móvil hacia adelante y hacia atrás. Esto se logra mediante un motor y una polea que hacen girar un eje excéntrico.
- **Tamaño de alimentación:** Las trituradoras de mandíbulas tienen una abertura de alimentación en la parte superior, donde se introduce el material a triturar. El tamaño máximo de alimentación de la trituradora de mandíbulas está determinado por la abertura de alimentación.
- **Capacidad de producción:** La capacidad de producción de una trituradora de mandíbulas depende del tamaño de la abertura de alimentación, la velocidad de la mandíbula móvil, la dureza del material y otros factores.
- **Ajuste de la abertura de salida:** La abertura de salida de la trituradora de mandíbulas se puede ajustar para controlar el tamaño del producto final. Esto se logra mediante un sistema de ajuste hidráulico o mecánico que cambia la posición de la mandíbula móvil.
- **Durabilidad:** Las trituradoras de mandíbulas están diseñadas para soportar cargas pesadas y trabajar en ambientes difíciles. Por lo general, están construidas con materiales resistentes al desgaste y tienen una vida útil prolongada.
- **Mantenimiento:** Para garantizar un rendimiento óptimo y una vida útil prolongada, las trituradoras de mandíbulas requieren un mantenimiento regular, que puede incluir la lubricación, el cambio de piezas desgastadas y la limpieza.
- **Potencia:** La potencia de la trituradora se verá afectada por parámetros como la dureza del material a triturar, el tamaño, el ángulo de la mandíbula y la velocidad de trituración necesaria. Existe así, un sinfín de máquinas de diversos tamaños y potencias que varían desde unos pocos kW hasta cientos de kW. Las más potentes son utilizadas en canteras para la trituración de minerales.



Trituradora giratoria:

- Una trituradora giratoria es esencialmente una máquina que opera por la acción de la gravedad, donde el material fluye desde la parte superior hacia la parte inferior. Son esencialmente usadas en la etapa de trituración primaria y secundaria en superficie.
- Comparadas con las de mandíbulas, estas tienen 2 o 3 veces más capacidad de tratamiento de mineral para un tamaño igual de abertura de alimentación no son capaces de manejar materiales arcillosos.
- Las trituradoras giratorias pueden considerarse, de hecho, como una trituradora de mandíbulas de tipo continua, pues su trabajo consiste en una sucesión ininterrumpida de acciones de presión y expansión. Por este motivo, las trituradoras giratorias trabajan con la mitad de su volumen en la totalidad del tiempo, mientras que las de mandíbulas trabajan la mitad del tiempo con la totalidad del volumen.
- Los trituradores giratorios ofrecen de dos a tres veces los caudales correspondientes a los trituradores de mandíbulas de iguales dimensiones de boca y abertura de salida
- En vacío, los trituradores giratorios consumen, aproximadamente, el 30 % de la energía a plena carga, mientras que los de mandíbulas lo hacen en cuantías que varían del 45 % al 50 %.
- Medido por el consumo de energía, el caudal del triturador giratorio por kWh es de 1.5 hasta 1.6 el del triturador de mandíbulas.
- Las trituradoras giratorias primarias son especificadas donde la capacidad de producción excede las 800 ton/h. Se los puede encontrar con dimensiones de más de 10 metros de altura, con pesos mayores a 600 toneladas y consumos de energía superiores a 1000 KW.
- La carga puede ser directamente depositada en su tolva de alimentación por las volquetas o camiones de carga.



- Las dimensiones principales que describen la forma de una trituradora giratoria pueden resumirse en:
 - Para tamaños de alimentación < 66 mm, la circunferencia a lo largo de la entrada de la alimentación debe estar entre 8 a 10 veces la boca de alimentación medida a lo largo del perímetro exterior.
 - Para tamaños de alimentación > 66 mm, la circunferencia a lo largo de la entrada de la alimentación debe estar entre 6,5 a 7,5 veces la boca de alimentación medida a lo largo del perímetro exterior.
 - El tamaño del producto de alimentación = 0,9 veces la boca de alimentación hasta 2 m de diámetro.
 - Los rangos de razón de reducción están entre 3:1 a 10:1



Trituradora por impacto:

- **Diseño de rotor:** La trituradora de impacto tiene un rotor que gira a alta velocidad y que está equipado con martillos o cuchillas de impacto. Estos elementos golpean el material a medida que gira el rotor, lo que ayuda a reducir su tamaño.
- **Cámara de trituración:** La cámara de trituración de la trituradora de impacto es generalmente más grande que la de las trituradoras de mandíbula, lo que permite procesar materiales más grandes. La forma de la cámara de trituración también puede variar, desde cónica hasta cilíndrica, dependiendo del diseño de la máquina.
- **Sistema de ajuste:** Las trituradoras de impacto suelen tener un sistema de ajuste de la distancia entre los martillos y la placa de impacto para poder ajustar la salida del material. Este sistema puede ser manual o hidráulico.



- **Materiales de construcción:** Los materiales utilizados en la construcción de las trituradoras de impacto son generalmente de alta resistencia, como acero de alta calidad y materiales resistentes al desgaste, para asegurar una larga vida útil.
- **Tipos de trituradoras de impacto:** Hay varios tipos de trituradoras de impacto, incluyendo las de eje horizontal y las de eje vertical. Las trituradoras de impacto de eje horizontal suelen ser utilizadas para triturar materiales más blandos, mientras que las de eje vertical son más adecuadas para materiales duros y resistentes.



2.2 REFERENCIAS DE MERCADO

Características dimensionales de algunos modelos encontrados en el mercado:

| | Marca | Modelo | Precio (USD) | Capacidad (t/h) | Potencia (Kw) | Apertura Alimentador (mm) | Dimensiones (mm) | Peso (t) | Movimiento | Tamaño de descarga de grano | País |
|---|-----------------|---|--------------|-----------------|---------------|---------------------------|------------------|----------|------------|-----------------------------|----------|
| 1 | Baichy | PE 150x250 | 9,900 | 1 a 4 | 5.5 | 150 x 250 | 896x745x935 | 1.2 | Fija | 40mm a 80mm | CHINA |
| 2 | Retsch | Jaw Crusher B0600 | 28,500 | 0.5 a 3.5 | 15 | 240 x 400 | 925x1600x1370 | 1.35 | Fija | 1mm a 6mm | ALEMANIA |
| 3 | Retsch | Jaw Crusher B0400 | 13,500 | 0.05 a 0.4 | 5.5 | 90 x 220 | 695x1399x719 | 0.4 | Fija | 0.5mm a 2mm | ALEMANIA |
| 4 | Techongtia | JAW Rock Crusher 2.2Kw | 925 | 0.053 a 0.4 | 2.2 Kw | 61 X 150 | 435x650x700 | 0.6 | Fija | 6mm a 30.48mm | EE. UU |
| 5 | 911Metallurgist | Jaw Rock Crusher 2"x6" | 8,000 | 0.6 | 3 Kw | 50 x 150 | 350x700x1300 | 1 | Fija | 10mm a 25mm | CANADA |
| 6 | 911Metallurgist | Jaw Rock Crusher 2.25' x 3" | 2,000 | 0.0182 | 0.745 Kw | 57 x 76 | 280 X 280 X 204 | 0.164 | Fija | 5mm a 20mm | CANADA |
| 7 | 911Metallurgist | Small Laboratory Jaw Crusher 2 1/4" x 3" | 6,000 | 0.012 | 3.35 Kw | 57 x 76 | 407 x 610 x 1200 | 0.8 | Fija | 20mm hasta 1 mm | CANADA |
| 8 | 911Metallurgist | 5" x 7" High Reduction Ratio Jaw Crusher | 12,000 | 0.3 a 0.25 | 3.7 Kw | 127 x 178 | 600x800x1300 | 1.15 | Fija | 20mm hasta 1 mm | CANADA |
| 9 | 911Metallurgist | 4" x 5" Laboratory Jaw Crusher 911MPE1100 | 16,000 | 0.3 a 0.25 | 3 Kw | 100 x 130 | 500x650x1200 | 1.4 | Fija | 20mm hasta 2 mm | CANADA |

La tabla anterior muestra una amplia gama de equipos de trituración de diversos fabricantes de todo el mundo, cuyo campo de acción está enfocado principalmente en la industria minera. Estos fabricantes han desarrollado una variedad de trituradoras, cada una de las cuales se ha diseñado para cumplir con diferentes requerimientos y necesidades específicas de la industria.

Sin embargo, en el mercado actual, no existe una empresa que se dedique a fabricar máquinas con las mismas especificaciones que la empresa requiere. Por lo tanto, hemos recurrido a las referencias de las trituradoras mencionadas anteriormente para desarrollar nuestra propia máquina, teniendo en cuenta las características y requerimientos únicos que necesitamos para llevar a cabo nuestro proceso de producción.

Una de las principales diferencias que se destacan en nuestra máquina de trituración es su campo de aplicación específico. A diferencia de las trituradoras de la industria minera, nuestra



máquina ha sido diseñada para procesar arena fenólica, lo que permitirá su reutilización en el proceso de fabricación de moldes y, por ende, reducir los costos de producción. Este enfoque particular ha sido fundamental en el diseño de nuestra máquina y nos ha permitido desarrollar una solución personalizada que se adapta perfectamente a nuestras necesidades específicas.

Además, nuestra máquina se ha diseñado con la capacidad de procesar grandes cantidades de arena fenólica, lo que aumentará significativamente la eficiencia de nuestro proceso de producción y reducirá el tiempo necesario para llevar a cabo esta tarea. La máquina también se ha diseñado para ser fácil de operar y mantener, lo que garantizará una vida útil prolongada y un rendimiento confiable en el tiempo. Gracias a estas capacidades que podrá lograr la máquina diseñada, lograremos reducir los costos de trituración así también los tiempos entre cada proceso de llenado del horno de recuperación de arena.

Gracias a las capacidades de nuestra máquina de trituración, estamos seguros de que lograremos mejorar significativamente nuestros procesos de producción. En primer lugar, como mencionamos anteriormente, nuestra máquina permitirá la reutilización de arena fenólica en el proceso de fabricación de moldes, lo que reducirá los costos de producción al minimizar la necesidad de incorporar arena virgen en cada proceso de fabricación. Esto será especialmente beneficioso a largo plazo, ya que nos permitirá reducir nuestro gasto en materiales y aumentar nuestra rentabilidad.

Además, al permitir la reutilización de la arena fenólica, nuestra máquina reducirá el tiempo necesario para llenar el horno de recuperación de arena entre cada proceso de producción. Como resultado, podremos acelerar nuestro proceso de producción general y mejorar nuestra eficiencia. También nos permitirá reducir el tiempo necesario para llevar a cabo el proceso de trituración, lo que nos permitirá aumentar nuestro rendimiento y cumplir con los plazos de producción.

Otro beneficio significativo de nuestra máquina es que ha sido diseñada para ser fácil de operar. Esto significa que nuestros trabajadores podrán utilizarla de manera efectiva y sin complicaciones, lo que aumentará la productividad y reducirá el tiempo de inactividad. También será fácil de mantener, lo que garantizará un rendimiento confiable a largo plazo y reducirá los costos asociados con el mantenimiento y reparación de la máquina.

2.3 REFERENCIAS LEGALES

Es importante destacar que el cumplimiento de estas regulaciones no solo es necesario para evitar sanciones y multas, sino también para asegurar la protección del medio ambiente y la salud de los trabajadores. Por lo tanto, es fundamental que la máquina a desarrollar cumpla con todas las normativas y regulaciones establecidas.

Es por eso que el equipo de desarrollo del proyecto deberá trabajar para asegurar que la máquina cumpla con todas las regulaciones necesarias y esté en línea con los valores de responsabilidad social y ambiental.

Ley Nacional de Medio Ambiente N° 25.675: Esta ley establece el marco general para la protección y preservación del medio ambiente en Argentina. Contiene disposiciones relacionadas con la gestión de residuos y la protección del suelo, aire y agua



Resolución N° 126/2018: Establece los límites máximos permisibles de emisión para fuentes fijas, incluyendo emisiones de partículas, de acuerdo con las actividades industriales específicas. Esta resolución establece límites en función del tipo de actividad y la clasificación de la fuente emisora.

Resolución N° 78/2019: Establece los procedimientos para la medición y monitoreo de emisiones atmosféricas de fuentes fijas en Argentina. Define los métodos de medición, los requisitos para los equipos

Resolución N° 12/2019: Establece los procedimientos para la presentación de informes de emisiones a la autoridad competente. Establece los requisitos para la recopilación, registro y presentación de datos sobre las emisiones de las fuentes fijas, incluyendo las partículas

Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley N° 19.587): Esta ley establece las normas básicas de seguridad e higiene en el trabajo y tiene como objetivo principal garantizar la prevención de accidentes y enfermedades laborales.

2.4 REFERENCIAS NORMATIVAS

En este proyecto, el diseño de la máquina es completamente nuevo y no existe una normativa específica que se aplique integralmente a la misma. Por lo tanto, será necesario aplicar diferentes normas de fabricación para cada componente en particular de la máquina, garantizando que cada uno cumpla con los requerimientos necesarios.

Para ello, se realizará una evaluación detallada de las normas de fabricación y seguridad aplicables a cada uno de los componentes, para garantizar que se cumplan los estándares correspondientes. Además, se deberán cumplir las regulaciones en cuanto a la utilización de materiales y procesos de fabricación. De esta manera, se asegurará el cumplimiento de los estándares necesarios para la fabricación de la máquina, así como su operación y mantenimiento adecuados.

A continuación, se presentarán las normas que serán aplicables al desarrollo del proyecto, las cuales serán citadas de manera individual para cada componente de la máquina a diseñar. Esto se debe a que, al tratarse de una máquina diseñada desde cero, no existe una normativa aplicable en su totalidad. Las mismas son:

Normas ISO para los rodamientos: Estas normas proporcionan pautas y métodos para el cálculo y selección de rodamientos de manera precisa y confiable.

- **ISO 281** : para la vida nominal de rodamientos.
- **ISO 15** : para las dimensiones y tolerancias de los rodamientos.

Norma DIN 743: Contiene ecuaciones y procedimientos metódicos para la verificación de la carga, capacidad de flechas y ejes.

Norma ASME Y14.5: Centrada en la definición y especificación de tolerancias geométricas para componentes mecánicos.



Norma DIN 2095: Requisitos técnicos para resortes de compresión helicoidales de acero al carbono y acero aleado. Cubre aspectos como el dimensionamiento, las tolerancias y los métodos de prueba.

Norma ISO 4183: Establece las dimensiones y características de las poleas y correas trapezoidales (tipo Z, A, B, C, D, E) para transmisiones por correa.

Norma DIN 2211: Establece las dimensiones y tolerancias para las poleas de correa trapezoidal utilizadas en sistemas de transmisión.

Norma IEC 60034: Establece los requisitos generales para los motores eléctricos de corriente alterna y corriente continua. Especifica la clasificación de los motores eléctricos según su rendimiento, eficiencia energética, construcción, dimensiones, potencia nominal y otros aspectos relevantes.

Norma DIN 18800: Establece los requisitos para el diseño y cálculo de estructuras de acero. Proporciona directrices para el análisis de cargas, la resistencia estructural y los métodos de diseño.

Norma DIN 934: Establece los requisitos para tuercas hexagonales, utilizadas en anclaje.

Norma DIN 6914: Establece los requisitos para los bulones de alta resistencia utilizados en uniones.

Norma ASTM D1418: Establece los requisitos para materiales de O-rings de elastómero

Norma DIN 6885: Establece las dimensiones y tolerancias para los chaveteros y chavetas utilizados en aplicaciones de unión de ejes y componentes en maquinaria y equipos mecánicos.



2.5 DAP

| DAP (documento de análisis de proyecto) Quebrantadora de moldes de arena fenólica | | |
|---|---|--|
| OBJETIVOS Características deseables | CRITERIOS Escala de medidas | LIMITACIÓN / RESTRICCIÓN Valor del numero |
| Normas | Ley | 19587 decreto 351/79 |
| Tipo de estructura | Piezas de fundición / chapa | Estático |
| Dimensiones | Alto | 1500 mm |
| | Largo | 800mm |
| | Ancho | 600mm |
| Condiciones ambientales | Uso | Interior- IP65 |
| | Temperatura | 40°C (T° ambiente) |
| Durabilidad Control | Tiempo | 3 años uso continuo (8hs al día) |
| | Microcontrolador | --- |
| Terminación superficial | Pintura epoxi | RAL 7001 |
| Material | Estructura | ASTM A-36 / F-24 |
| | Mandíbulas | Acero al manganeso ASTM-A128 C |
| Costo | Mecanismo | Polea excéntrica/biela manivela |
| | Moneda (USD) | 10000-20000 |
| Plazo de entrega | Meses | No menor a 6 |
| Peso del equipo | Transportar el equipo en utilitario de mediano tamaño | 600 kg |
| Seguridad | Parada de emergencia | - |
| | Parada de funcionamiento del motor (contacto NA- NC) | - |
| Componentes | Origen nacional | 80% |
| | Importación | 20% |
| Vida útil esperada | Años | Más de 10 |
| Capacidad de producción | Cantidad de bloques de arena fenólica | 600Kg/h |
| | Dimensiones del bloque | 25cmx40cmx15cm |
| | Dureza de bloque | 80 Shore |
| | Peso de bloque | 15kg |
| Tipo de trituración | A mandíbula | Por impacto |
| Potencia | 3 KW | - |
| Densidad de la arena fenólica | 1700 Kg/m ³ | |
| Tamaño de partícula | 5 a 8 cm | |



3 INGENIERÍA BÁSICA

A continuación, se presentan los cálculos de las dimensiones de las principales partes de la máquina trituradora, la cual está constituida por las siguientes partes

- Mandíbula fija y móvil

Son las encargadas de triturar el molde de arena cuando la mandíbula móvil se acerca y aleja de la mandíbula fija. El movimiento en la mandíbula móvil se debe a la excentricidad del eje de la máquina. Las mandíbulas están formadas por:

- Placa fija y móvil. Es la parte de las mandíbulas que sirve de apoyo para las placas dentadas.
- Placa dentada fija y móvil. Es la parte de las mandíbulas que choca con el molde de arena, está expuesta a impacto y desgaste.
- Calzas de soporte. Son las encargadas de mantener las placas dentadas en su posición de trabajo con respecto a las placas fija y móvil.
- Buje. Es la parte de la mandíbula móvil que va acoplada al eje excéntrico, está formado por un casquillo de bronce en la parte interna y en la parte externa por un tramo de barra perforada de acero.

- Eje excéntrico

Transmite el movimiento del motor a la mandíbula móvil, su excentricidad permite que la mandíbula móvil se acerque y se aleje de la fija.

- Biela

Esta pieza sirve de apoyo para la mandíbula móvil, ayuda a resistir el impacto al momento de chancar la piedra, además junto con el sistema de regulación rige el tamaño del material triturado.

- Calzas de soporte de biela

Estas piezas junto con el vástago posicionador sirven para mantener a la biela en su posición de trabajo, se ubican en los extremos de la biela, la una acoplada a la mandíbula móvil y la otra al sistema de regulación de biela.

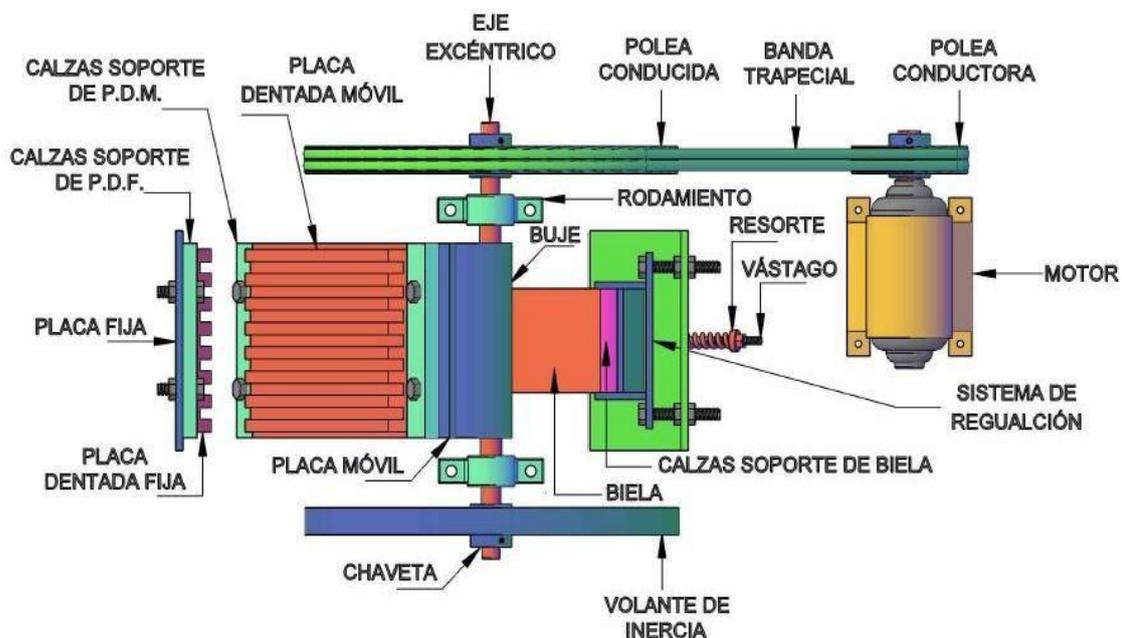
- Sistema de regulación de biela

Permite variar el tamaño del material triturado, al desplazar el sistema hacia la derecha la biela hace que el espacio entre las mandíbulas en la parte inferior aumente y por lo tanto el material triturado tendrá mayor tamaño y por lo contrario si se desplaza hacia la izquierda la biela hace que el espacio entre las mandíbulas en la parte inferior reduzca y por lo tanto el tamaño del material triturado será menor.

- Transmisión por banda trapecial

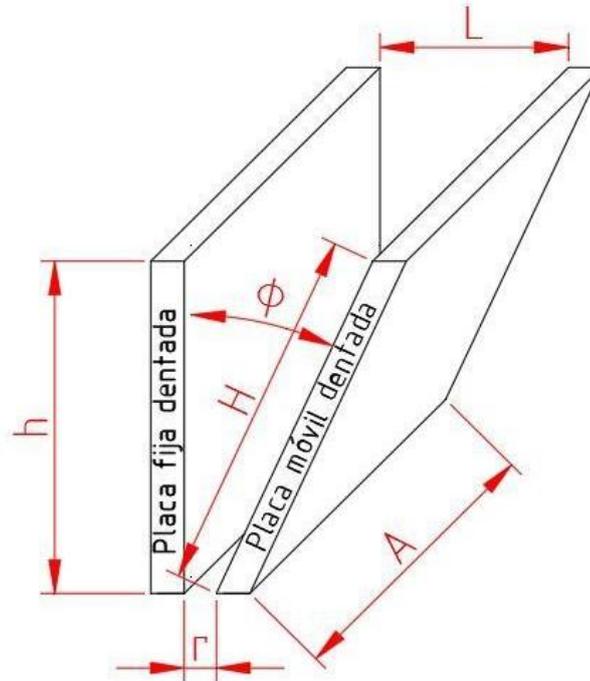
Permite transmitir el movimiento del eje del motor al eje de la máquina trituradora mediante un sistema de poleas y correas. Además, permite reducir la velocidad del motor hasta la velocidad deseada en el eje excéntrico.

- Volante de inercia
Sirve para equilibrar el sistema mecánico ya que en el otro extremo está la polea, además acumula energía en el momento en que la mandíbula móvil se aleja de la fija y la devuelve cuando la mandíbula móvil se acerca a la fija.
- Vástago posicionador y Resorte
Es la pieza de la máquina que sirve para impedir que la biela salga o caiga de su posición de trabajo, además impide que la mandíbula móvil se acerque demasiado a la mandíbula fija, todo esto gracias al resorte acoplado en su extremo derecho.
- Motor eléctrico
Transforma la energía eléctrica en energía mecánica, produce el movimiento en la transmisión por banda trapecial.
- Rodamiento
Este elemento sirve de apoyo para el eje excéntrico permitiéndole que este gire sobre él.
- Chavetas
Son las piezas que sirven para unir las poleas y el volante de inercia al eje excéntrico y al eje del motor.



3.1 CÁLCULOS DE ESFUERZOS

3.1.1 VOLUMEN DE ARENA ENTRE LAS MANDÍBULAS



Para obtener las principales dimensiones de las placas dentadas se parte del dato de L_{max} que es el tamaño máximo del material que va a ser triturado por la máquina. En nuestro caso se corresponde con el espesor del molde más grande a triturar.

$$L_{max} = \text{Tamaño máximo a triturar} = 15 \text{ cm}$$

Para asegurar que el molde entre en la máquina, determinamos que L_{max} corresponde al 80% de la apertura superior, por ende:

$$L_{max} = 0.8 \cdot L \rightarrow L = \frac{L_{max}}{0,8} = \frac{15 \text{ cm}}{0,8} = 18,75 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptamos } 19 \text{ cm}$$

La dimensión A (Ancho de la mandíbula) se fijó en **30 cm**. Se estableció que el tamaño máximo de material triturado se encuentra entre 5 y 8 cm, por lo tanto tendremos un reglaje (Dimensión "r") de **6,5 cm**. La altura de las mandíbulas la establecemos en de **40 cm**. Y el ángulo entre placas será:

$$\tan \alpha = \frac{\text{Apertura superior } [L_{max}]}{\text{Altura Mandíbula } [h]}$$

$$\alpha = \arctan \frac{L_{max}}{h}$$

$$\alpha = \arctan \frac{19 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$\alpha = 25,4^\circ$$



El largo de la mandíbula móvil (Dimensión “H”) será, por pitágoras:

$$H = (Apertura_{sup} - Apertura_{inf})^2 + (h)^2$$

$$H = (L_{max} - r)^2 + (h)^2$$

$$H = \sqrt{(19 \text{ cm} - 6,5 \text{ cm})^2 + (40 \text{ cm})^2}$$

$$H \cong 42 \text{ cm}$$

De acuerdo a la configuración que tienen los moldes de arena, solo el 40% del volumen del trapecio formado entre las placas, se considerará ocupado simultáneamente. Calculamos así el volumen que representa con los siguientes datos:

| | | |
|------------------|------------------------------------|--------|
| A: | Ancho de las placas: | 30 cm |
| L: | Apertura superior: | 19 cm |
| r: | Reglaje o apertura inferior: | 6,5 cm |
| h: | Largo de la placa fija: | 40 cm |
| H: | Largo de la placa móvil: | 42 cm |
| Φ : | Ángulo entre placas: | 25° |
| H _B : | Altura del diente de la mandíbula: | 2 cm |

Volumen del trapecio:

$$V_T = h \cdot r \cdot A + \frac{L - r \cdot h}{2} \cdot A$$

$$V_T = \frac{L + r}{2} \cdot h \cdot A$$

$$V_T = \frac{19 \text{ cm} + 6,5 \text{ cm}}{2} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}$$

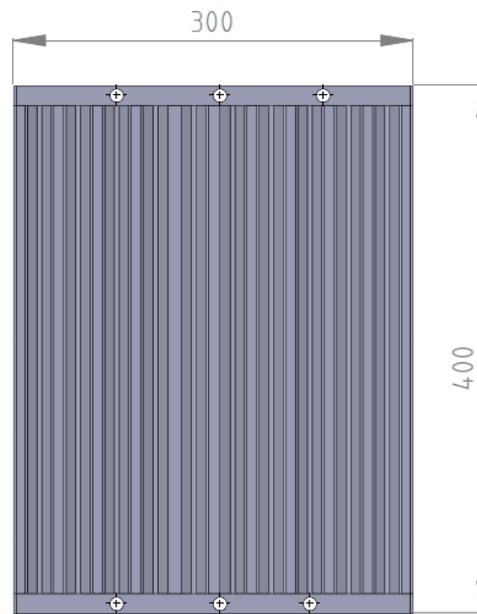
$$V_T = 15300 \text{ cm}^3$$

$$V_{Real} = 15300 \text{ cm}^3 \cdot 40\%$$

$$V_{Real} = 6120 \text{ cm}^3$$

3.1.2 ÁREA DE APLASTAMIENTO

Para el cálculo del área de aplastamiento se tomaron las dimensiones de la placa dentada fija según el siguiente esquema y se consideró el mismo porcentaje utilizado para el Volumen del trapecio para calcular el Área de aplastamiento neta.



$$A_{Ap} = A \cdot h$$

$$A_{Ap} = 40 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}$$

$$A_{Ap} = 1200 \text{ cm}^2$$

$$A_{Ap \text{ Neta}} = A_{Ap} \cdot 40\%$$

$$A_{Ap \text{ Neta}} = 1200 \text{ cm}^2 \cdot 40\%$$

$$A_{Ap \text{ Neta}} = \mathbf{480 \text{ cm}^2}$$

3.1.3 PRESIÓN REAL EN LA PLACA FIJA [Pr]

Para el cálculo de la presión ejercida sobre la placa utilizamos la siguiente expresión:

$$\text{Presión } [P_R] = \frac{\text{Fuerza } [F_R]}{\text{Área } [A_{Ap \text{ Neta}}]}$$

La determinación de la fuerza de ruptura de los moldes de arena, se realizó mediante ensayos de laboratorio, obteniéndose una fuerza de rotura máxima de 50 Kg

Se toma como valor de referencia, el más elevado y se añade un 25% como margen de error:

$$F_R = 50 \text{ Kg} \cdot 1,25$$

$$F_R = 62,5 \text{ Kg} = 612,5 \text{ N} \sim \mathbf{613 \text{ N}}$$

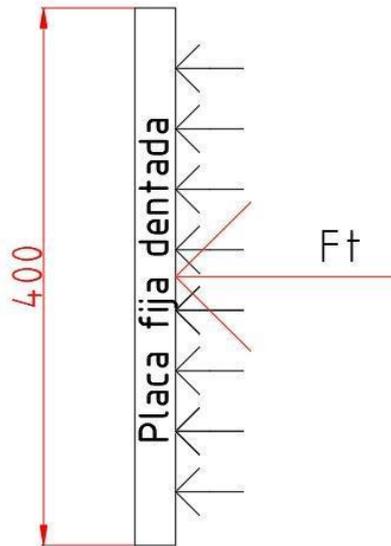
Así, la presión ejercida será:

$$P_R = \frac{613 \text{ N}}{480 \text{ cm}^2}$$

$$Pr = 1,28 \frac{N}{cm^2}$$

3.1.4 FUERZA TOTAL EN LA PLACA FIJA [Ft]

Para el cálculo de la fuerza total, se asume presión uniforme en cada placa lo que implica fuerzas uniformemente repartidas.



$$Presión [P_R] = \frac{Fuerza [F_T]}{Área [A_T]}$$

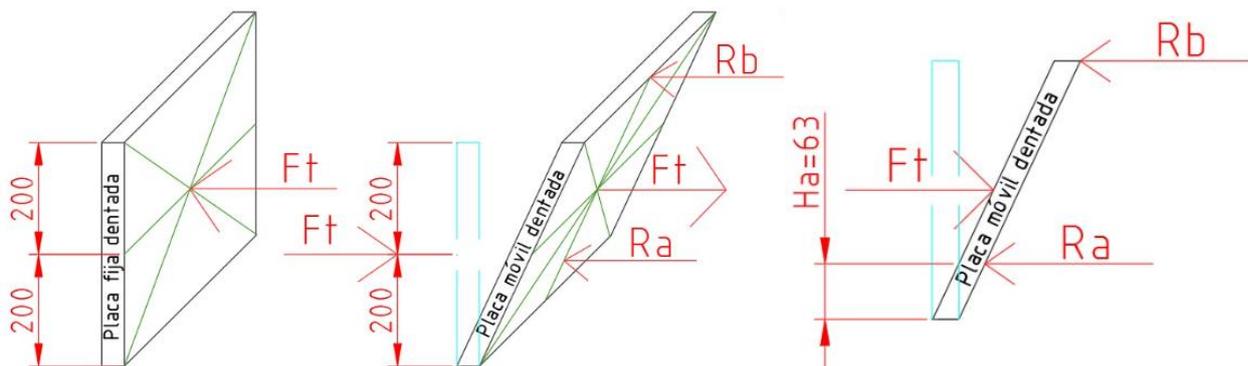
$$Fuerza [F_T] = Presión [P_R] \cdot Área [A_T]$$

$$F_T = 1,28 \frac{N}{cm^2} \cdot 1200 cm^2$$

$$F_T = 1536 N$$

3.1.5 REACCIONES EN PLACA DENTADA MOVIL

Para el cálculo de las reacciones en la placa móvil, realizamos el siguiente diagrama de fuerzas:





$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_b = 0 \end{cases}$$

Por no haber fuerzas axiales, $F_x = 0$

$$\sum M_b = 0$$

$$0 = -F_T \cdot 20 \text{ cm} + R_a \cdot 33,7 \text{ cm}$$

$$R_a = \frac{F_T \cdot 20 \text{ cm}}{33,7 \text{ cm}}$$

$$R_a = \frac{1536 \text{ N} \cdot 20 \text{ cm}}{33,7 \text{ cm}}$$

$$R_a = 911,57 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0 = F_T - R_a - R_b$$

$$R_b = F_T - R_a$$

$$R_b = 1536 \text{ N} - 911,57 \text{ N}$$

$$R_b = 624,4 \text{ N}$$

3.1.6 CÁLCULO Y PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL EJE EXCÉNTRICO

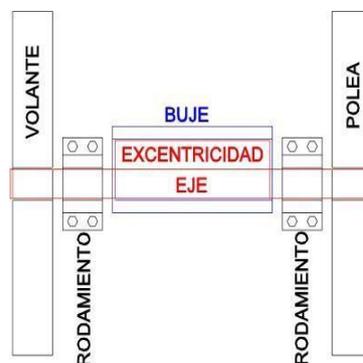


Diagrama de cargas y distancias

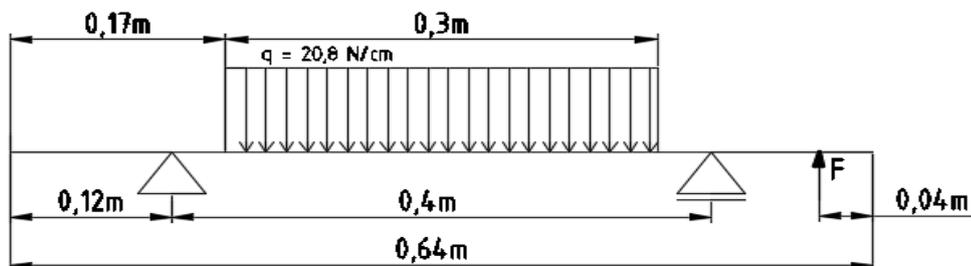
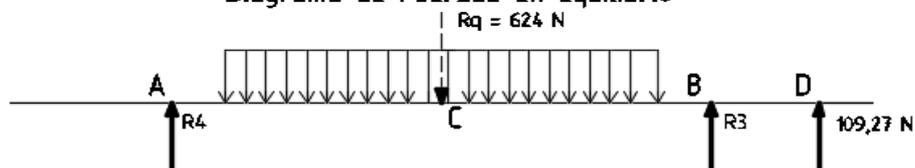
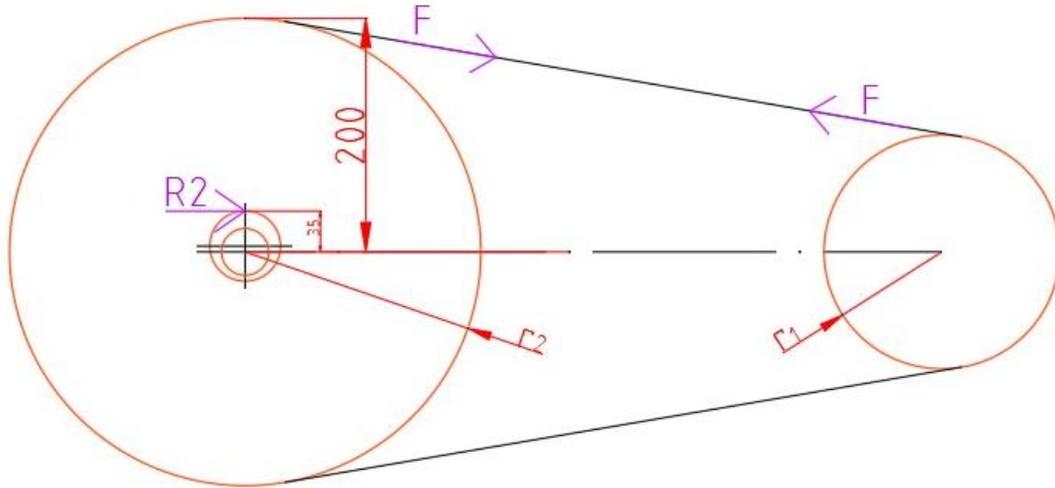


Diagrama de Fuerzas en equilibrio



Primero determinamos la fuerza F que es la que impone la correa a la polea conducida mediante una relación de torques, según:



El valor de r_2 se adoptó en 20 cm.

Entonces:

$$\text{Torque} = \text{Fuerza} \cdot \text{Distancia}$$

$$T_2 = F \cdot r_2 = R_b \cdot e$$

$$F = \frac{R_b \cdot e}{r_2}$$

$$F = \frac{624,4 \text{ N} \cdot 3,5 \text{ cm}}{20 \text{ cm}}$$

$$F = 109,27 \text{ N}$$

Para el cálculo de las reacciones restantes hacemos la sumatoria de fuerzas y de momentos según:

$$\sum M_{R4} = 0$$

$$0 = R_b \cdot 20 \text{ cm} - R_3 \cdot 40 \text{ cm} - F \cdot 48 \text{ cm}$$

$$R_3 = \frac{R_b \cdot 20 \text{ cm} - F \cdot 48 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$R_3 = \frac{624,4 \text{ N} \cdot 20 \text{ cm} - 109,27 \cdot 48 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$R_3 = 181,1 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0 = R_b - R_3 - R_4 - F$$

$$R_4 = R_b - R_3 - F$$

$$R_4 = 624,4 \text{ N} - 181,1 \text{ N} - 109,27 \text{ N}$$

$$R_4 = 334 \text{ N}$$



Calculamos el momento torsor que se ejercerá sobre el excéntrico en base a la fuerza F y el radio r_2 de la polea conducida:

$$\text{Torque} = \text{Fuerza} \cdot \text{Distancia}$$

$$T = F \cdot r_2$$

$$T = 109,27 \text{ N} \cdot 20 \text{ cm}$$

$$T = 2185,4 \text{ Ncm}$$

3.1.7 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE “Q”, MOMENTO FLECTOR “M_F” Y MOMENTO TORSOR “M_T”

Diagrama M (Momento flector)

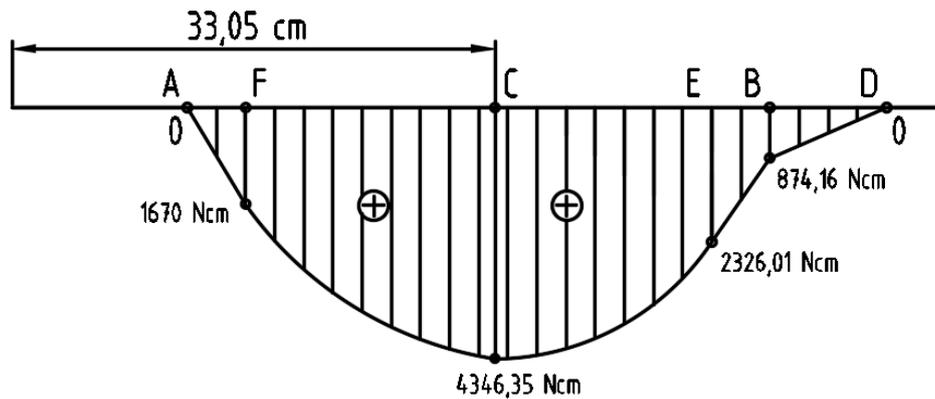


Diagrama Q (Corte)

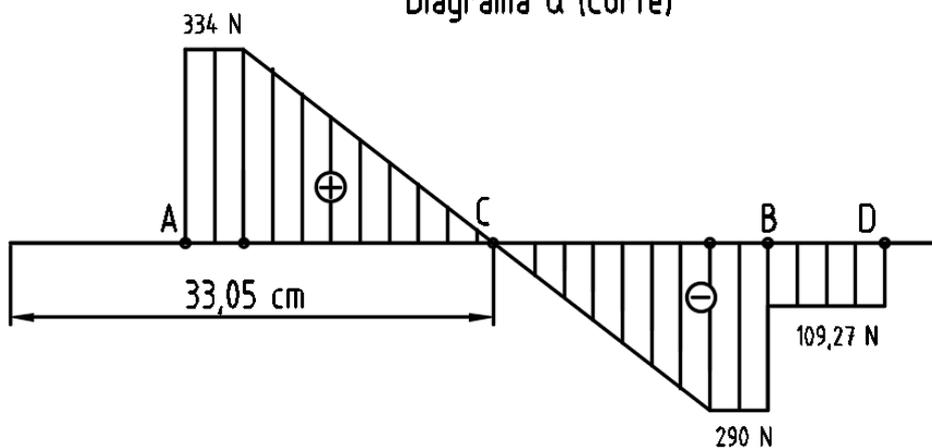
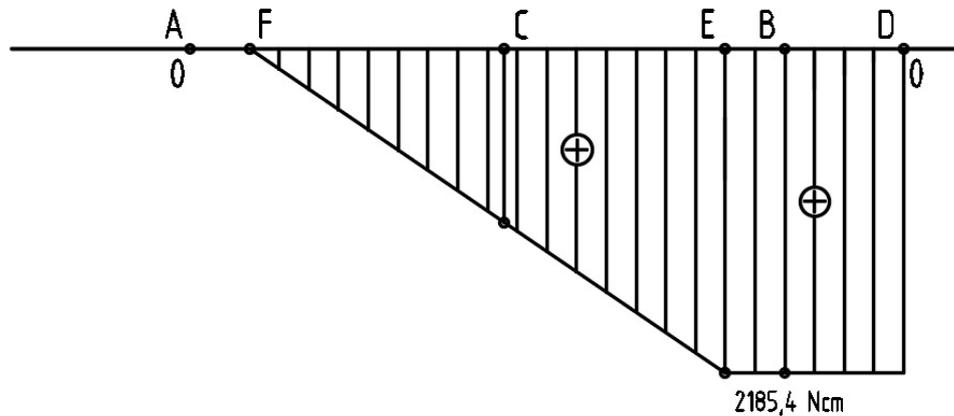




Diagrama Mt (Momento torsor)



3.1.8 CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR MÁXIMO

Para ello determinamos donde el corte se hace nulo.

$$\begin{cases} Q = -R_4 + q \cdot (x - 17 \text{ cm}) \\ q = \frac{R_b}{l} = \frac{624,4 \text{ N}}{30 \text{ cm}} = 20,8 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \end{cases}$$

Reemplazando valores:

$$0 = -R_4 + q \cdot (x - 17 \text{ cm})$$

$$R_4 = q \cdot (x - 17 \text{ cm})$$

$$x = \frac{R_4}{q} + 17 \text{ cm}$$

$$x = \frac{334 \text{ N}}{20,8 \frac{\text{N}}{\text{cm}}} + 17 \text{ cm}$$

$$x = 33,05 \text{ cm}$$

Con dicho valor, calculamos el momento flector máximo según:

$$M_{max} = -R_4 \cdot 12 \text{ cm} + q \cdot (x - 17 \text{ cm}) \cdot \left[17 \text{ cm} + \left(\frac{x - 17 \text{ cm}}{2} \right) \right]$$

$$M_{max} = -334 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} + 20,8 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot (33,05 \text{ cm} - 17 \text{ cm}) \cdot \left[17 \text{ cm} + \left(\frac{33,05 \text{ cm} - 17 \text{ cm}}{2} \right) \right]$$

$$M_{max} = 4346,35 \text{ Ncm}$$



3.2 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE

Para nuestro eje, vamos a seleccionar el material ACERO SAE 1045, debido a las siguientes características que presenta que a nuestro parecer nos son convenientes para este diseño:

- Presenta un costo más económico en comparación a acero como el SAE 4140 y el SAE 8620 (De mayor resistencia)
- Al igual que los 2 mencionados anteriormente es fácil de conseguir en el mercado
- Está disponible en una amplia gama formas, incluyendo la barra cilíndrica que es la que solicitaremos y en una amplia gama de diámetros.
- Cumple con los requisitos de la norma SAE que sea un acero dúctil, de bajo carbono
- Se le puede realizar un tratamiento termoquímico de: Cementado, temple y revenido, el cual le deja un núcleo tenaz con una elevada dureza superficial luego del tratamiento.

Para obtener datos actuales del material, consultamos con el catálogo de ACINDAR(ArcelorMittal). La misma será presentada como anexo este trabajo practico.

Material: Acero SAE 1045 Laminado

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{fluencia} = 413 \text{ Mpa} = 4211,43 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \\ \sigma_{tracción} = 655 \text{ Mpa} = 6679,14 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \\ Dureza = 190 \text{ HB} \end{array} \right.$$

Para poder trabajar con las ecuaciones necesitamos obtener un σ_{ADM} , que calcularemos adoptando un coeficiente de seguridad según el criterio de la maquina donde funcionara el componente.

Del libro “FAIRES”- Diseño de elementos de máquinas - Hoja 24 – Tabla 1.1

| CLASE DE CARGA | ACERO, METALES DÚCTILES | | HIERRO FUNDIDO, METALES QUEBRADIZOS | MADERA DE CONS- TRUCCIÓN |
|---|--|---|--|--------------------------------|
| | Basado en la resistencia máxima | Basado en la resistencia de fluencia | Basado en la resistencia máxima | |
| Carga permanente, $N =$ | 3-4 | 1.5-2 | 5-6 | 7 |
| Repetida, una dirección, gradual (choque suave) *, $N =$ | 6 | 3 | 7-8 | 10 |
| Repetida, invertida, gradual (choque suave) *, $N =$ | 8 | 4 | 10-12 | 15 |
| Choque *, $N =$ | 10-15 | 5-7 | 15-20 | 20 |



En la trituradora consideramos que las cargas son repetidas y en una dirección, además tenemos acero y vamos a utilizar el valor de ofluencia. Con lo cual obtenemos un coeficiente de seguridad de 3.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fluencia}}{coef} = \frac{4211,43 \frac{Kg}{cm^2}}{3} = 1403,81 \frac{Kg}{cm^2} = 13766,9 \frac{N}{cm^2}$$

Así mismo, el valor de τ_{adm} será considerado como la mitad de σ_{adm}

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2} = \frac{13766,9 \frac{N}{cm^2}}{2} = 6883,45 \frac{N}{cm^2}$$

Nuestro eje se encuentra sometido a esfuerzo de flexión y torsión simultáneamente (Estado bi-dimensional de cargas), por lo cual, para calcular el diámetro del mismo nos basaremos en la teoría de rotura de Guest aplicada en la norma DIN 743 y utilizada por ASME:

$$d^3 \geq \frac{16}{\pi \cdot \tau_{adm}} \cdot \sqrt{(K_m \cdot M_f)^2 + (K_T \cdot M_t)^2}$$

Los factores K_m y K_T se extraen de la siguiente tabla del código ASME

M_t utilizaremos el mismo valor del Torque anteriormente calculado

| Factores de Choque y Fatiga Combinados | | | | |
|---|-------------------|-----------|------------|-----------|
| Tipos de esfuerzos | Arboles que giran | | Ejes fijos | |
| | K_m | K_t | K_m | K_t |
| Esfuerzos estables y gradualmente aplicados | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Esfuerzos bruscamente aplicados con choque moderado | 1,5 - 2,0 | 1,0 - 1,5 | 1,5 - 2,0 | 1,5 - 2,0 |
| Esfuerzos bruscamente aplicados con choques fuertes..... | 2,0 - 3,0 | 1,5 - 3,0 | | |

$$\begin{cases} K_m = 1,75 \\ K_T = 1,25 \end{cases}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \cdot 6883,45 \frac{N}{cm^2}} \cdot \sqrt{(1,75 \cdot 4346,35 Ncm)^2 + (1,25 \cdot 2185,4 Ncm)^2}}$$

$d \geq 1,81 \text{ cm} \rightarrow$ Adoptamos 4 cm por diseño

3.2.1 VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ A LA TORSIÓN

Del libro de “FAIRES”- Diseño de elementos de máquinas - Hoja 21, Obtenemos las siguientes constantes:



$$\begin{cases} G: \text{Módulo de elasticidad transversal: } 8 \cdot 10^5 \frac{Kg}{cm^2} \\ E: \text{Módulo de elasticidad longitudinal: } 2,1 \cdot 10^6 \frac{Kg}{cm^2} \end{cases}$$

Para que cumpla la condición de rigidez torsional se establece:¹

$$\Theta_{adm} = 0,25 \frac{^\circ}{m}$$

Con lo cual, en 0,48 m que es la distancia entre los puntos entre los cuales transmiten el momento torsor tenemos. (Por regla de 3 simple)

$$\Theta_{adm} = 0,25 \frac{^\circ}{m} \cdot 0,48 m$$

$$\Theta_{adm} = 12^\circ$$

De acuerdo al ángulo de distorsión en una barra cilíndrica, se obtiene la siguiente ecuación utilizada para calcular el diámetro del eje:

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_t \cdot L}{G \cdot \pi \cdot \Theta_{adm}}}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 2185,4 \text{ Ncm} \cdot 48 \text{ cm}}{8 \cdot 10^5 \frac{Kg}{cm^2} \cdot \pi \cdot 12^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}}}$$

$$d = 1,59 \text{ cm}$$

Como el diámetro obtenido es menor al diámetro adoptado (4 cm) se concluye que el mismo VERIFICA la rigidez a la torsión.

3.2.2 VERIFICACIÓN A LA FATIGA EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN

Utilizaremos el método de Goodman. El coeficiente de seguridad lambda debe ser mayor a 1 para verificar por fatiga.²

Como ya mencionamos, para el diseño del eje utilizaremos acero SAE 1045 cuya resistencia a la tracción es de 6679,14 Kg/cm²

$$\gamma = \frac{1}{\frac{\sigma_a \cdot k_{-1}}{\sigma_{-1} \cdot \epsilon_e \cdot \epsilon_s} + \frac{\sigma_m \cdot k_{+1}}{\sigma_{rt}}} \rightarrow \begin{cases} \sigma_{-1}: \text{Resistencia a la fatiga (caso alternativo puro)} \\ \sigma_{rt}: \text{Resistencia a la tracción del acero} \\ \epsilon_e: \text{Coeficiente dimensional} \\ \epsilon_s: \text{Factor de superficie} \end{cases}$$

¹ Valor obtenido de los apuntes de la cátedra de Elementos de Máquinas de la carrera.

² Fórmulas extraídas del apunte de la cátedra de Estabilidad II de la carrera Ingeniería Mecánica

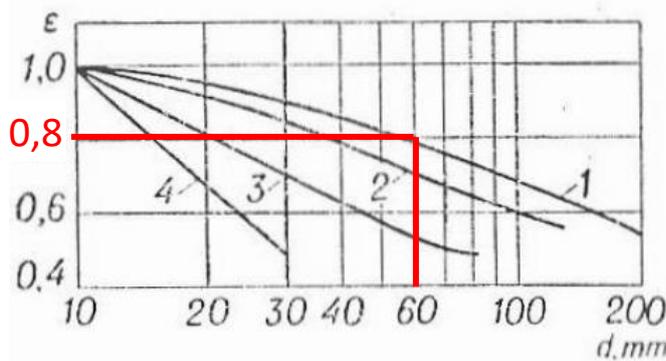


Por lo tanto, podremos analizar el término que nos permita esta condición

$$\sigma_a \leq \frac{\sigma_{-1} \cdot \epsilon_e \cdot \epsilon_s}{K_{-1}}$$

Las constantes ϵ_e , ϵ_s y K_{-1} las obtenemos de gráficos

Determinamos ϵ_e :



1) **Acero al carbono**

2) Acero aleado s/concentrador de tensiones o Acero al carbono con concentrador de tensiones moderada

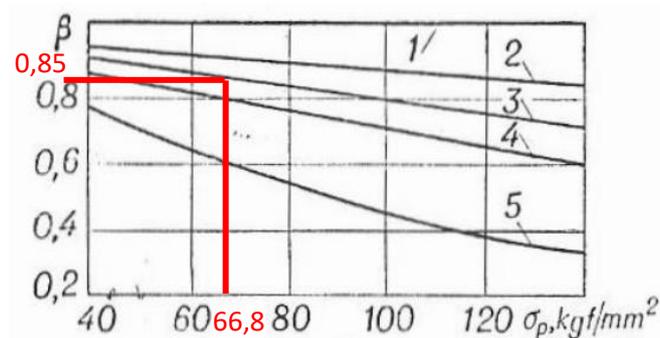
3) Acero aleado con concentrador de tensiones

4) Aceros con gran concentración de tensiones

Determinamos el factor de dimensionamiento $\epsilon_e = 0,8$

Determinamos ϵ_s :

Con el valor de resistencia a la tracción del acero utilizado para el diseño del eje, obtenemos $\beta = \epsilon_s$



1) Probetas pulidas

2) Probetas esmeriladas

3) **Probetas torneado fino**

4) Probetas torneado tosco

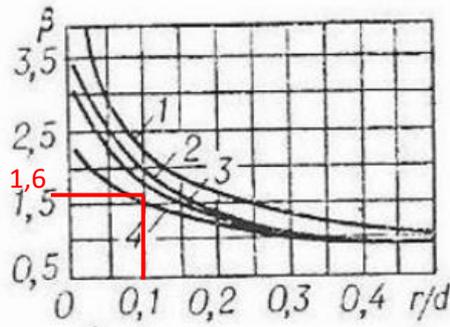
5) Probetas con cascarilla

Determinamos el factor de superficie $\epsilon_e = 0,85$

Determinamos K_{-1} a Flexión:

Se obtiene de tabla, para ello necesitamos debemos determinar el valor D/d

$$\frac{D}{d} = \frac{60 \text{ mm}}{30 \text{ mm}} = 2$$



Para el acero

- 1, $\sigma_p = 120 \text{ kgf/mm}^2$
- 2, $\sigma_p = 100 \text{ kgf/mm}^2$
- 3, $\sigma_p = 80 \text{ kgf/mm}^2$
- 4, $\sigma_p = 40 - 60 \text{ kgf/mm}^2$

Obtenemos $\beta = K_1 = 1,6$

$$\frac{r}{d} = \frac{4 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 0,1$$

Calculamos σ_a :

$$\sigma_a = \frac{M_f}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}}$$

$$\sigma_a = \frac{2326,01 \text{ Ncm}}{\frac{\pi \cdot (4 \text{ cm})^3}{32}}$$

$$\sigma_a = 370,2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 37,77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Calculamos σ_{-1} :

$$\sigma_{-1} \approx 0,5 \cdot \sigma_{rt}$$

$$\sigma_{-1} \approx 0,5 \cdot 6679,14 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{-1} \approx 3339,57 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Verificación del Factor de Seguridad a la flexión (Debe ser mayor a 1):

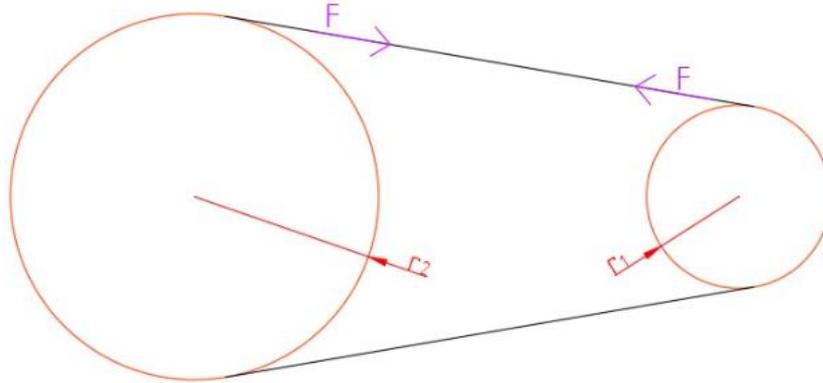
$$\gamma = \frac{1}{\frac{37,77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1,6}{3339,57 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85 \cdot 0,8}}$$

$\gamma = 37,58 \gg 1 \rightarrow$ **VERIFICA A LA FATIGA POR FLEXIÓN**

$\sigma_m = 0$ – Porque estamos ante un caso de tensiones alternativa pura

3.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA

Calculamos la potencia en función del torque y los “golpes” que dará la máquina por unidad de tiempo.



Entonces, la potencia será:

$$\text{Potencia } [P] = \text{Torque } [T] \cdot \text{Velocidad Angular } [\omega]$$

$$P = T_2 \cdot \omega_2$$

$$P = F \cdot r_2 \cdot \omega_2$$

La velocidad angular de una máquina trituradora de conformidad con las recomendaciones de los fabricantes debe estar entre 90 y 300 rpm. Para nuestra máquina adoptaremos 180 RPM.

$$n_2 = 180 \text{ RPM}$$

$$n_2 = 3 \frac{\text{rev}}{\text{seg}}$$

Así, la velocidad angular será

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot n_2$$

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot 3 \frac{\text{rev}}{\text{seg}}$$

$$\omega_2 = 18,85 \frac{\text{rev}}{\text{seg}}$$

Finalmente, calculamos la potencia:

$$P = F \cdot r_2 \cdot \omega_2$$

$$P = 54,64 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 18,85 \frac{\text{rev}}{\text{seg}}$$

$$P = 206 \text{ W} = 0,27 \text{ HP}$$

En base a la potencia obtenida, determinamos utilizar un motor de 1 HP para compensar posibles sobrecargas de la máquina.



El motor W22Xec ofrece seguridad y confiabilidad para operación en las más variadas aplicaciones que necesitan de un motor no encendible (Zona 2 – Ex ec IIC T3 Gc) con protección por envoltorio (Zona 22 – Ex tc IIIB T125°C Dc). Es sinónimo de seguridad y cumple el nivel de rendimiento especificado por la IEC 60034-30-1.

Satisface las necesidades de instalaciones donde la mezcla inflamable no está frecuentemente presente pero puede presentar riesgos.

Resumen de las características técnicas

| | | | |
|---------------------|--------------------------------|--------------------|--------------|
| Norma | IEC 60034-1 | Potencia | 0.75 kW |
| Frecuencia | 50 Hz | Fijación | Con pies |
| Tensión | 220-230-240/380-400-415//460 V | Brida | Sin |
| Numero de polos | 8 | Forma constructiva | B3T |
| Grado de protección | IP55 | Caja de conexión† | Superior |
| Rotación sincrona | 750 rpm | Refrigeración | IC411 - TEFC |

3.4 CÁLCULO DEL VOLANTE DE INERCIA

Calcularemos el volante de inercia en función del diámetro de la polea mayor, cuyo radio es de 20 cm.



Calculamos la velocidad media del volante según:

$$V_m = \pi \cdot \frac{20 \text{ cm}}{100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}} \cdot \frac{180 \text{ RPMin}}{60 \frac{\text{seg}}{\text{Min}}}$$

$$V_m = \frac{3}{5} \cdot \pi \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$



Según el tipo de máquina, adoptamos un coeficiente de fluctuación

| COEFICIENTE DE FLUCTUACIÓN * | |
|---|----------------|
| Tipo de máquina | C _f |
| Maquinaria de machaqueo | 0,200 |
| Maquinaria eléctrica | 0,003 |
| Maquinaria eléctrica, transmisión directa | 0,002 |
| Motores con transmisión por correas | 0,030 |
| Maquinaria para molinos harineros | 0,020 |
| Transmisión rueda dentada | 0,020 |
| Martillos | 0,200 |
| Máquinas herramientas | 0,030 |
| Maquinaria para fabricación de papel | 0,025 |
| Bombas | 0,030-0,050 |
| Maquinaria de corte | 0,030-0,050 |
| Maquinaria de hilanderías | 0,010-0,020 |
| Maquinaria textil | 0,025 |

* Mechanical Engineers Handbook, de Kent, 12.ª edición, «Design and Productions», pág. 7-40.

El volante deberá entregar energía equivalente al momento torsor aplicado, calculamos la masa según:

$$M_{volante} = \frac{g \cdot E_{vol}}{C_1 \cdot V_m^2} = \frac{9,81 \frac{m}{seg^2} \cdot 2,23 \text{ Kgm}}{0,2 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \pi \frac{m}{seg}\right)^2}$$

$$M_{volante} = 30,7 \text{ Kg}$$

Determinamos el espesor del volante en función del peso obtenido, teniendo en cuenta que dicho peso se acumulará en la parte externa del volante de inercia.

$$V = \pi \cdot D \cdot A \cdot t \rightarrow \begin{cases} D: \text{Diámetro} \\ A: \text{Ancho del volante} \\ t: \text{Espesor} \\ V: \text{Volumen} \left(\frac{\text{Masa}}{\text{Densidad}}\right) \end{cases}$$

$$t = \frac{V}{\pi \cdot D \cdot A}$$

$$t = \frac{M_{volante}}{\pi \cdot D \cdot A \cdot \delta_{hierro}}$$

$$t = \frac{\frac{30,7 \text{ Kg}}{0,0078 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}}}{\pi \cdot 40 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm}}$$

$$t = 5,22 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptaremos } 5,5 \text{ cm}$$

Dimensiones: Ø 420 mm x 40 mm ancho x 80 mm espesor



3.5 CALCULO DE LA CORREA DE TRANSMISION

Con la potencia necesaria en el motor calculamos las correas necesarias para transmitir dicha potencia a la máquina. No basaremos en el proceso de cálculo y selección de correas Dunlop de acuerdo a los siguientes pasos:

| Máquina conducida | Máquina conductora |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Trituradora de mandíbulas | Motor eléctrico: 0,75 Kw (1 Hp) |
| Horas de trabajo: 7 hs/día | Revoluciones por minuto: 715 RPM |
| Revoluciones por minuto: 180 RPM | Diámetro polea menor: A determinar |
| Diámetro de polea: 40 cm | Distancia entre ejes: 418 mm |
| | Condición de funcionamiento: normal |

A) Determinación del coeficiente de corrección de la potencia y la potencia corregida

Este coeficiente considera los siguientes factores:

- Tipo de motor
- Máquina conducida
- Horas de servicio

| Tabla Nº 3 - Coeficiente de corrección de la potencia | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|---|--|--------------------------------------|---|
| Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida | Motores de corriente alterna, torque normal, a jaula de ardilla, sincrónicos; fase partida. Motores de corriente continua, bobinado en shunt. Máquinas de combustión interna, cilindros múltiples. | | | Motores de corriente alternada, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y anillado colector. Motores de corriente continua, bobinado en serie y bobinado compound. Máquina a combustión interna, monocilíndrica. Ejes en línea. Arranque directo y con embrague | | |
| | Servicio intermedio hasta 7 horas diarias | Servicio normal 8 a 15 horas diarias | Servicio continuo más de 16 horas diarias | Servicio intermedio hasta 7 horas diarias | Servicio normal 8 a 15 horas diarias | Servicio continuo más de 16 horas diarias |
| Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrífugas. Sopladores hasta 10 HP. Transportadores livianos. | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.3 |
| Trituradoras (giratorias, mandíbulas, bolas). Molinos (bolas, laminadores, barras). Calamandra para goma, bambury-extrusoras. | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.8 |

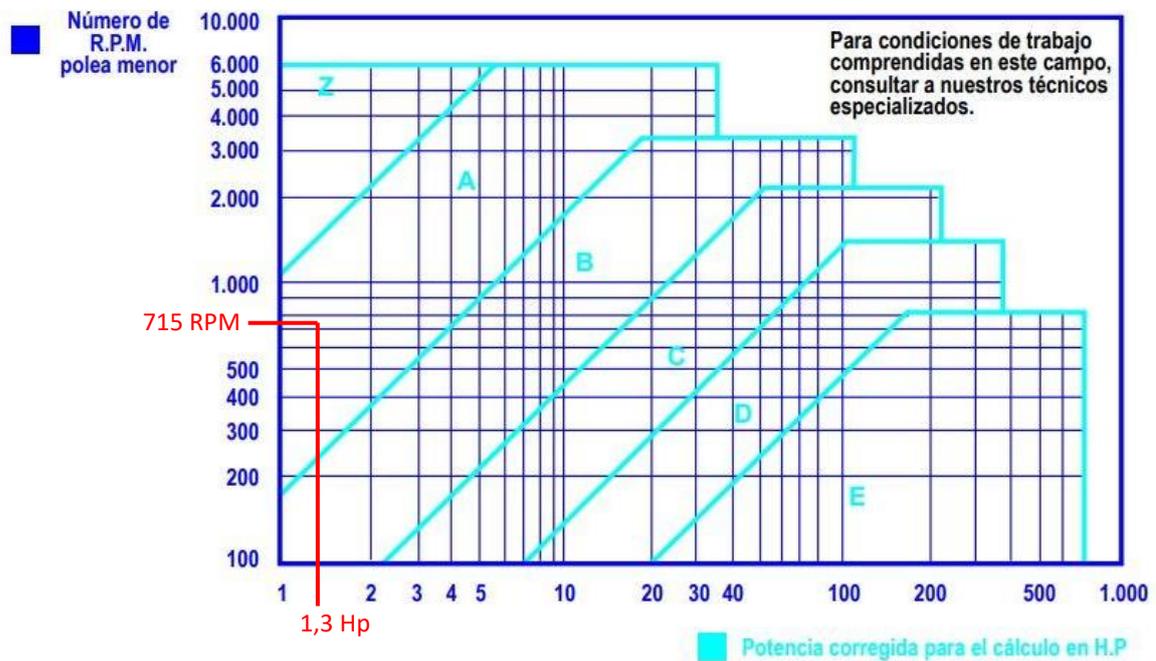
Tabla Nº 3 – Coeficiente de corrección de potencia - Catálogo de correas Dunlop (Página 36)

K = 1,3, porque tomamos el valor intermedio del intervalo

$$P_c = P \cdot K = 0,75 \text{ Kw} \cdot 1,3 = 0,975 \text{ Kw} = 1,3 \text{ Hp}$$

B) Determinar sección de la correa

Con el número de RPM del motor y la potencia a transmitir determinamos la sección de la correa.



Queda definido de esta manera, que el tipo a utilizar será Correa trapezoidal perfil A.

C) Relación de transmisión

La calcularemos en base a las RPM

$$i = \frac{N}{n} = \frac{715 \text{ RPM}}{180 \text{ RPM}} = 3,97$$

D) Elección de los diámetros primitivos de las poleas

De acuerdo a la relación de transmisión, podemos calcular la relación entre los diámetros de las poleas conductora y conducida según:

$$i = \frac{D}{d} = 3,97 \rightarrow d = \frac{D}{3,97} = \frac{40 \text{ cm}}{3,97} = 10,07 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptamos una polea de 102 mm}$$

E) Verificamos si la distancia entre ejes es correcta

Como la relación de transmisión es mayor a 3, la distancia entre ejes debe ser mayor al diámetro de la polea grande

$$L \geq D$$

$$418 \text{ mm} \geq 400 \text{ mm}$$

$$418 \text{ mm} \geq 355,47 \text{ mm} \rightarrow \text{VERIFICA}$$



F) Calculamos la longitud primitiva de la correa

$$L_c = 2 \cdot L + \frac{\pi}{2} \cdot (D + d) + \frac{(D + d)^2}{4 \cdot L} \rightarrow \begin{cases} L_c: \text{Largo de la correa} \\ L: \text{Distancia entre ejes} \\ D: \text{Diámetro de la polea mayor} \\ d: \text{Diámetro de la polea menor} \end{cases}$$

$$L_c = 2 \cdot 418 \text{ mm} + \frac{\pi}{2} \cdot (400 \text{ mm} + 102 \text{ mm}) + \frac{(400 \text{ mm} + 102 \text{ mm})^2}{4 \cdot 418 \text{ mm}}$$

$$L_c = 1774,9 \text{ mm}$$

| Tabla N° 6 | | Longitud primitiva nominal | | | | |
|-------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Correa (in) | Sección Z (mm) | Sección A (mm) | Sección B (mm) | Sección C (mm) | Sección D (mm) | Sección E (mm) |
| 41 | 1066 | 1075 | 1086 | - | - | - |
| 42 | 1092 | 1106 | 1100 | - | - | - |
| 43 | 1117 | 1134 | 1140 | - | - | - |
| 44 | 1143 | 1153 | 1156 | 1191 | - | - |
| 45 | 1168 | 1186 | 1184 | 1217 | - | - |
| 46 | 1193 | 1199 | 1204 | 1242 | - | - |
| 47 | 1219 | 1232 | 1237 | 1267 | - | - |
| 48 | 1244 | 1262 | 1268 | 1293 | - | - |
| 49 | 1270 | 1280 | 1288 | 1318 | - | - |
| 50 | 1295 | 1306 | 1318 | 1344 | - | - |
| 51 | 1320 | 1330 | 1328 | 1357 | - | - |
| 52 | 1346 | 1354 | 1367 | 1394 | - | - |
| 53 | 1371 | 1381 | 1392 | 1429 | - | - |
| 54 | 1397 | 1405 | 1410 | 1442 | - | - |
| 55 | 1422 | 1429 | 1443 | 1460 | - | - |
| 56 | 1447 | 1459 | 1460 | 1497 | - | - |
| 57 | 1473 | 1492 | 1491 | 1527 | - | - |
| 58 | 1498 | 1507 | 1512 | 1550 | - | - |
| 59 | 1524 | 1532 | 1541 | 1576 | - | - |
| 60 | 1549 | 1556 | 1556 | 1598 | - | - |
| 61 | - | 1584 | 1601 | 1623 | - | - |
| 62 | - | 1605 | 1626 | 1648 | - | - |
| 63 | - | 1633 | 1641 | 1674 | - | - |
| 64 | - | 1658 | 1674 | 1699 | - | - |
| 65 | - | 1683 | 1695 | 1725 | - | - |
| 66 | - | 1714 | 1724 | 1745 | - | - |
| 67 | - | 1742 | 1743 | 1775 | - | - |
| 68 | - | 1767 | 1770 | 1788 | - | - |
| 69 | - | 1785 | 1794 | 1826 | - | - |
| 70 | - | 1813 | 1818 | 1847 | - | - |
| 71 | - | 1841 | 1846 | 1877 | - | - |
| 72 | - | 1862 | 1878 | 1897 | - | - |
| 73 | - | 1887 | 1900 | 1928 | - | - |

Tabla N° 6 – Catálogo de correas Dunlop (Página 8)

Se obtiene la correa N°69, cuya longitud primitiva nominal es 1785 mm respetando que el tipo de sección sea A.

G) Determinamos el factor de corrección de la longitud de la correa

| Tabla N° 4 | | Sección de la correa | | | | |
|-----------------|------|----------------------|------|------|---|---|
| Longitud correa | Z | A | B | C | D | E |
| 16 | 0.80 | - | - | - | - | - |
| 24 | 0.83 | - | - | - | - | - |
| 26 | 0.84 | 0.81 | - | - | - | - |
| 31 | 0.89 | 0.84 | - | - | - | - |
| 35 | 0.92 | 0.87 | 0.81 | - | - | - |
| 38 | 0.93 | 0.88 | 0.83 | - | - | - |
| 42 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | - | - | - |
| 46 | 0.97 | 0.92 | 0.87 | - | - | - |
| 51 | 0.99 | 0.94 | 0.89 | 0.80 | - | - |
| 55 | 1.00 | 0.96 | 0.90 | 0.81 | - | - |
| 60 | - | 0.98 | 0.92 | 0.82 | - | - |
| 68 | - | 1.00 | 0.95 | 0.85 | - | - |
| 75 | - | 1.02 | 0.97 | 0.87 | - | - |
| 80 | - | 1.04 | 0.98 | 0.89 | - | - |
| 81 | - | 1.04 | 0.98 | 0.89 | - | - |
| 85 | - | 1.05 | 0.99 | 0.90 | - | - |
| 90 | - | 1.06 | 1.00 | 0.91 | - | - |

Tabla N° 4 –Factor de corrección por longitud - Catálogo de correas Dunlop (Página 37)



Al no contar con un valor exacto para la correa seleccionada se adoptara el correspondiente a la longitud próxima anterior que en nuestro caso será la correa 68, dando un factor:

$$Fcl = 1$$

H) Determinación del arco de contacto en grados

La polea determinante en el diseño y en la duración de la vida útil de la correa será la de menor diámetro. Por ello, es necesario conocer el ángulo de contacto sobre esta polea.

La determinación del ángulo de contacto (A) de la correa sobre la polea menor se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$A = 180 - 57 \cdot \frac{D - d}{L} \rightarrow \begin{cases} D: \text{Diámetro de la polea mayor} \\ d: \text{Diámetro de la polea menor} \\ L: \text{Distancia entre ejes} \end{cases}$$

$$A = 180 - 57 \cdot \frac{400 \text{ mm} - 102 \text{ mm}}{418 \text{ mm}}$$

$$A = 139,36^\circ$$

I) Calculo del factor de corrección del ángulo de contacto

| Tabla N° 5 | | Factor de corrección | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------|--|
| Arco de contacto sobre polea menor | Poleas acanaladas | Poleas acanalada/plana | |
| 180° | 1.00 | 0.75 | |
| 175° | 0.99 | 0.76 | |
| 170° | 0.98 | 0.77 | |
| 167° | 0.97 | 0.78 | |
| 164° | 0.96 | 0.79 | |
| 160° | 0.95 | 0.80 | |
| 157° | 0.94 | 0.81 | |
| 154° | 0.93 | 0.81 | |
| 150° | 0.92 | 0.82 | |
| 147° | 0.91 | 0.83 | |
| 144° | 0.90 | 0.83 | |
| 140° | 0.89 | 0.84 | |
| 137° | 0.88 | 0.85 | |
| 134° | 0.87 | 0.85 | |

Tabla N° 5 –Factor de corrección en función del arco de contacto –
Catálogo de correas Dunlop (Página 38)

Dada la pequeña diferencia entre 137° y 140°, adoptamos el valor medio entre ambos.

$$Fca = 0,89$$

Por lo tanto, una vez seleccionado el factor:



Entonces corrigiendo el ángulo, al afectarlo por el factor de corrección angular queda que:

$$A' = A \cdot Fca$$

Donde:

- A: ángulo de contacto de polea conductora.
- Fca: factor de corrección angular.
- A': ángulo afectado por el factor de corrección.

$$A' = 139,36^\circ \cdot 0,89$$

$$A' = 124^\circ$$

J) Cálculo de la velocidad lineal de la correa

Para el cálculo de la velocidad tangencial de la correa se emplea la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000} \rightarrow \begin{cases} V_t: \text{Velocidad tangencial de la correa} \\ d: \text{Diámetro de la polea menor} \\ n: \text{Revoluciones por minuto de la polea menor} \end{cases}$$

$$V_t = \frac{\pi \cdot 102 \text{ mm} \cdot 715 \text{ RPM}}{60 \cdot 1000}$$

$$V_t = 3,82 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

K) Cálculo de la prestación base de la correa

Con el valor de las RPM de la polea menor y su diámetro, obtenemos los valores de prestación base de la correa.

| Tabla N° 2 - Sección A | | Prestación Base (en HP) | | | | | | | | | | | Prestación adicional por relación de transmisión (en HP) | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N° R.P.M. De la polea menor | Diámetro primitivo de la polea menor (mm) | | | | | | | | | | | | 1.00 | 1.02 | 1.05 | 1.09 | 1.13 | 1.19 | 1.25 | 1.35 | 1.52 | 2.00 | |
| | 66 | 71 | 76 | 81 | 86 | 91 | 96 | 102 | 107 | 112 | 117 | 122 | 127 | al 1.01 | al 1.04 | al 1.08 | al 1.12 | al 1.18 | al 1.24 | al 1.34 | al 1.51 | al 1.99 | y sobre |
| 1160 | 0.54 | 0.69 | 0.84 | 0.99 | 1.13 | 1.28 | 1.42 | 1.56 | 1.70 | 1.84 | 1.98 | 2.12 | 2.26 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.20 |
| 1750 | 0.68 | 0.90 | 1.11 | 1.32 | 1.53 | 1.73 | 1.93 | 2.13 | 2.33 | 2.53 | 2.72 | 2.91 | 3.10 | 0.00 | 0.03 | 0.07 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.20 | 0.23 | 0.26 | 0.29 |
| 3450 | 0.85 | 1.21 | 1.57 | 1.91 | 2.25 | 2.57 | 2.88 | 3.19 | 3.48 | 3.76 | 4.02 | 4.28 | 4.52 | 0.00 | 0.06 | 0.13 | 0.19 | 0.26 | 0.32 | 0.39 | 0.45 | 0.52 | 0.58 |
| 200 | 0.16 | 0.19 | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.31 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.43 | 0.46 | 0.48 | 0.51 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 400 | 0.26 | 0.32 | 0.38 | 0.43 | 0.49 | 0.55 | 0.60 | 0.66 | 0.71 | 0.77 | 0.82 | 0.88 | 0.93 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 |
| 600 | 0.35 | 0.43 | 0.52 | 0.60 | 0.68 | 0.76 | 0.84 | 0.92 | 1.00 | 1.08 | 1.16 | 1.23 | 1.31 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 |
| 800 | 0.43 | 0.53 | 0.64 | 0.75 | 0.85 | 0.95 | 1.06 | 1.16 | 1.26 | 1.37 | 1.47 | 1.57 | 1.67 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.13 |
| 1000 | 0.49 | 0.62 | 0.75 | 0.88 | 1.01 | 1.14 | 1.26 | 1.39 | 1.51 | 1.64 | 1.76 | 1.88 | 2.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 |
| 1200 | 0.55 | 0.71 | 0.86 | 1.01 | 1.16 | 1.31 | 1.46 | 1.60 | 1.75 | 1.89 | 2.04 | 2.18 | 2.32 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.20 |
| 1400 | 0.61 | 0.78 | 0.96 | 1.13 | 1.30 | 1.47 | 1.64 | 1.81 | 1.97 | 2.14 | 2.30 | 2.46 | 2.62 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.21 | 0.24 |

Tabla N° 2 - Sección A para prestación base – Catalogo Dunlop (Página 28)

Nuestro motor tiene una velocidad de 715 RPM, interpolamos entre 600 y 800 para obtener un valor aproximado.

$$\begin{cases} P_b = 1,058 \\ P_a = 0,0815 \end{cases}$$

$$P_{bk} = 1,058 + 0,0815$$



$$P_{bk} = 1,14 \text{ Hp}$$

L) Cálculo de la potencia efectiva de la correa

La potencia efectiva por correa (P_e) se calcula a partir de la potencia base (P_{bk}) afectada de los coeficientes correctores por longitud de correa (F_{cl}) y por arco de contacto (F_{ca}). De esta forma la expresión que proporciona la potencia efectiva es la siguiente:

$$P_e = P_{bk} \cdot F_{cl} \cdot F_{ca}$$

$$P_e = 1,14 \text{ Hp} \cdot 1 \cdot 0,89$$

$$P_e = 1,0146 \text{ Hp}$$

M) Cálculo del número de correas necesarias

El cálculo del número de correas necesaria para mover la transmisión es inmediato y resulta de dividir la potencia corregida que constituye el total de la potencia a transmitir, entre la potencia efectiva (P_e) por correa. Es decir, que:

$$N^{\circ} \text{ de correas} = \frac{P_c}{P_e}$$

$$N^{\circ} \text{ de correas} = \frac{1,3 \text{ Hp}}{1,0146 \text{ Hp}}$$

$$N^{\circ} \text{ de correas} = 1,28 \rightarrow \text{Adoptaremos 2 correas}$$

N) Resultado final, correa seleccionada

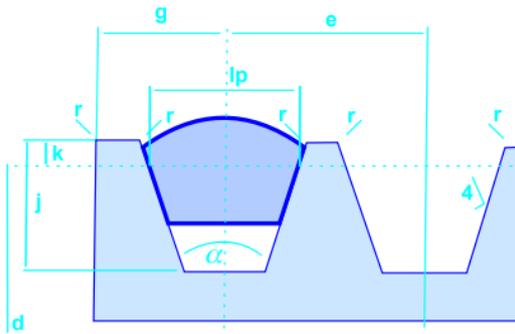
La correa resultante será la siguiente:

- Tipo correa: A
- N° de correas: 69
- Diámetro polea menor: 102 mm.
- Diámetro polea mayor: 400 mm.
- Distancia entre centros de poleas: 418 mm.
- Cantidad de correas: 2

3.6 CALCULO DE LA POLEA DE TRANSMISION

Es muy importante que los flancos de las poleas sean perfectamente lisos y no presenten señas visibles de maquinado.

La rugosidad recomendable es de 4 μm . Debe tenerse en cuenta que todas las aristas exteriores de la garganta sean redondeadas y que el diámetro exterior de las caras sea constante en todo su desarrollo.



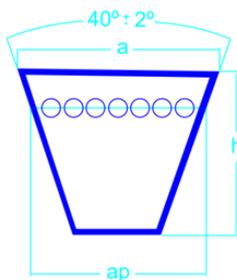
- lp Ancho primitivo.
- k Altura mínima de la garganta sobre la línea primitiva.
- j Profundidad mínima de la garganta sobre la línea primitiva.
- α Angulo de la garganta.
- d Diámetro primitivo.
- e Paso entre ejes de gargantas.
- g Distancia entre el eje de la garganta y el bore de la polea.
- r Radio de acabado de arista.

| Sección de Correa | lp (mm) | k (mm) | j (mm) | e (mm) | g (mm) | $\Delta \alpha$ |
|-------------------|---------|--------|--------|------------|------------------------------------|-----------------|
| Z | 8.5 | 2.5 | 7 | 12 ± 0.3 | 8 ⁺¹ ₀ | ± 1° |
| A | 11 | 3.3 | 8.7 | 16 ± 0.3 | 9.5 ⁺² ₀ | ± 1° |
| B | 14 | 4.2 | 10.8 | 19 ± 0.4 | 12.5 ^{+3.8} ₀ | ± 1° |
| C | 19 | 5.7 | 14.3 | 25.5 ± 0.5 | 17.5 ^{+3.8} ₀ | ± 1/2° |
| D | 27 | 8.1 | 19.9 | 36.5 ± 0.6 | 22.2 ^{+6.35} ₀ | ± 1/2° |
| E | 32 | 9.6 | 23.4 | 44.5 ± 0.7 | 28.5 ^{+6.35} ₀ | ± 1/2° |

Donde:

- Lp: Ancho primitivo.
- k: Altura mínima de la garganta sobre la línea primitiva.
- j: Profundidad mínima de la garganta sobre la línea primitiva.
- α : Angulo de la garganta.
- d: Diámetro primitivo.
- e: Paso entre ejes de gargantas.
- g: Distancia entre el eje de la garganta y el bore de la polea.
- r: Radio de acabado de arista.

En el proceso de diseño de la polea para nuestro sistema de correa-polea, nos basamos en los valores y recomendaciones proporcionados por el fabricante. Estos datos son fundamentales para asegurar un funcionamiento óptimo y seguro de la transmisión.



- a Ancho base superior.
- h Altura o espesor.
- ap Ancho primitivo.

| Sección | a mm | h mm | ap mm |
|---------|------|------|-------|
| Z | 10 | 6 | 8.5 |
| A | 13 | 8 | 11 |
| B | 17 | 11 | 14 |
| C | 22 | 14 | 19 |
| D | 32 | 19 | 27 |
| E | 38 | 25 | 32 |

Garganta de polea- Catalogo Dunlop



3.7 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Adoptaremos por seleccionar un rodamiento rígido de bolas, debido a que él mismo nos permite soportar elevadas cargas radiales. Además de que es el más económico.

Dicho esto, los parámetros de entrada para la selección de los rodamientos en los apoyos serán:

Rodamiento para reacción 3 (R₃):

Los parámetros de entrada para poder seleccionar el rodamiento antes descrito son:

- RPM: 180
- R₃: 181,1 N = 18,5 Kg (esfuerzo radial)
- Hs de funcionamiento estimada 10000Hs.

| RODAMIENTOS DE BOLAS | | | | | |
|--|--------------------------|---|-----------------------|---|----------|
| Tipo de rodamiento | $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ | | $\frac{F_a}{F_r} > e$ | | e |
| | X | Y | X | Y | |
| Rodamientos rígidos de bolas Series EL, R, 160, 60, 62, 63, 64, 42, 43 | | | | | |
| $\frac{F_a}{C_0} = 0,025$ | | | | | 2 0,22 |
| $= 0,04$ | | | | | 1,8 0,24 |
| $= 0,07$ | | | | | 1,6 0,27 |
| $= 0,13$ | 1 | 0 | 0,56 | | 1,4 0,31 |
| $= 0,25$ | | | | | 1,2 0,37 |
| $= 0,5$ | | | | | 1 0,44 |

Al tener únicamente esfuerzo radial, generado por la rotación del eje, los valores serán:

$$\begin{cases} X = 1 \\ Y = 0 \end{cases}$$

Determinación de la carga equivalente:

$$P_{eq} = X \cdot R_3 + Y \cdot R_i$$

Al ser Y=0 la carga equivalente queda como:

$$P_{eq} = 1 \cdot 181,1 N$$

$$P_{eq} = 181,1 N = 0,1811 kN$$



Determinación de la seguridad de carga C/P

Tabla 3 Seguridad de carga $\frac{C}{P}$ para diferentes duraciones expresadas en horas de funcionamiento y para diferentes velocidades

RODAMIENTOS DE BOLAS

| Duración en horas <i>L_h</i> | Revoluciones por minuto | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| 100 | | | | | | | | | 1,06 | 1,15 | 1,24 | 1,34 | 1,45 | 1,56 |
| 500 | | | | 1,06 | 1,34 | 1,45 | 1,56 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 |
| 1000 | | | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 |
| 1250 | | 1,06 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 |
| 1600 | | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 |
| 2000 | 1,06 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 |
| 2500 | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 |
| 3200 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 |
| 4000 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 |
| 5000 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 |
| 6300 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 |
| 8000 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 |
| 10000 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 |
| 12500 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 |
| 16000 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 |
| 20000 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 |
| 25000 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 |
| 32000 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 |
| 40000 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 |
| 50000 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 |
| 63000 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 |
| 80000 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 |
| 100000 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 7,23 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 | 15,6 |
| 200000 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,81 | 9,11 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 | 15,6 | 16,8 | 18,2 | 19,6 |

Tabla n°3 de apuntes de Elemento de maquina

Al tener un valor de 180RPM, deberemos interpolar entre los 160RPM y 200RPM para poder obtener el valor de C/P aplicado a nuestro caso:

$$\frac{C}{P} = 4,74$$

Para poder obtener el valor de Capacidad de Carga Básica Dinámica del Rodamiento, despejamos de la expresión anterior y con el valor de carga equivalente calculado previamente, obtenemos dicho valor:

$$C = 4,74 \cdot P$$

$$C = 4,74 \cdot 0,1811 \text{ kN}$$

$$C = 0,9 \text{ kN}$$

Ingresando al catálogo de SKF, obtenemos el rodamiento que cumpla con nuestra Capacidad de Carga Básica Dinámica del Rodamiento 0,9 kN

Como el diámetro interior del rodamiento, para una carga básica dinámica de 0,9kN es muy pequeño comparado al diámetro del eje seleccionado y debido al bajo costo de sobredimensionar el rodamiento, optaremos por el rodamiento que se adecue a la necesidad de nuestro eje (diámetro de 40 mm) quedando así determinado por el siguiente modelo:



Rodamiento rígido de bolas a rotula sobre manguito de fijación 1209 EKTN9

| | | | | | |
|-----------------------------|--------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------|--------------|
| | Cónicos 1:12 | | Datos del cálculo | | |
| | Dimensiones | | | | |
| d | 45 mm | Diámetro interno | Capacidad de carga dinámica básica | C | 22.9 kN |
| D | 85 mm | Diámetro exterior | Capacidad de carga estática básica | C ₀ | 7.8 kN |
| B | 19 mm | Ancho | Carga límite de fatiga | P ₀ | 0.4 kN |
| d ₁ | ≈ 57.51 mm | Diámetro del resalte del aro interior | Velocidad de referencia | | 17 000 r/min |
| D ₁ | ≈ 72.5 mm | Diámetro del resalte del aro exterior | Velocidad límite | | 11 000 r/min |
| r _{1,2} | min. 1.1 mm | Dimensión del chaflán | Desalineación angular admisible | α | 2.5 ° |
| Dimensiones de los resaltes | | | Factor de cálculo | k _r | 0.04 |
| D _a | max. 78 mm | Diámetro del resalte del soporte | Valor límite | e | 0.21 |
| r _a | max. 1.1 mm | Radio de acuerdo | Factor de cálculo | Y ₀ | 3.2 |
| | | | Factor de cálculo | Y ₁ | 3 |
| | | | Factor de cálculo | Y ₂ | 4.6 |
| | | | Masa | | |
| | | | Masa de rodamiento | | 0.47 kg |

Extracto catálogo de SKF

Rodamiento para reacción 4 (R₄):

Los parámetros de entrada para poder seleccionar el rodamiento antes descrito son:

- RPM: 180
- R₄: 334 N = 34,1 Kg (esfuerzo radial)
- Hs de funcionamiento estimada 10000Hs.

RODAMIENTOS DE BOLAS

| Tipo de rodamiento | $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ | | $\frac{F_a}{F_r} > e$ | | e |
|--|--------------------------|---|-----------------------|-----|------|
| | X | Y | X | Y | |
| Rodamientos rígidos de bolas Series EL, R, 160, 60, 62, 63, 64, 42, 43 | | | | | |
| $\frac{F_a}{C_0} = 0,025$ | | | | 2 | 0,22 |
| $= 0,04$ | | | | 1,8 | 0,24 |
| $= 0,07$ | 1 | 0 | 0,56 | 1,6 | 0,27 |
| $= 0,13$ | | | | 1,4 | 0,31 |
| $= 0,25$ | | | | 1,2 | 0,37 |
| $= 0,5$ | | | | 1 | 0,44 |

Al tener únicamente esfuerzo radial, generado por la rotación del eje, los valores serán:

$$\begin{cases} X = 1 \\ Y = 0 \end{cases}$$

Determinación de la carga equivalente:

$$P_{eq} = X \cdot R_4 + Y \cdot R_i$$

Al ser Y=0 la carga equivalente queda como:



$$P_{eq} = 1 \cdot 334 N$$

$$P_{eq} = 334 N = 0,334 kN$$

Determinación de la seguridad de carga C/P

Tabla 3 Seguridad de carga $\frac{C}{P}$ para diferentes duraciones expresadas en horas de funcionamiento y para diferentes velocidades

RODAMIENTOS DE BOLAS

| Duración en horas <i>L_A</i> | Revoluciones por minuto | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | | | | 1,06 | 1,34 | 1,45 | 1,56 | 1,68 | 1,82 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 |
| 1000 | | | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 |
| 1250 | | 1,06 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 |
| 1600 | | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 |
| 2000 | 1,06 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 |
| 2500 | 1,15 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 |
| 3200 | 1,24 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 |
| 4000 | 1,34 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 |
| 5000 | 1,45 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 |
| 6300 | 1,56 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 |
| 8000 | 1,68 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 |
| 10 000 | 1,82 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 |
| 12 500 | 1,96 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 |
| 16 000 | 2,12 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 |
| 20 000 | 2,29 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 |
| 25 000 | 2,47 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 |
| 32 000 | 2,67 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 |
| 40 000 | 2,88 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 |
| 50 000 | 3,11 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 |
| 63 000 | 3,36 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 7,23 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 |
| 80 000 | 3,63 | 4,23 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,81 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 |
| 100 000 | 3,91 | 4,56 | 5,32 | 6,20 | 7,23 | 8,43 | 9,11 | 9,83 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 | 15,6 |
| 200 000 | 4,93 | 5,75 | 6,70 | 7,81 | 9,11 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,4 | 14,5 | 15,6 | 16,8 | 18,2 | 19,6 |

Tabla N°3 de apuntes de Elemento de maquina

Al tener un valor de 180RPM, deberemos interpolar entre los 160RPM y 200RPM para poder obtener el valor de C/P aplicado a nuestro caso:

$$\frac{C}{P} = 4,74$$

Para poder obtener el valor de Capacidad de Carga Básica Dinámica del Rodamiento, despejamos de la expresión anterior y con el valor de carga equivalente calculado previamente, obtenemos dicho valor:

$$C = 4,74 \cdot P$$

$$C = 4,74 \cdot 0,334 kN$$

$$C = 1,58 kN$$

Ingresando al catálogo de SKF, obtenemos el rodamiento que cumpla con nuestra Capacidad de Carga Básica Dinámica del Rodamiento 1,58 kN.

Llegado a esta circunstancia, nos encontramos en la misma posición que en el caso de la reacción 3 (R_3), por lo cual adoptamos el mismo criterio y seleccionamos el mismo rodamiento que para dicha reacción, siendo este el modelo:

Rodamiento rígido de bolas a rotula sobre manguito de fijación 1209 EKTN9

Cálculo de la vida útil del rodamiento expresado en horas de funcionamiento:

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^k \rightarrow \begin{cases} L_{10h} = \text{Vida nominal en horas de funcionamiento} \\ n = \text{Número de RPM} \\ C = \text{Capacidad de carga dinámica básica} \\ P = \text{Capacidad de carga dinámica} \\ k = \text{Exponente de la ecuación} = 3 \text{ para rodamiento de bolas} \end{cases}$$

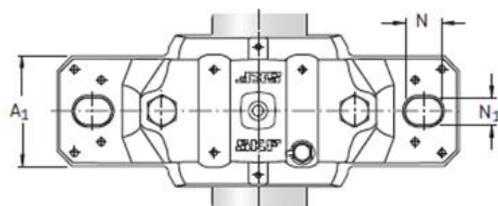
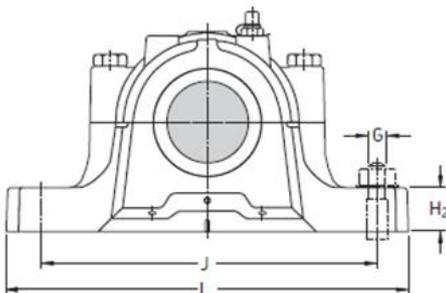
$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60 \cdot 180} \right) \cdot \left(\frac{22,9 \text{ kN}}{1,58 \text{ kN}} \right)^3$$

$$L_{10h} = 281911 \text{ Hs}$$

Como L_{10h} es mayor a las 10 mil horas estipuladas, el rodamiento **verifica**.

3.8 SELECCIÓN DE LA CAJA PORTA RODAMIENTO

Se utilizará una caja porta rodamiento SNL, del catálogo de SKF, para un diámetro de eje de 40 mm.





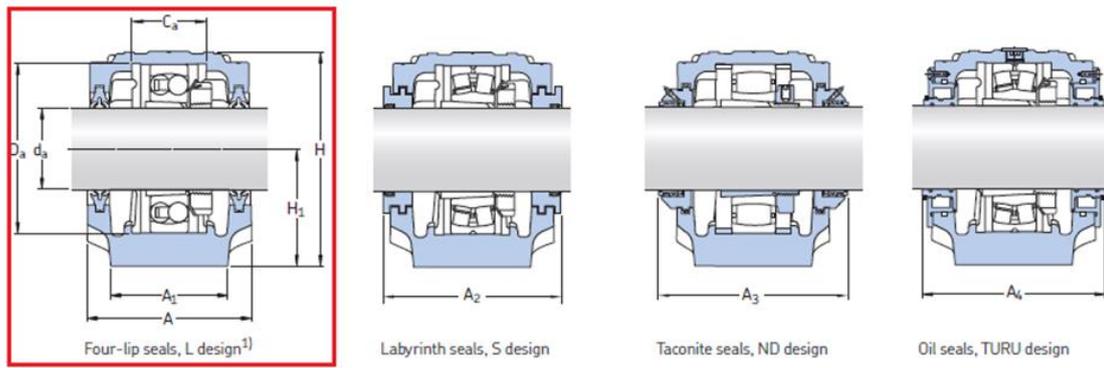
| Shaft d_a | Bearing seat | | Width across seals | | | Appropriate bearings and associated components | | | Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing Sealed spherical roller bearing CARB toroidal roller bearing | Adapter sleeve | Locating rings 2 per housing | Adapter sleeve | Locating rings 2 per housing |
|----------------|--------------|-------|--------------------|-------|-------|--|----------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|--|----------------|---------------------------------|
| | C_a | D_a | A_2 | A_3 | A_4 | Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing | Adapter sleeve | Locating rings 2 per housing | | | | | |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | |
| 40 | 30 | 85 | 97 | 150 | - | 1209 EKTN9 | H 209 | FRB 5.5/85 | 2209 EKTN9 22209 EK B52-2209-2CSK/VT143 C 2209 KTN9 | H 309 H 309 H 309 E H 309 E | FRB 3.5/85 FRB 3.5/85 FRB 1/85 FRB 3.5/85 | | |
| | 44 | 100 | 107 | 155 | 112 | 1309 EKTN9 21309 EK | H 309 H 309 | FRB 9.5/100 FRB 9.5/100 | 2309 EKTN9 22309 EK - | H 2309 H 2309 - | FRB 4/100 FRB 4/100 - | | |
| 45 | 41 | 90 | 102 | 155 | - | 1210 EKTN9 - | H 210 - | FRB 10.5/90 - | 2210 EKTN9 22210 EK B52-2210-2CSK/VT143 C 2210 KTN9 | H 310 H 310 H 310 E H 310 E | FRB 9/90 FRB 9/90 FRB 6.5/90 FRB 9/90 | | |
| | 48 | 110 | 117 | 165 | 124 | 1310 EKTN9 21310 EK | H 310 H 310 | FRB 10.5/110 FRB 10.5/110 | 2310 K 22310 EK - | H 2310 H 2310 - | FRB 4/110 FRB 4/110 - | | |

Extracto catálogo de SKF

Designación de componentes internos

- Rodamiento: **1209 EKTN9**.
- Manguito de fijación: **H209**.
- Anillos de fijación: **FRB 5.5/85**.

SNL plummer block housings for bearings on an adapter sleeve, metric shafts
 d_a 40 – 50 mm



| Shaft d_a | Housing Dimensions | | | | | | | | | | Mass | Designations | | |
|----------------|--------------------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|----|-------|----|------|---|--|--|
| | A | A_1 | H | H_1 | H_2 | J | L | N | N_1 | G | | Housing | Seals | End cover |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | kg | - | - | - |
| 40 | 85 | 60 | 109 | 60 | 25 | 170 | 205 | 20 | 15 | 12 | 2,90 | SNL 509 SNL 509 SNL 509 SNL 509 SNL 509 | TSN 509 I TSN 509 A TSN 509 C TSN 509 S TSN 509 ND | ASNH 509 ASNH 509 ASNH 509 ASNH 509 ASNH 509 |
| | 95 | 70 | 128 | 70 | 28 | 210 | 255 | 24 | 18 | 16 | 4,40 | SNL 511-609 SNL 511-609 SNL 511-609 SNL 511-609 SNL 511-609 SNL 609 TURU | TSN 609 L TSN 609 A TSN 609 C TSN 609 S TSN 609 ND included | ASNH 511-609 ASNH 511-609 ASNH 511-609 ASNH 511-609 ASNH 511-609 ASNH 511-609 R |

Extracto catálogo de SKF



Designación del soporte: **SNL 509.**

Designación del sello: **TSN 509 A.**

Designación de las tapas laterales: **ASNH 509.**

Verificación de la carga sobre la caja SNL seleccionada

Verificación de los tornillos de fijación

Load carrying ability and tightening torques for cap bolts and attachment bolts

| Housing Size | Cap bolts Yield point for both bolts | | | Maximum load for both bolts | | | Tightening torque | Designation to ISO 4014 | Attachment bolts | |
|----------------|---|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| | Q _{120°} | Q _{150°} | Q _{180°} | F _{120°} | F _{150°} | F _{180°} | | | Size | Tightening torque |
| – | kN | | | kN | | | Nm | – | – | Nm |
| SNL 205 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×40 | M 12 | 80 |
| SNL 206-305 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×40 | M 12 | 80 |
| SNL 207 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 208-307 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 209 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 210 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×55 | M 12 | 80 |
| SNL 211 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×60 | M 16 | 200 |
| SNL 212 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×60 | M 16 | 200 |
| SNL 213 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×65 | M 16 | 200 |
| SNL 215 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×65 | M 16 | 200 |
| SNL 216 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×70 | M 20 | 385 |
| SNL 217 | 220 | 125 | 110 | 80 | 45 | 40 | 80 | M 12×80 | M 20 | 385 |
| SNL 218 | 400 | 230 | 200 | 170 | 100 | 85 | 150 | M 16×90 | M 20 | 385 |
| SNL 505 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×40 | M 12 | 80 |
| SNL 506-605 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×40 | M 12 | 80 |
| SNL 507-606 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 508-607 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 509 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×50 | M 12 | 80 |
| SNL 510-608 | 150 | 85 | 75 | 50 | 30 | 25 | 50 | M 10×55 | M 12 | 80 |

Extracto catálogo de SKF. Tabla N° 2

Los tornillos de fijación a la máquina deberán ser M12 con un torque de ajuste de 80 Nm. Los tornillos de unión de la mitad del portarodamiento soportan una carga máxima de 25 kN, como nuestra carga máxima es de 624,4 N, los tornillos de unión verifican.



Verificación de la carcasa de la caja SNL

Breaking loads for SNL plummer block housings

| Housing Size | Breaking loads for SNL and FSNL housings | | | | | | |
|--------------|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | P _{0°} | P _{55°} | P _{90°} | P _{120°} | P _{150°} | P _{180°} | P _a |
| – | kN | | | | | | |
| SNL 205 | 100 | 155 | 95 | 70 | 60 | 80 | 52 |
| SNL 206-305 | 130 | 170 | 100 | 80 | 65 | 85 | 55 |
| SNL 207 | 140 | 190 | 115 | 85 | 80 | 95 | 60 |
| SNL 208-307 | 150 | 215 | 130 | 95 | 85 | 110 | 70 |
| SNL 209 | 160 | 230 | 140 | 100 | 90 | 115 | 75 |
| SNL 210 | 170 | 265 | 155 | 120 | 110 | 130 | 85 |
| SNL 211 | 190 | 275 | 170 | 125 | 115 | 140 | 90 |
| SNL 212 | 210 | 300 | 180 | 130 | 120 | 150 | 100 |
| SNL 213 | 270 | 340 | 205 | 150 | 130 | 170 | 110 |
| SNL 215 | 290 | 410 | 250 | 185 | 160 | 205 | 135 |
| SNL 216 | 350 | 430 | 260 | 190 | 175 | 215 | 140 |
| SNL 217 | 370 | 480 | 290 | 205 | 190 | 240 | 155 |
| SNL 218 | 430 | 550 | 340 | 250 | 215 | 275 | 180 |
| SNL 505 | 100 | 155 | 95 | 70 | 60 | 80 | 52 |
| SNL 506-605 | 130 | 170 | 100 | 80 | 65 | 85 | 55 |
| SNL 507-606 | 140 | 190 | 115 | 85 | 80 | 95 | 60 |
| SNL 508-607 | 150 | 215 | 130 | 95 | 85 | 110 | 70 |
| SNL 509 | 160 | 230 | 140 | 100 | 90 | 115 | 75 |
| SNL 510-608 | 170 | 265 | 155 | 120 | 110 | 130 | 85 |

Extracto catálogo de SKF. Tabla N° 1

La caja SNL no estará sometida a cargas axiales con lo cual $N = 0 < P_a = 75 \text{ kN}$, **VERIFICA**.

Además, la carga máxima ejercida será de 624,4 N, muy inferior a la menor carga de rotura que soporta la caja, que se da a los 150° de valor 90 kN, con lo cual la caja seleccionada verifica y es apta para las sollicitaciones que se ejercerán en el eje excéntrico.



4 FACTIBILIDAD

4.1 ECONÓMICA

En este apartado se estudiará el mercado, los competidores, las máquinas existentes que se asemejen a la nuestra y se hará un estudio económico para determinar si la incorporación de la máquina en la empresa es factible.

4.1.1 ESTUDIO DE MERCADO

En función de la investigación realizada en el mercado, tanto nacional como extranjero, no se pudo recabar información acerca de una competencia directa en el desarrollo de una máquina destinada a la trituración de moldes de arena para fundición, debido a que la misma es una máquina con un fin bastante específico. Es por este motivo, que se buscó referencia en el mercado de máquinas que utilicen el mismo principio y mecanismo de trituración, con capacidades similares, pero con otros elementos a triturar, se estableció un marco de precios de referencias que utilizaremos como límite o estándar y con los cuales buscaremos competir, todos estos en la moneda internacional de mayor uso el cual es en este momento el dólar estadounidense (USD).

Los principales fabricantes y distribuidores de máquina trituradoras de mandíbulas son, entre otros:

- MetsoOutotec: Empresa finlandesa que se especializa en equipos de minería y agregados.
- Sandvik: Empresa sueca que ofrece una amplia gama de equipos de minería y construcción.
- TerexCorporation: Fabricante global de equipos industriales, incluyendo trituradoras de mandíbula para la industria de la construcción y minería.
- Thyssenkrupp: Empresa alemana proveedora líder de tecnología y equipos para diversas industrias, incluyendo la minería y la construcción.
- McCloskey International: Fabricante con sede en Canadá que se especializa en equipos para la industria de la construcción, incluyendo trituradoras de mandíbula.
- Eagle Crusher Company: Empresa con sede en Estados Unidos que fabrica equipos de trituración y cribado, incluidas trituradoras de mandíbula
- Retsch: Fabricante líder de equipos de laboratorio especializados en trituración y molienda. Fundada en 1915, Retsch tiene su sede en Alemania



Algunas de las máquinas más utilizadas y vendidas son:

| | Marca | Modelo | Precio (USD) | Capacidad (t/h) | Potencia (Kw) | Apertura Alimentador (mm) | Dimensiones (mm) | Peso (t) | Pais |
|---|-----------------|--|--------------|-----------------|---------------|---------------------------|------------------|----------|----------|
| 1 | Baichy | PE 150x250 | 9.900 | 1 a 4 | 5,5 | 150 x 250 | 896x745x935 | 1,2 | CHINA |
| 2 | Retsch | Jaw Crusher BB600 | 28.500 | 0,5 a 3,5 | 15 | 240 x 400 | 925x1600x1370 | 1,35 | ALEMANIA |
| 3 | Retsch | Jaw Crusher BB400 | 13.500 | 0,05 a 0,4 | 5,5 | 90 x 220 | 695x1399x719 | 0,4 | ALEMANIA |
| 4 | Techtongda | JAW Rock Crusher 2,2Kw | 925 | 0,053 a 0,4 | 2,2 Kw | 61 X 150 | - | - | EE.UU |
| 5 | 911Metallurgist | Jaw Rock Crusher 2"x6" | 8.000 | 0,6 | 3 Kw | 50 x 150 | - | - | CANADA |
| 6 | 911Metallurgist | Jaw Rock Crusher 2.25" x 3" | 2.000 | 0,0182 | 0,745 Kw | 57 x 76 | 280 X 280 X 204 | 0,164 | CANADA |
| 7 | 911Metallurgist | SMALL LABORATORY JAW CRUSHER 2 1/4" x 3 | 6.000 | 0,012 | 3,35 Kw | 57 x 76 | 407 x 610 x 1200 | | CANADA |
| 8 | 911Metallurgist | 5" X 7" HIGH REDUCTION RATIO JAW CRUSHER | 12.000 | 0,3 a 0,25 | 3,7 Kw | 127 x 178 | | | CANADA |
| 9 | 911Metallurgist | 4" X 5" LABORATORY JAW CRUSHER 911MPEJC100 | 16.000 | 0,3 a 0,25 | 3 Kw | 100 x 130 | | | CANADA |

La máquina que se está diseñando corresponde a un proyecto único y puntual para satisfacer la necesidad de una empresa metalúrgica (Fundición de hierro), debido a esto, el estudio económico se enfocará en la amortización de la máquina como modelo de venta.



A continuación, se listan los posibles clientes a nivel nacional que podrían llegar a tener interés en nuestra máquina:



4.1.2 PLAN DE NEGOCIO

Considerando los posibles clientes (Al menos los que están inscriptos en la Cámara de Industriales Fundidores de la República Argentina), empresas siderúrgicas, fundiciones, entre otras, llegamos a un total de 154 posibles clientes. Buscando la venta de nuestra maquina en un 32% de los posibles clientes del mercado argentino, se determina que se podrán vender hasta 49 máquinas.

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Buenos Aires | 87 |
| Santa Fe | 45 |
| Mendoza | 2 |
| Cordoba | 14 |
| Entre Rios | 2 |
| Córdoba | 2 |
| Tucuman | 2 |
| Totalidad de posibles clientes | 154 |

La estrategia de venta consistirá en visitar los clientes, uno por uno mostrándole las ventajas en la reducción de costo de mano de obra, energía para recuperar la arena previamente utilizada y los beneficios de la reducción de accidentes con el empleo de la máquina.



Además, se creará una página Web y se buscará publicitar a través de revistas, libros y distintos portales de internet consultados por los potenciales clientes. Como también participar de exposiciones como FIMAQH.

El primer y segundo año se buscará atraer a los clientes que se ubiquen en AMBA y C.A.B.A.

El tercer año se buscará atraer a todos los posibles clientes de la provincia de Buenos Aires.

El cuarto y quinto año se visitará y se buscará atraer al resto de los posibles clientes que se ubiquen en el resto de las provincias del país. Con la posibilidad de intentar atraer a algunas empresas de países limítrofes como: Bolivia, Paraguay, Uruguay, Brasil y Chile. En caso que resulte favorable y se puede atraer a los mismos se evaluará la posibilidad de renovar el plan de negocio por otros 5 años.

4.2 COSTOS Y PRECIOS

En función del pre dimensionado del equipo presentado anteriormente, se estableció el listado de materiales que forman parte de la ingeniería básica del equipo. A continuación, se detallará el listado de componentes junto con el costo y el peso de cada uno:

| Numero | Nombre | Material | Cantidad | Detalle | Costo Unitario | Costo Total | Peso Unitario (Kg) | Peso Total (Kg) |
|--------|------------------------------------|-----------------|----------|--|----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | Eje excéntrico | SAE 1045 | 1 | Ø85 mm x 700 mm | \$ 123,00 | \$ 123,00 | 10 | 10 |
| 2 | Mandíbula fija | ASTM A-128 Gr C | 1 | 300 mm x 370 mm x 31,75mm (1 1/4") | \$ 19,37 | \$ 19,37 | 14,5 | 14,5 |
| 3 | Mandíbula móvil | ASTM A-128 Gr C | 1 | 300 mm x 455 mm x 31,75mm (1 1/4") | \$ 23,81 | \$ 23,81 | 35 | 35 |
| 5 | SopORTE de mandíbula móvil | F-24 | 1 | 300 mm x 500 mm x 6,35mm (1/4") + ranurado | \$ 108,00 | \$ 108,00 | 6 | 6 |
| 6 | Caja SNL | - | 2 | Diametro Int 40 mm | \$ 36,00 | \$ 72,00 | 2,9 | 5,8 |
| 7 | Motor eléctrico | - | 1 | 1 HP Trifásico WEG IP 65 | \$ 336,00 | \$ 336,00 | 23 | 23 |
| 8 | Volante de inercia | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 250 mm(ext) - 200 mm (int) - 10 mm(esp) | \$ 100,00 | \$ 100,00 | 31 | 31 |
| 9 | Polea conducida | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 250 mm(ext) - 200 mm (int) - 54 mm(esp) | \$ 120,00 | \$ 120,00 | 25 | 25 |
| 10 | Polea Motor | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 100 mm(ext) - 50mm (int) - 80mm(esp) | \$ 6,80 | \$ 6,80 | 2 | 2 |
| 11 | Correas | Comercial | 2 | Correa Trapezoidal A69 | \$ 15,00 | \$ 30,00 | 0,5 | 1 |
| 12 | Biela inferior | SAE 1045 | 1 | 60,3mm(2 3/8") x 700 mm | \$ 87,00 | \$ 87,00 | 7,5 | 7,5 |
| 14 | Perfil apoyo motor | F-24 | 2 | UPN 200 x 310 mm | \$ 63,70 | \$ 127,40 | 7,81 | 15,62 |
| 15 | Perfiles de bastidor | F-24 | 4 | UPN 200 x 500 mm | \$ 102,70 | \$ 410,80 | 12,6 | 50,4 |
| 16 | Perfiles de bastidor | F-24 | 2 | UPN 200 x 400 mm | \$ 82,10 | \$ 164,20 | 10,08 | 20,16 |
| 17 | Estructura soporte vertical | SAE 1010 | 4 | Seccion Cuadrada (50mmx50mmx2mm)x700 | \$ 8,63 | \$ 34,52 | 2,1 | 8,4 |
| 18 | Estructura soporte Transversal | SAE 1010 | 6 | Seccion Cuadrada (50mmx50mmx2mm)x600 | \$ 7,40 | \$ 44,40 | 1,88 | 11,28 |
| 19 | Estructura soporte Longitudinal | SAE 1010 | 4 | Seccion Cuadrada (50mmx50mmx2mm)x800 | \$ 9,87 | \$ 39,48 | 2,5 | 10 |
| 20 | Proteccion Cubre correa | SAE 1010 | 2 | Calibre16(1,6mm) x 350 mm x 500 mm | \$ 9,63 | \$ 19,26 | 2,2 | 4,4 |
| 21 | Tolva | SAE 1010 | 4 | Calibre16(1,6mm) x 300mm x 300 mm | \$ 4,98 | \$ 19,92 | 1,15 | 4,6 |
| 22 | Contenedor de triturado | SAE 1010 | 5 | Calibre16(1,6mm) x 500mm x 500 mm | \$ 13,75 | \$ 68,75 | 3,1 | 15,5 |
| 23 | Proteccion Eje Excéntrico | SAE 1010 | 1 | Calibre16(1,6mm) x 700mm x 300 mm | \$ 14,13 | \$ 14,13 | 2,6 | 2,6 |
| 24 | Accionamiento Electrico | Comercial | 1 | Seccionador, Pulsador, Parada Em, Cables,etc | \$ 250,00 | \$ 250,00 | 3 | 3 |
| 25 | Variador de frecuencia | Weg | 1 | | \$ 412,00 | \$ 412,00 | 1 | 1 |
| 26 | Gabinete estanco para sist control | - | 1 | 200mm x 150 mm x 120 mm (IP65) | \$ 56,30 | \$ 56,30 | 2,5 | 2,5 |
| 27 | Buloneria sujecion/ | Comercial | 1 | Resistencia 8.8, Galvanizado | \$ 150,00 | \$ 150,00 | 6 | 6 |
| 28 | Pintura en Polvo | Comercial | 1 | Litro de pintura poliuretánica | \$ 32,00 | \$ 32,00 | 1,5 | 1,5 |
| 29 | Ingenieria Básica | Hs | 100 | Hs por desarrollo de Ingenieria Básica | \$ 45,00 | \$ 4.500,00 | - | - |
| 30 | Ingenieria de Detalle | Hs | 50 | Hs por desarrollo de Ingenieria de Detalle | \$ 15,00 | \$ 750,00 | - | - |
| 31 | Costos de fabricacion | Hs | 50 | Costo de fabricacion expresado en Hs | \$ 30,00 | \$ 1.500,00 | - | - |
| | | | | | TOTAL | \$ 9.619,14 | PESO | 318 Kg |



Los costos de materiales de la maquina suman un total de 4369,14 USD, sin tener en cuenta los consumibles necesario para realizar el trabajo de: Corte, biselado, soldadura, etc. Es decir, hasta el momento no se tuvo en cuenta los costes necesarios para fabricar el mismo. A continuación, se detallan los costos fijos mensuales para producir la maquina:

Calculamos el costo fijo Mensual (CFM)

| Cantidad | Descripción | Costo Fijo Mensual |
|----------|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Oficial Multiple | 1000 |
| 1 | Soldador | 1000 |
| 1 | Alquiler del taller | 1800 |
| 1 | Electricidad | 650 |
| 1 | Gas | 180 |
| 1 | Agua y sanitario | 75 |
| 1 | Internet | 30 |
| 1 | Transporte materiales y maquinas | 400 |
| TOTAL | | 5135 USD |

Para los costos variables por maquina se calcula:

- Costo de los consumibles por equipo (15% Costo del equipo (2.869,14 USD) = 430,37 USD

Calculamos el costo fijo Anual (CFA)

$$CFA = 12 \cdot CFM = 12 \cdot 5135 \text{ USD} = \mathbf{61620 \text{ USD}}$$

Si tenemos la intención de recuperar nuestra inversión en un plazo de 5 años, que es el tiempo promedio en el cual uno puede recuperar las ganancias en el sector de la manufactura de equipos, tendremos que afrontar este costo fijo anual en un plan de negocio de 5 años, el mismo será:

$$CPN = 5 \cdot CFA = 12 \cdot 61620 \text{ USD} = \mathbf{308100 \text{ USD}}$$

Para este plan de negocio de 5 años, vamos a considerar que, en función de la capacidad de nuestra empresa, podemos fabricar 1 equipo cada 3 meses y que en los años posteriores gracias a la experiencia de los operarios y las acciones de Marketing a implementar al hacernos conocer en el rubro podremos incrementar nuestra producción y triplicarla capacidad de producción a partir del cuarto año, lo que nos da la siguiente producción:

| Produccion Mensual de maquinas | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|--------------------|
| Etapa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total Anual | Acumulado del plan |
| Primer año | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 4 | 4 |
| Segundo año | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 10 |
| Tercer año | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 9 | 19 |
| Cuarto año | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 31 |
| Quinto año | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 18 | 49 |

Con la proyección de los equipos fabricados por año, calcularemos los costos totales anuales que deberemos afrontar y la inversión total necesaria para poder concretar el plan de negocios.

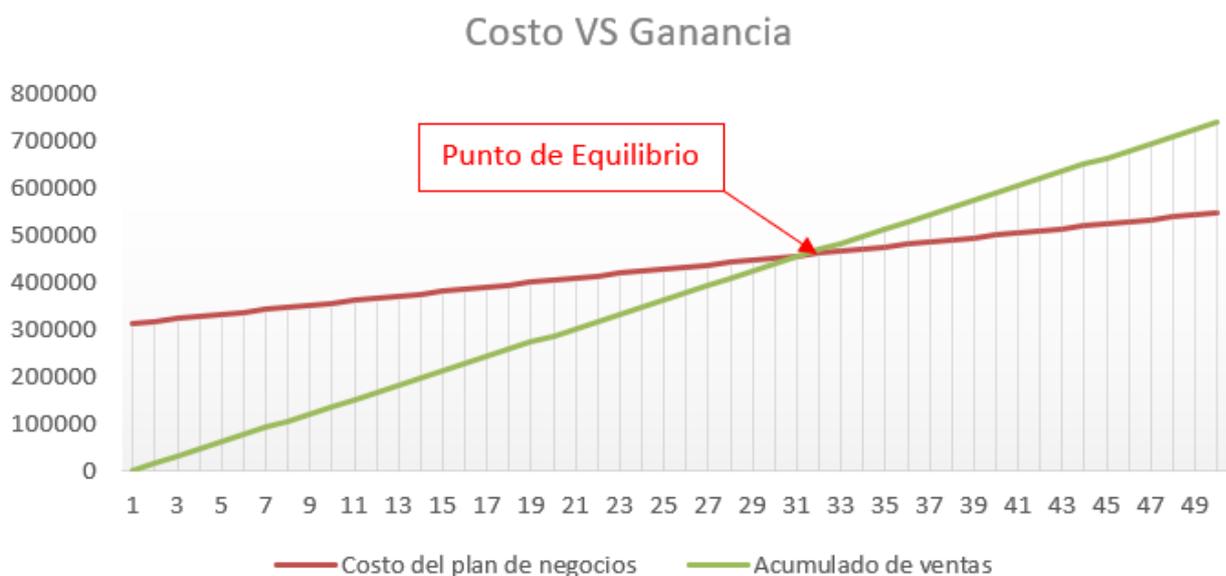
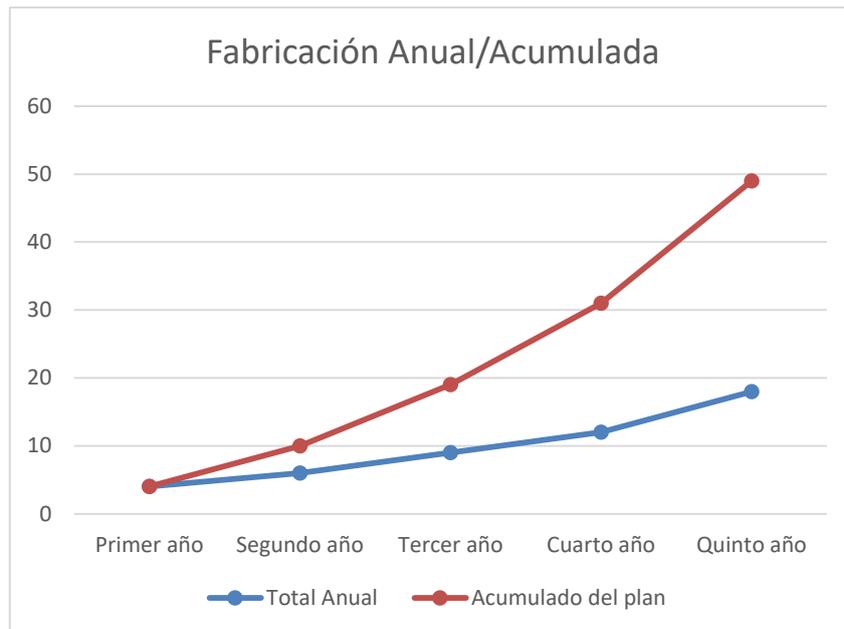


Calculamos el costo total para producir las 49 máquinas en 5 años

$$\text{CostoTotal} = \text{Ing. Básica} + \text{Ing. Detalle} + \text{CPN} + 49 \cdot (\text{MP} + \text{Consumibles})$$

$$\text{CostoTotal} = \text{USD } 4500 + \text{USD } 1500 + \text{USD } 308100 + 49 \cdot (\text{USD } 4369.14 + \text{USD } 430,37)$$

$$\text{CostoTotal} = \text{USD } 549276$$





4.2.1 PRECIO DE VENTA

$$\text{PrecioDelEquipo} = \frac{\text{CostoTotal}}{\text{Unidades a vender}}$$

$$\text{PrecioDelEquipo} = \frac{\text{USD } 549276}{49}$$

$$\text{PrecioDelEquipo} = \mathbf{11209 \text{ USD}}$$

Buscamos obtener un 35 % de ganancias por cada equipo

$$\text{PrecioDeVenta} = \text{PrecioDelEquipo} \cdot 1,35$$

$$\text{PrecioDeVenta} = 11209 \text{ USD} \cdot 1,35$$

$$\text{PrecioDeVenta} = \mathbf{15132 \text{ USD}}$$

4.3 VAN

Vamos a considerar una tasa de interés del $i = 3\%$ anual sobre la base en dólares

| Máquinas vendidas | Año | Ingreso Anual | Fx |
|-------------------|-----|---------------|------------|
| 4 | 1 | USD 60528 | USD 60528 |
| 10 | 2 | USD 151320 | USD 90792 |
| 19 | 3 | USD 287508 | USD 136188 |
| 31 | 4 | USD 469092 | USD 181584 |
| 49 | 5 | USD 741468 | USD 272376 |

$$\text{VAN} = -\text{CostoTotal} + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5}$$

$$\text{VAN} = -549276 + \frac{60528}{(1+0,03)^1} + \frac{90792}{(1+0,03)^2} + \frac{136188}{(1+0,03)^3} + \frac{181584}{(1+0,03)^4} + \frac{272376}{(1+0,03)^5}$$

$$\text{VAN} = \mathbf{USD 115989,5}$$

4.4 TIR

Calculamos la TIR que haga nuestro $\text{VAN} = 0$. Para eso, utilizamos aproximaciones sucesivas

$$\text{TIR} = -\text{CostoTotal} + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5} = 0 \rightarrow i \approx 8,64\%$$

Como la TIR obtenida(8,64%) es mayor a la tasa considerada en el VAN(3%), nuestro proyecto es **VIABLE**. Resulta más beneficioso emprender este proyecto que poner un plazo fijo en dólares o comprar bonos del estado.

4.5 FODA

En este apartado presentaremos un análisis FODA (Fortalezas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas) para mapear los factores principales que impactan en el proyecto y que esto nos permita tener mayor información a la hora de tomar decisiones.

| FACTORES INTERNOS | Fortalezas | | Debilidades | |
|-------------------|---------------|--|-------------|--|
| | F1 | Disminución de las horas hombres necesarias para tareas de molienda de moldes de arena | D1 | Necesidad de empleo de energía eléctrica para una tarea que antes era manual |
| | F2 | Disminución de riesgos de lesiones debido a esfuerzos no ergonómicos. | D2 | Aumento del nivel de ruido en el ambiente de trabajo |
| | F3 | Menor peso que máquinas similares del mercado | | |
| | F4 | Máquina mayormente producida con insumos nacional y partes estandarizadas | | |
| | F5 | Necesidad de mínimo mantenimiento | | |
| FACTORESEXTERNOS | Oportunidades | | Amenazas | |
| | O1 | Nunca competencia nacional | A1 | Situación socio-económica de Argentina |
| | O2 | Recuperación de los costes de inversión en la maquina en 2 años o menos | A2 | Restricciones de importación de insumos |
| | O3 | Mejoras de proceso de recuperación de arena, reduciendo el impacto ambiental por desechos no procesados | A3 | Carga impositiva elevado |
| | O4 | La recuperación de arena no se encuentra muy desarrollada en el rubro | A4 | Acotado mercado interno |
| | O5 | Se podría comprar scrap de moldes de arena de fundiciones que no recuperen, triturarlos y procesarlos, reduciendo el consumo de arena nueva (Mas cara) | A5 | Sindicatos |

4.6 LOCALIZACIÓN DEL EMPRENDIMIENTO

A continuación, definiremos la ubicación de la planta mediante un análisis macro y micro entre diferentes opciones. Utilizaremos el método de los factores ponderados para determinar que ubicación tiene mayor potencial.

4.6.1 ESTUDIO DE MACRO UBICACIÓN

En este apartado nos abocamos a realizar el estudio de macro ubicación, para poder determinar la zona o la región en donde instalaremos la empresa NISE. Para poder determinar con mayor precisión la ubicación de nuestra empresa, utilizaremos el método de factores ponderados.

Para el estudio en donde se ubicará la planta de producción NISE, utilizaremos tres provincias, las cuales creemos que tienen mayor potencial para instalar la nave, las cuales será: Buenos Aires, Entre Ríos y Chubut.

En la proyección de nuestro producto ofrecido podemos decir que creemos duradero en el tiempo, por lo que nos lleva a sacar la conclusión de que la óptima ubicación de la planta será primordial para la venta y distribución.

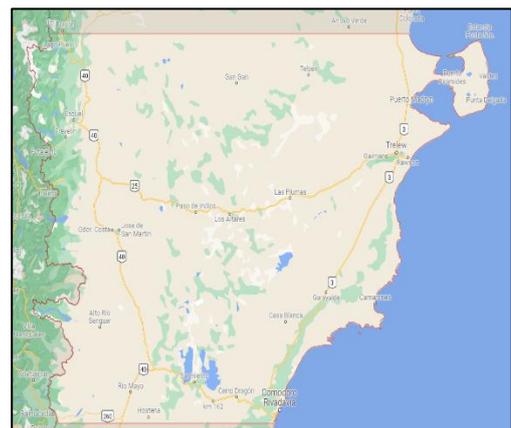
Provincia de Buenos Aires



Provincia de Entre Ríos



Provincia de Chubut



A continuación, se ponderan los siguientes factores en una escala del 1 al 10, siendo 1 – Mala disponibilidad y 10 – Excelente disponibilidad.

| Factores | Factor de Ponderación | Peso relativo por provincia | | | Peso total por provincia | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|--------|--------------------------|------------|--------|
| | | Buenos Aires | Entre Ríos | Chubut | Buenos Aires | Entre Ríos | Chubut |
| Materia Prima | 10 | 9 | 8 | 9 | 90 | 80 | 90 |
| Mano de Obra | 7 | 8 | 7 | 9 | 56 | 49 | 63 |
| Transporte | 9 | 9 | 9 | 8 | 81 | 81 | 72 |
| Energía Electrica | 10 | 10 | 10 | 8 | 100 | 100 | 80 |
| Combustibles | 9 | 9 | 9 | 8 | 81 | 81 | 72 |
| Agua | 6 | 7 | 6 | 7 | 42 | 36 | 42 |
| Comunicaciones | 8 | 8 | 10 | 9 | 64 | 80 | 72 |
| Mercado | 8 | 9 | 8 | 7 | 72 | 64 | 56 |
| Características ambientales | 5 | 10 | 8 | 5 | 50 | 40 | 25 |
| Marco Jurídico y Legal | 7 | 8 | 6 | 6 | 56 | 42 | 42 |
| Servicios Auxiliares | 5 | 8 | 7 | 7 | 40 | 35 | 35 |
| Servicios Públicos | 8 | 9 | 9 | 8 | 72 | 72 | 64 |
| Total: | | | | | 804 | 760 | 713 |

Como podemos observar en dicho método, nos entrega que la provincia de **Buenos Aires** es aquella que cumple con las mayores cualidades para ubicar nuestra planta de producción.



A continuación, procederemos a argumentar los parámetros de ponderación elegido en la macro ubicación:

- ❖ **Materia Prima:** Las materias primas son imprescindibles para cualquier proceso de elaboración, y por supuesto, nuestras máquinas no son la excepción. Por lo que se pueden obtener algunas materias primas de la industria nacional, ubicándose los principales centros en Buenos Aires y CABA.
- ❖ **Mano de Obra:** La mano de obra es un factor muy importante. En principio debido a la proyección que estamos haciendo durante el primer año no se requiere de mucha mano de obra, y el nivel de cualificación es bastante igualado en las tres provincias. Por el costo del transporte público, las más favorecidas serán Buenos Aires y CABA, aunque en este último hay que considerar las posibles demoras y contratiempos por horas pico.
- ❖ **Transporte:** De muy importante consideración para la distribución de nuestros productos a los clientes. Nuestro transporte será por tierra, con lo cual lo más valorado será la presencia de rutas y autopistas rápidas y cómodas a los principales centros de distribución (clientes) y grandes ciudades. CABA y Buenos Aires son los que presentan infraestructura más desarrollada en este aspecto, aunque también hay que considerar cantidad de peajes. Si en un futuro se considera exportar nuestros productos al exterior del país, es importante considerar la cercanía al puerto.
- ❖ **Energía eléctrica:** Para este aspecto es importante considerar la disposición y el precio. Disposición es favorable en las cuatro ubicaciones, siempre y cuando nos ubiquemos cercano a los principales centros urbanos de cada provincia. También es importante considerar que la infraestructura eléctrica no es muy avanzada en los principales centros urbanos y que, en determinadas épocas del año, es común que el suministro eléctrico no sea suficiente para abastecer estas áreas.
- ❖ **Combustibles:** En cuanto a combustibles para transporte, la variación de precios es bastante pareja en las tres provincias, viéndose Buenos Aires y CABA favorecidas por la presencia activa de varias empresas en el mercado (Shell, Axion, Petrobras, PDV, YPF, etc.) lo cual permite precios levemente más competitivos.
- ❖ **Agua:** La disponibilidad de agua en general, es muy buena en toda la región, y sus precios van variando según la ciudad que se elija. En términos generales, no afecta mucho a nuestra selección.
- ❖ **Comunicaciones:** En términos generales, la comunicación será mejor cuanto más cerca de los centros urbanos se esté. Por lo que nos resulta beneficioso Buenos Aires, al disponer de precios más competitivos.
- ❖ **Mercado:** en este caso nos basamos en la cantidad de pymes a las cuales venderemos nuestra máquina.
- ❖ **Características Ambientales:** Los controles ambientales son más estrictos en áreas rurales, lo cual implicará permisos especiales para contaminar (de ser necesario) y multas más elevadas ante alguna imprudencia con el medio ambiente. La presencia de parques industriales por rubro mejora este factor.



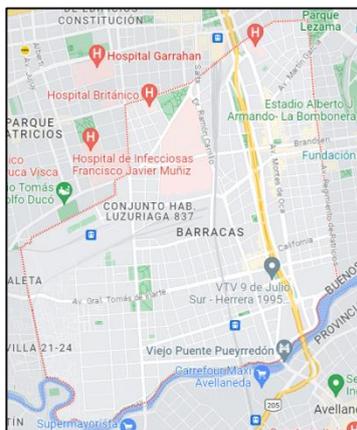
- ❖ **Marco Jurídico y Legal:** En este factor consideramos las facilidades fiscales y legales, que nos darán las regiones por instalarnos allí. Este factor esté quizás liderado por Buenos Aires, debido a la presencia de parques industriales que buscan fomentar la industria en determinadas regiones, garantizando y facilitando varios de los factores ya mencionados, así como también el factor legal y jurídico.
- ❖ **Servicios Auxiliares:** Implica servicios que puedan ser favorables para el desarrollo de la empresa, como por ejemplo procesos tercerizados, procesos de contabilidad o asistencia en software, por ejemplo.
- ❖ **Servicios Públicos:** Como ya se mencionó anteriormente, las tarifas a servicios públicos más convenientes corresponden a Buenos Aires.

4.6.2 ESTUDIO DE MICRO UBICACIÓN

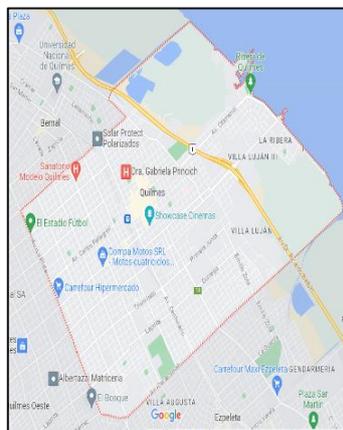
Para la selección de una micro ubicación dentro de la Provincia de Buenos Aires, buscaremos regiones cercanas al Gran Buenos Aires (o dentro de él) debido a las ventajas tarifarias y de transporte ya mencionadas.

Posibles ubicaciones que cumplen estos requisitos y consultando disposición de parcelas / naves industriales existentes, y acordes a nuestro presupuesto, dedujimos tres ciudades como candidatos a elegir una ubicación: Barracas, Quilmes y La Plata.

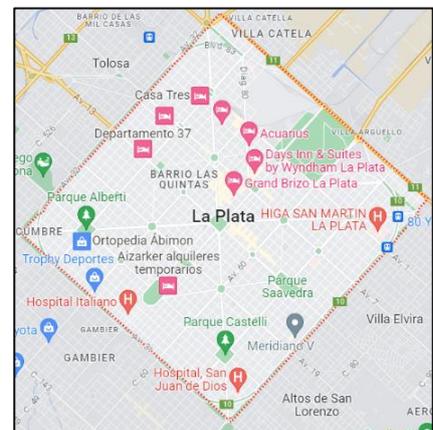
Barracas



Quilmes



La Plata



A continuación, se ponderan los siguientes factores en una escala del 1 al 10, siendo 1 – Mala disponibilidad y 10 – Excelente disponibilidad.



| Factores | Factor de Ponderacion | Peso relativo por provincia | | | Peso total por provincia | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|----------|--------------------------|---------|----------|
| | | Barracas | Quilmes | La Plata | Barracas | Quilmes | La Plata |
| Materia Prima | 10 | 8 | 7 | 7 | 80 | 70 | 70 |
| Mano de Obra | 7 | 8 | 8 | 6 | 56 | 56 | 42 |
| Transporte | 9 | 7 | 9 | 8 | 63 | 81 | 72 |
| Energía Electrica | 10 | 6 | 10 | 7 | 60 | 100 | 70 |
| Combustibles | 9 | 9 | 10 | 10 | 81 | 90 | 90 |
| Agua | 6 | 8 | 8 | 6 | 48 | 48 | 36 |
| Comunicaciones | 8 | 8 | 9 | 8 | 64 | 72 | 64 |
| Mercado | 8 | 9 | 9 | 7 | 72 | 72 | 56 |
| Características ambientales | 5 | 6 | 6 | 5 | 30 | 30 | 25 |
| Marco Juridico y Legal | 7 | 8 | 7 | 6 | 56 | 49 | 42 |
| Servicios Auxiliares | 5 | 9 | 10 | 7 | 45 | 50 | 35 |
| Servicios Publicos | 8 | 9 | 10 | 8 | 72 | 80 | 64 |
| Total: | | | | | 727 | 798 | 666 |

Con los resultados obtenidos llegamos a la conclusión de que la ubicación de nuestro proyecto será en el **Quilmes**.

5 IMPACTO DEL PROYECTO

Como todo proyecto de ingeniería, el mismo tendrá un impacto dentro de la sociedad y el medio ambiente. Dicho impacto se analiza en este apartado con el fin de reflejar aquellos puntos más importantes y relevantes.

5.1 IMPACTO SOCIAL

EN LA SOCIEDAD

El impacto es más bien positivo dentro de la sociedad. La empresa NISE SRL que desarrollará este producto se convertirá en un benefactor social, ya que aportará a las Pymes y potenciará el proceso de obtención de arena fenólica para poder reutilizarla en la fabricación de moldes de fundición. Además, existirá una reducción de desperdicios por errores de manipulación. Desde el punto de vista del desarrollo, fabricación y venta del producto esperamos que las Pymes puedan obtener ese valor agregado en sus procesos que los distingan de sus competidores. De esta manera, no solo mejorará en cierta medida la calidad de los procesos productivos de la zona a la que apunta ser comercializado el producto, sino también el desarrollo de las Pymes. La adquisición de nuestro producto puede ser el puntapié inicial para la mejora de otros procesos y posiblemente, con asistencia de nuestra organización.

EN LA ORGANIZACIÓN

El desarrollo y venta de este producto generara empleos indirectos, tanto por el desarrollo de la empresa misma como de las empresas que compren el producto. Permitirá a la empresa en el transcurso del retorno de la inversión poder ir mejorando y ajustando sobre el desarrollo del producto y así mejorarlo en todo sentido. Sin ir más lejos, el impacto positivo se verá también en las condiciones de trabajo de las personas que realizan las tareas que nuestra máquina viene a reemplazar. Las mejoras de estas condiciones impactan directamente en el bienestar de los



trabajadores brindándoles un procedimiento mucho más seguro, confiable y más ergonómico, logrando que podamos prescindir de malas posturas y posibles accidentes.

La experiencia adquirida mediante el desarrollo, fabricación y venta del producto brindará las herramientas para que futuros desarrollos se hagan de una manera más fluida y hasta más fácil.

CONCLUSIÓN

Las Pymes están dotadas de procesos productivos poco automatizados y que requieren del apoyo de empresas que le brinden soluciones ágiles y efectivas al menor precio posible. En este contexto de incertidumbre económica, dificultades para la exportación y demás, es donde más énfasis se hará en resolver problemas en procesos productivos de manera local. Por lo tanto, es ahí donde debemos aportar la ingeniería y desarrollo al servicio de la sociedad en la cual nos emplazaremos como empresa.

5.2 IMPACTO AMBIENTAL

EN LA SOCIEDAD

El impacto ambiental dentro de la sociedad, podríamos decir que es de elevada participación, ya que gracias a la recuperación de la arena fenólica utilizado en un proceso de fundición previo se evitara de utilizar arenas nuevas en futuros procesos, beneficiando la disminución de la extracción de dicho bien que se encuentra en la naturaleza y disminuyendo el impacto de la flora y fauna de la zona de extracción (extracción de cantera del Rio Paraná). Todo esto reduce desperdicios.

La fabricación de un producto para agilizar procesos productivos, el cual es alimentado eléctricamente no produce emisiones nocivas para el medio ambiente, por ejemplo. Durante la fabricación de nuestra máquina existirá un mínimo impacto ambiental producto de diversas actividades tales como:

- El proceso de pintado, el cual se prevé realizarlo dentro de una carpa controlando la emisión de solventes al medio ambiente y a las zonas aledañas a nuestra empresa.
- Los gases de soldadura emanados para fabricar nuestra máquina representan una baja cantidad, ya que la mayoría de las uniones de nuestra máquina son con bulonería y solo unas pocas uniones se hacen con procesos de soldadura.
- Todos los desperdicios de chapa y metal se prevé gestionarlos con servicios de recolección, de los cuales además se obtiene un rédito económico.

EN LA ORGANIZACIÓN

La emisión de ruidos generado por el funcionamiento de la maquina (impacto de las muelas) será un factor ambiental a tener en cuenta, que se deberá analizar y a priori si es mayor al que debe estar expuesto el operario se deberán determinar las protecciones necesarias para aminorar el impacto sobre el mismo.

CONCLUSIÓN

Dentro del contexto ambiental, la empresa tiene un punto muy alto a destacar, que es la reutilización de materia prima, y por consiguiente disminución de dicha extracción de la naturaleza. También podemos comprar materia prima de otras fundiciones y reutilizarlas, generando un menor impacto.

A nivel local y barrial si queremos agregar, la entrada y salida de camiones (debida a proveedores, clientes, vehículos propios para el transporte del producto, etc.) puede suponer una molestia para las residencias aledañas a la empresa. De todas maneras, es algo que se puede señalar para advertir y así evitar complicaciones a futuro.

6 INGENIERIA DE DETALLE

6.1 CÁLCULO POR ELEMENTO FINITO DEL COMPONENTE CRITICO

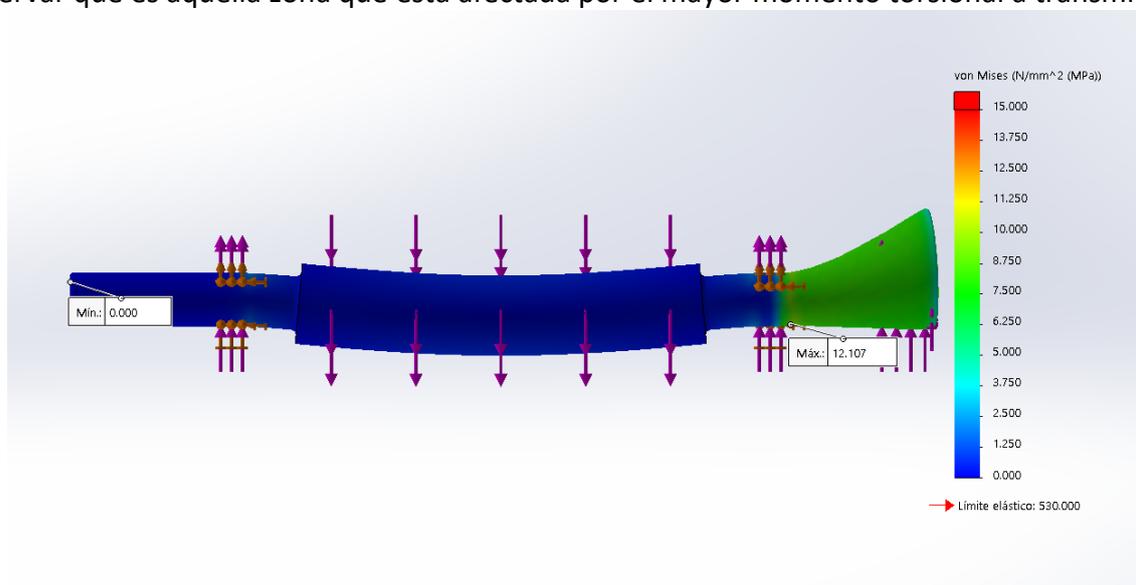
6.1.1 CALCULO POR ELEMENTO FINITO

El elemento critico seleccionado de nuestra Maquina Trituradora de Arena fenólica, se centra en el eje excéntrico (TAF-G7-007), donde se seleccionó este, por considerarlo el elemento que mayor criticidad representa debido a que está íntimamente sujeto al funcionamiento de nuestro equipo.

A través del programa SolidWorks, se procedió a realizar el ensayo de elementos finitos a partir de la Teoría de Von Mises. Donde este programa nos permitió realizar determinar el estado deformado del eje, y obtener el coeficiente de seguridad del mismo.

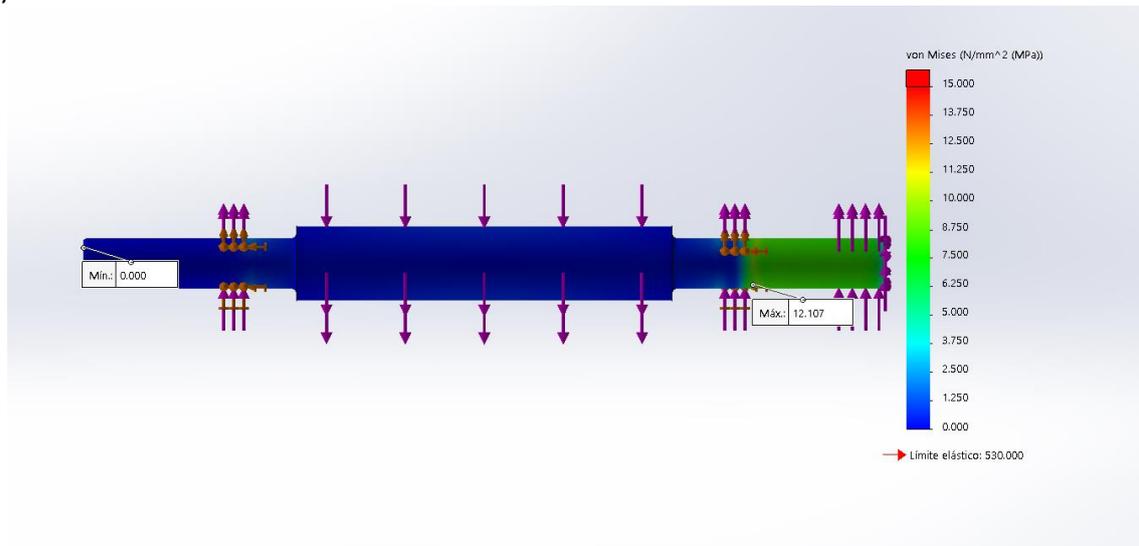
Escala ampliada en estado deformado del eje excéntrico generada por las cargas actuantes

Con las cargas obtenidas en la Ingeniería Básica, se determino el estado deformado del eje, así también como la tensión máxima (**12,107Mpa**) a la cual está sometida el eje, donde se puede observar que es aquella zona que está afectada por el mayor momento torsional a transmitir.



Escala real en estado deformado del eje excéntrico generado por las cargas actuantes

En esta escala real representada, se puede observar que no tenemos una zonacritica sobre el eje excéntrico o concentradores de tensiones, que puedan ser influyentes en la vida útil del mismo. De esta forma podemos observar entonces que la zona que tendrá mayor criticidad es en los apoyos sobre los cuales el eje generara el movimiento rotatorio (cajas porta rodamientos SNL).

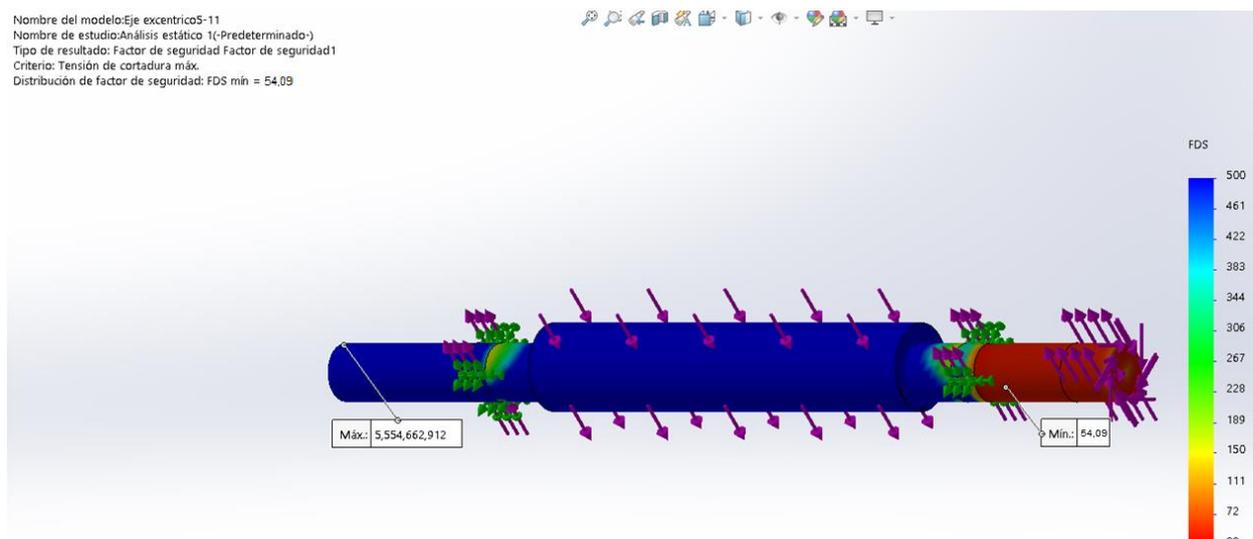


Obtención del factor de seguridad (por Tresca)

El material seleccionado para llevar a cabo dicho análisis es el Acero SAE 1045, donde se determinó a partir de su tensión de rotura de 655Mpa, y la tensión máxima generada que ronda los 12,11 Mpa, el coeficiente de seguridad.

A través del programa se utilizó el criterio de Teoría de Rotura para materiales dúctiles (Tresca).

Nombre del modelo: Eje excéntrico5-11
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Tensión de cortadura máx.
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 54,09



De esta forma se obtiene un coeficiente de seguridad de:

$$\gamma_{\text{minsoftware}}: 54,09$$



6.1.2 CALCULO ANALITICO POR ELEMENTO FINITO

6.1.2.1 Calculo de tensiones principales

A partir del principio de la resistencia de los materiales se calcularan las tensiones normales y tangenciales.

Además, se calcularan las tensiones principales por el método de VonMiseses y a continuación se determinara el coeficiente y a partir de la Teoría de Rotura para materiales dúctiles (Guest o Tresca).

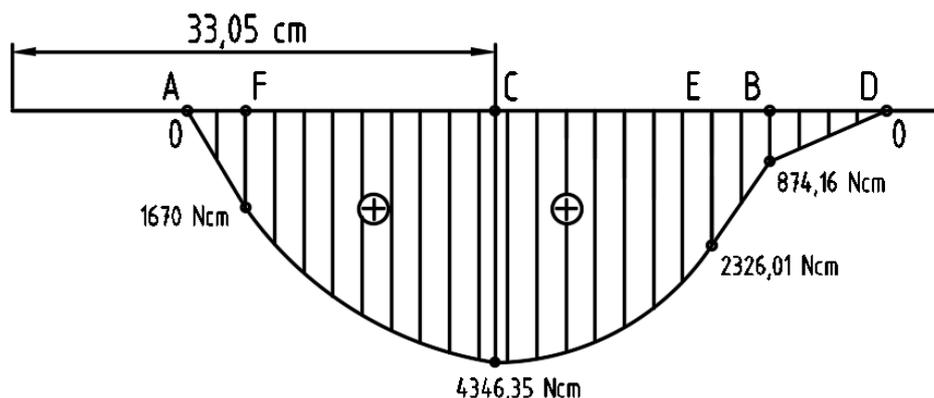
Calculo de las tensiones normales

$$\sigma_{x_i} = \pm \frac{N_{x_i}}{A_i} \pm \frac{M_z * y}{J_{z_i}} \pm \frac{M_y * z}{J_{y_i}}$$

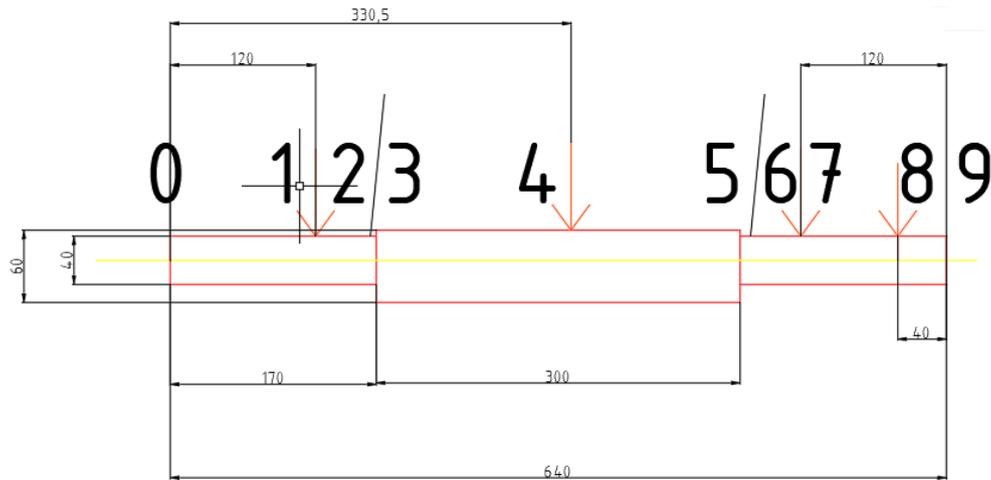
Donde:

- σ_{x_i} = *tension normal calculada para la seccion i.*
- N_{x_i} = *esfuerzo axil calculada para la seccion i.*
- A = *area transversal analizada en la seccion i.*
- M_z = *momento flector que actua sobre el plano vertical al eje.*
- M_y = *momento flector que actua sobre el plano horizontal al eje.*
- J_{z_i} = *momento de inercia respecto al eje z.*
- J_{y_i} = *momento de inercia respecto al eje y.*

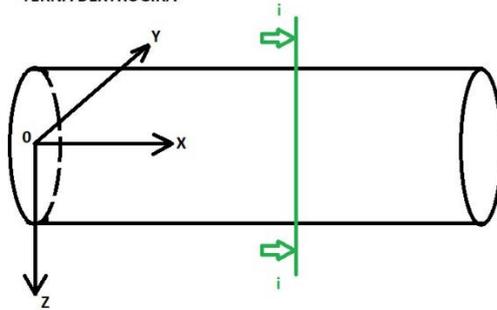
Diagrama M (Momento flector)



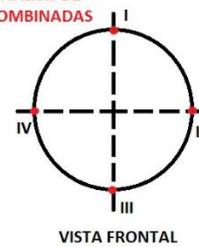
A continuación los valores calculados del momento de inercia, las áreas transversales y el diámetro de cada sección serán presentados de la siguiente manera, tomando como referencia, el siguiente diagrama:



TERNA DEXTROGIRA



PUNTOS DE ANÁLISIS DE TENSIONES COMBINADAS



VISTA FRONTAL

| | | | | | |
|-----|--------|----|---|----|-------|
| Jz0 | 12.566 | D0 | 4 | A0 | 12.56 |
| Jz1 | 12.566 | D1 | 4 | A1 | 12.56 |
| Jz2 | 12.566 | D2 | 4 | A2 | 12.56 |
| Jz3 | 63.617 | D3 | 6 | A3 | 28.26 |
| Jz4 | 63.617 | D4 | 6 | A4 | 28.26 |
| Jz5 | 63.617 | D5 | 6 | A5 | 28.26 |
| Jz6 | 12.566 | D6 | 4 | A6 | 12.56 |
| Jz7 | 12.566 | D7 | 4 | A7 | 12.56 |
| Jz8 | 12.566 | D8 | 4 | A8 | 12.56 |
| Jz9 | 12.566 | D9 | 4 | A9 | 12.56 |

Nuestro eje, estará únicamente solicitado para este análisis al momento flector M_z (dirección adoptada en z por nosotros) por lo cual los cálculos para obtener los valores de tensiones normales en cada sección del eje serán:



| | | | |
|-----|--------|------------|------|
| Mz0 | 0 | σ_0 | 0 |
| Mz1 | 0 | σ_1 | 0 |
| Mz2 | 170.41 | σ_2 | 27.1 |
| Mz3 | 170.41 | σ_3 | 8.0 |
| Mz4 | 443.57 | σ_4 | 20.9 |
| Mz5 | 237.35 | σ_5 | 11.2 |
| Mz6 | 237.35 | σ_6 | 37.8 |
| Mz7 | 89.29 | σ_7 | 14.2 |
| Mz8 | 0 | σ_8 | 0 |
| Mz9 | 0 | σ_9 | 0 |

La tensión normal será negativa en la parte superior del eje ya que la tensión será de compresión y positiva en la parte inferior, ya que estará sometido a esfuerzo de tracción.

Cálculo de las tensiones tangenciales de corte

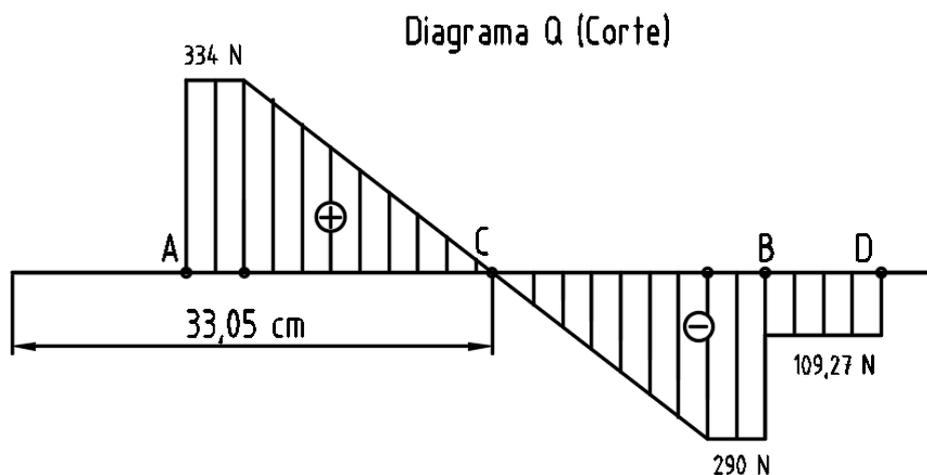
$$\zeta = \sqrt{\zeta_{z_i}^2 + \zeta_{y_i}^2}$$

Debido a que en nuestro eje excéntrico solo presenta esfuerzo cortante en la dirección Z no se tendrá en cuenta para la sumatoria los $Q_y = 0$.

$$\zeta_{xy} = -\frac{Q_{z_i} * S_{z_i}}{J_{z_i} * e}$$

Donde:

- Q_{z_i} = esfuerzo de corte calculada para la seccion i.
- S_{z_i} = momento estatico en la seccion i – i a la altura y.
- J_{z_i} = momento de inercia respecto al eje z analizada en la seccion i.
- e = ancho del eje a la altura i analizada.





El momento de inercia estático se calcula como:

$$S_{z_i}^i = \frac{2}{3} (r^2 - y^2)^{\frac{3}{2}}$$

El momento estático de inercia, será nulo en los extremos superior (I) e inferior (III) del eje debido a que la componente y se hace igual al r. Por lo tanto, ζ_i II-IV = 0. Con lo cual calcularemos las tensiones tangenciales de corte solamente en la zona media del eje.

| | |
|-----|-----|
| Sz0 | 5.3 |
| Sz1 | 5.3 |
| Sz2 | 5.3 |
| Sz3 | 18 |
| Sz4 | 18 |
| Sz5 | 18 |
| Sz6 | 5.3 |
| Sz7 | 5.3 |
| Sz8 | 5.3 |
| Sz9 | 5.3 |

| | | | | | | | | | |
|-----|--------|----|---|-----|-----|-----|-------|-----------|------|
| Jz0 | 12.566 | e0 | 4 | Sz0 | 5.3 | Qz0 | 0 | ζ_0 | 0 |
| Jz1 | 12.566 | e1 | 4 | Sz1 | 5.3 | Qz1 | 33.05 | ζ_1 | 3.51 |
| Jz2 | 12.566 | e2 | 4 | Sz2 | 5.3 | Qz2 | 34.05 | ζ_2 | 3.61 |
| Jz3 | 63.617 | e3 | 6 | Sz3 | 18 | Qz3 | 34.05 | ζ_3 | 1.61 |
| Jz4 | 63.617 | e4 | 6 | Sz4 | 18 | Qz4 | 0.00 | ζ_4 | 0.00 |
| Jz5 | 63.617 | e5 | 6 | Sz5 | 18 | Qz5 | 29.56 | ζ_5 | 1.39 |
| Jz6 | 12.566 | e6 | 4 | Sz6 | 5.3 | Qz6 | 29.56 | ζ_6 | 3.14 |
| Jz7 | 12.566 | e7 | 4 | Sz7 | 5.3 | Qz7 | 29.56 | ζ_7 | 3.14 |
| Jz8 | 12.566 | e8 | 4 | Sz8 | 5.3 | Qz8 | 11.15 | ζ_8 | 1.18 |
| Jz9 | 12.566 | e9 | 4 | Sz9 | 5.3 | Qz9 | 0 | ζ_9 | 0 |

Esta tensión, vista en corte transversal al eje, actuará desde arriba hacia abajo y su signo será positivo ya que coincide con el eje Z de la terna adoptada en un principio.

Tensiones tangenciales producto del momento torsor

$$\zeta_{mt} = \frac{Mt}{J_{p_i}} * d$$

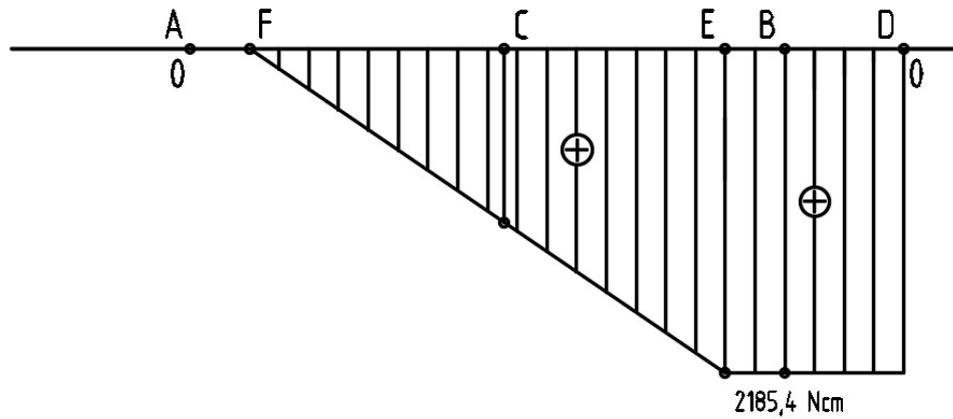
Donde:

- Mt = momento torsor de la seccion analizada.
- J_{p_i} = momento de inercia polar en la seccion analizada.
- d = distancia del centro del eje al punto analizado.

Como la **tensión máxima** se tiene en el punto más alejado del centro del eje, el cual coincide con el radio exterior del mismo, se analizarán las tensiones en dichos puntos, por ser estos los más solicitados.



Diagrama Mt (Momento torsor)



| | | | | | |
|-----|-------|-----|-------|---------------|------|
| Jp0 | 25.1 | Mz0 | 0 | ζ_{mt0} | 0 |
| Jp1 | 25.1 | Mz1 | 0 | ζ_{mt1} | 0 |
| Jp2 | 25.1 | Mz2 | 0 | ζ_{mt2} | 0 |
| Jp3 | 127.2 | Mz3 | 0 | ζ_{mt3} | 0 |
| Jp4 | 127.2 | Mz4 | 103.6 | ζ_{mt4} | 2.4 |
| Jp5 | 127.2 | Mz5 | 222.8 | ζ_{mt5} | 5.3 |
| Jp6 | 25.1 | Mz6 | 222.8 | ζ_{mt6} | 17.7 |
| Jp7 | 25.1 | Mz7 | 222.8 | ζ_{mt7} | 17.7 |
| Jp8 | 25.1 | Mz8 | 222.8 | ζ_{mt8} | 17.7 |
| Jp9 | 25.1 | Mz9 | 0 | ζ_{mt9} | 0 |

Calculo de tensiones principales por Von Mises

Para calcular las tensiones equivalentes de Von Mises, se tomará en cuenta las tensiones tangenciales generadas por el momento torsor y por los esfuerzos de corte. A su vez se también se emplearán las tensiones normales, para la obtención de las tensiones principales.

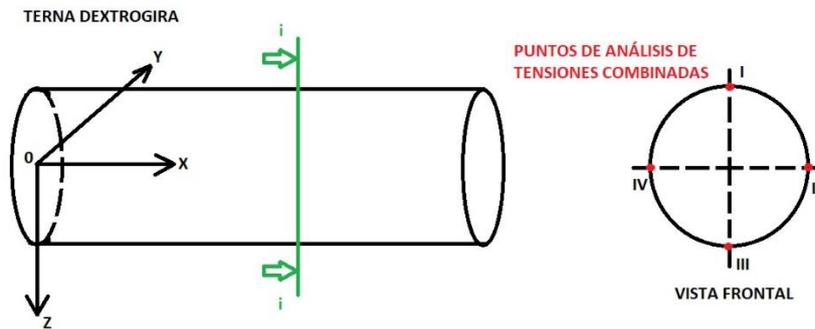
$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\zeta_{xy}^2 + \zeta_{xz}^2)}}{2}$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_x - \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\zeta_{xy}^2 + \zeta_{xz}^2)}}{2}$$

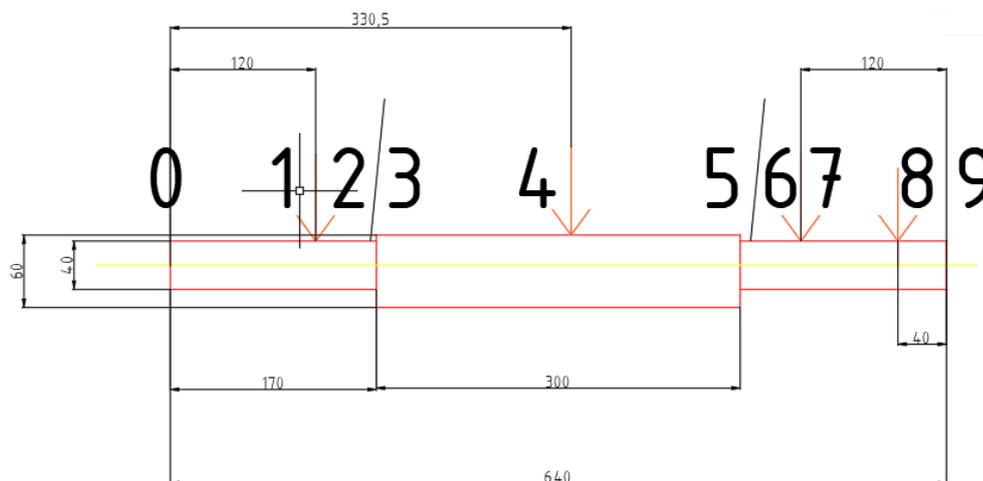
Donde:

- σ_1 = tensión principal máxima.
- σ_3 = tensión principal mínima.



Para cada una de las secciones analizadas, en los puntos II y IV se tendrán tensiones normales nulas y tensiones tangenciales máximas producto de la suma de ζ_{xy} y ζ_{mt} .

En los puntos I y III se tendrán las máximas tensiones normales de compresión y tracción, y además las tensiones tangenciales producto del momento torsor, siendo las tensiones de corte nulas en dicho punto por lo mencionado anteriormente.



Teoría de Rotura para materiales dúctiles

Se empleara la teoría de rotura de Guest o Tresca, donde las mismas son empleadas para materiales dúctiles, que en nuestro caso es el acero y plantean que la falla del material ocurrirá cuando la tensión máxima de un ensayo simple de tracción sea igual a la tensión máxima tangencial.

$$\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2} \leq \frac{\sigma_f}{2}$$

Donde:

- σ_f : tensión de fluencia del acero SAE 1045. $4210 \frac{Kg}{cm^2}$

Se calculara un coeficiente que relaciona la tensión de fluencia con las tensiones de rotura y estos valores se utilizaran para comparar los valores o datos que obtengamos a través del método de elemento finito a través del programa SolidWorks.



$$\gamma = \frac{\sigma_r}{(\sigma_1 - \sigma_3)}$$

Se emplearan las dos formulas explicadas anteriormente en cada uno de los puntos de análisis y se determinara el valor de γ como el menor de todas las zonas analizadas.

| Secciones analizadas | Punto I | | | | |
|----------------------|------------|------------|-----------------------|-------------|----------|
| | σ_1 | σ_3 | $\sigma_1 - \sigma_3$ | γ | ¿Falla? |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 2 | 0 | -27,12 | 27,12 | 246,26 | NO FALLA |
| 3 | 0 | -8,04 | 8,04 | 831,14 | NO FALLA |
| 4 | 0,28 | -21,20 | 21,48 | 310,93 | NO FALLA |
| 5 | 2,08 | -13,27 | 15,35 | 435,08 | NO FALLA |
| 6 | 7,02 | -44,79 | 51,81 | 128,91 | NO FALLA |
| 7 | 12,00 | -26,21 | 38,20 | 174,84 | NO FALLA |
| 8 | 17,73 | -17,73 | 35,46 | 188,35 | NO FALLA |
| 9 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |

| Secciones analizadas | Punto II | | | | |
|----------------------|------------|------------|-----------------------|-------------|----------|
| | σ_1 | σ_3 | $\sigma_1 - \sigma_3$ | γ | ¿Falla? |
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 1 | 5,26 | -5,26 | 10,52 | 634,88 | NO FALLA |
| 2 | 5,42 | -5,42 | 10,84 | 616,23 | NO FALLA |
| 3 | 1,61 | -1,61 | 3,21 | 2079,78 | NO FALLA |
| 4 | 2,44 | -2,44 | 4,89 | 1367,12 | NO FALLA |
| 5 | 6,65 | -6,65 | 13,29 | 502,39 | NO FALLA |
| 6 | 22,43 | -22,43 | 44,87 | 148,86 | NO FALLA |
| 7 | 22,43 | -22,43 | 44,87 | 148,86 | NO FALLA |
| 8 | 19,50 | -19,50 | 39 | 171,22 | NO FALLA |
| 9 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |

| Secciones analizadas | Punto III | | | | |
|----------------------|------------|------------|-----------------------|-------------|----------|
| | σ_1 | σ_3 | $\sigma_1 - \sigma_3$ | γ | ¿Falla? |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 2 | 27,12 | 0 | 27,12 | 246,26 | NO FALLA |
| 3 | 8,04 | 0 | 8,04 | 831,14 | NO FALLA |
| 4 | 21,20 | -0,28 | 21,48 | 310,93 | NO FALLA |
| 5 | 13,27 | -2,08 | 15,35 | 435,08 | NO FALLA |
| 6 | 44,79 | -7,02 | 51,81 | 128,91 | NO FALLA |
| 7 | 26,21 | -12,00 | 38,20 | 174,84 | NO FALLA |
| 8 | 17,73 | -17,73 | 35,46 | 188,35 | NO FALLA |
| 9 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |



| Secciones analizadas | Punto IV | | | | |
|----------------------|------------|------------|---------------------|-------------|----------|
| | σ_1 | σ_3 | $\sigma_1-\sigma_3$ | γ | ¿Falla? |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |
| 1 | 5,26 | -5,26 | 10,52 | 634,88 | NO FALLA |
| 2 | 5,42 | -5,42 | 10,84 | 616,23 | NO FALLA |
| 3 | 1,61 | -1,61 | 3,21 | 2079,78 | NO FALLA |
| 4 | 2,44 | -2,44 | 4,89 | 1367,12 | NO FALLA |
| 5 | 3,86 | -3,86 | 7,72 | 865,31 | NO FALLA |
| 6 | 13,03 | -13,03 | 26,05 | 256,39 | NO FALLA |
| 7 | 13,03 | -13,03 | 26,05 | 256,39 | NO FALLA |
| 8 | 15,96 | -15,96 | 31,91 | 209,30 | NO FALLA |
| 9 | 0 | 0 | 0 | Tiende inf. | NO FALLA |

De esta forma se obtiene un coeficiente de seguridad de:

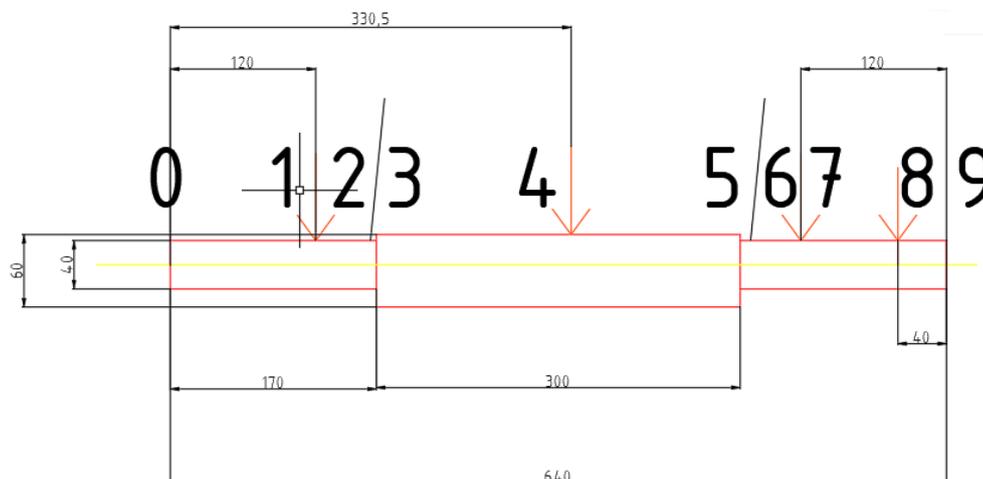
$$\gamma_{\text{minanalítico}} = 128,91$$

6.1.3 DEFORMACION DEL EJE PRODUCTO DE LA FLEXION

A través del método de cálculo tradicional, que se interpreta a través de un método de integración gráfico, se calculan las deformaciones generadas por flexión, así también la curva de deformación al cual está sometido el eje(se lo emplea, gracias a la utilidad que presenta, al estar presente varias cargas en simultaneo y diámetro de diferentes secciones, a lo largo del eje).

Cálculo del momento de inercia

$$J_{x_i} = \frac{\pi x D^4}{64}$$





| | | | |
|----|--------|----|---|
| J0 | 12.566 | D0 | 4 |
| J1 | 12.566 | D1 | 4 |
| J2 | 12.566 | D2 | 4 |
| J3 | 63.617 | D3 | 6 |
| J4 | 63.617 | D4 | 6 |
| J5 | 63.617 | D5 | 6 |
| J6 | 12.566 | D6 | 4 |
| J7 | 12.566 | D7 | 4 |
| J8 | 12.566 | D8 | 4 |
| J9 | 12.566 | D9 | 4 |

Cálculo de los momentos reducidos

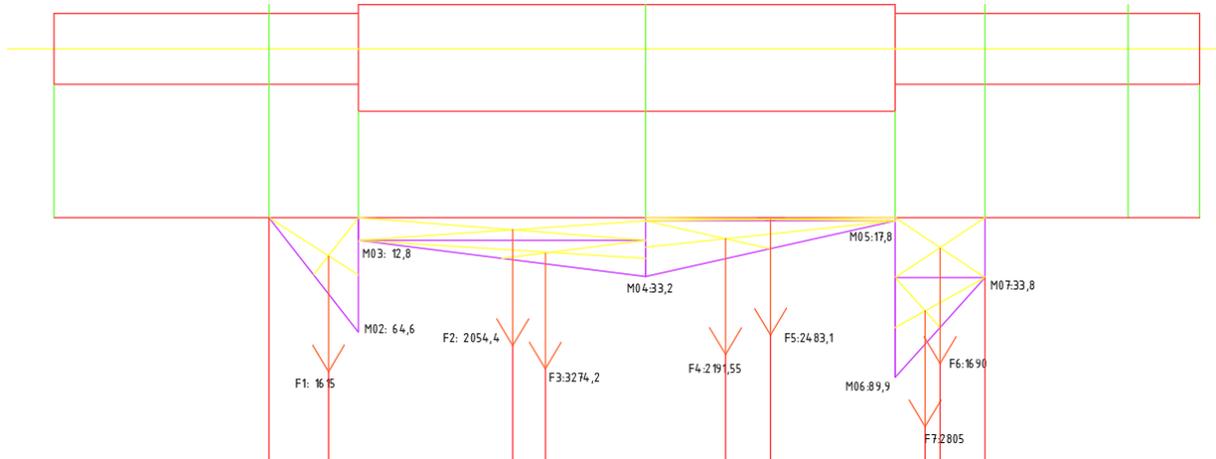
$$M_0 = \frac{Mf_i}{ExJ_i}$$

| | | | |
|-----|--------|-----|----------|
| Mf0 | 0 | Mo0 | 0 |
| Mf1 | 0 | Mo1 | 0 |
| Mf2 | 170.41 | Mo2 | 6.46E-06 |
| Mf3 | 170.41 | Mo3 | 1.28E-06 |
| Mf4 | 443.57 | Mo4 | 3.32E-06 |
| Mf5 | 237.35 | Mo5 | 1.78E-06 |
| Mf6 | 237.35 | Mo6 | 8.99E-06 |
| Mf7 | 89.29 | Mo7 | 3.38E-06 |
| Mf8 | 0 | Mo8 | 0E+00 |
| Mf9 | 0 | Mo9 | 0 |

Cálculo de áreas (Fuerza Fi)

Para poder obtener las diversas fuerzas (Fi) se genera un grafico en donde, representamos figuras geométricas conocidas (rectángulos, trapecios, triángulos rectángulos) y fácilmente calculables para la obtención de las áreas, cuyas dimensiones parten de los valores obtenidos en el Momento Reducido (M0). Luego se reemplazará cada área por una fuerza ideal aplicada en baricentro de cada figura.

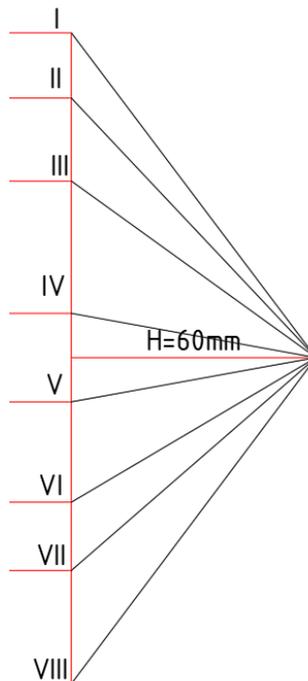
La altura de las figuras geométricas son iguales, gráficamente a los momentos reducidos calculados previamente y la base es la distancia entre puntos.

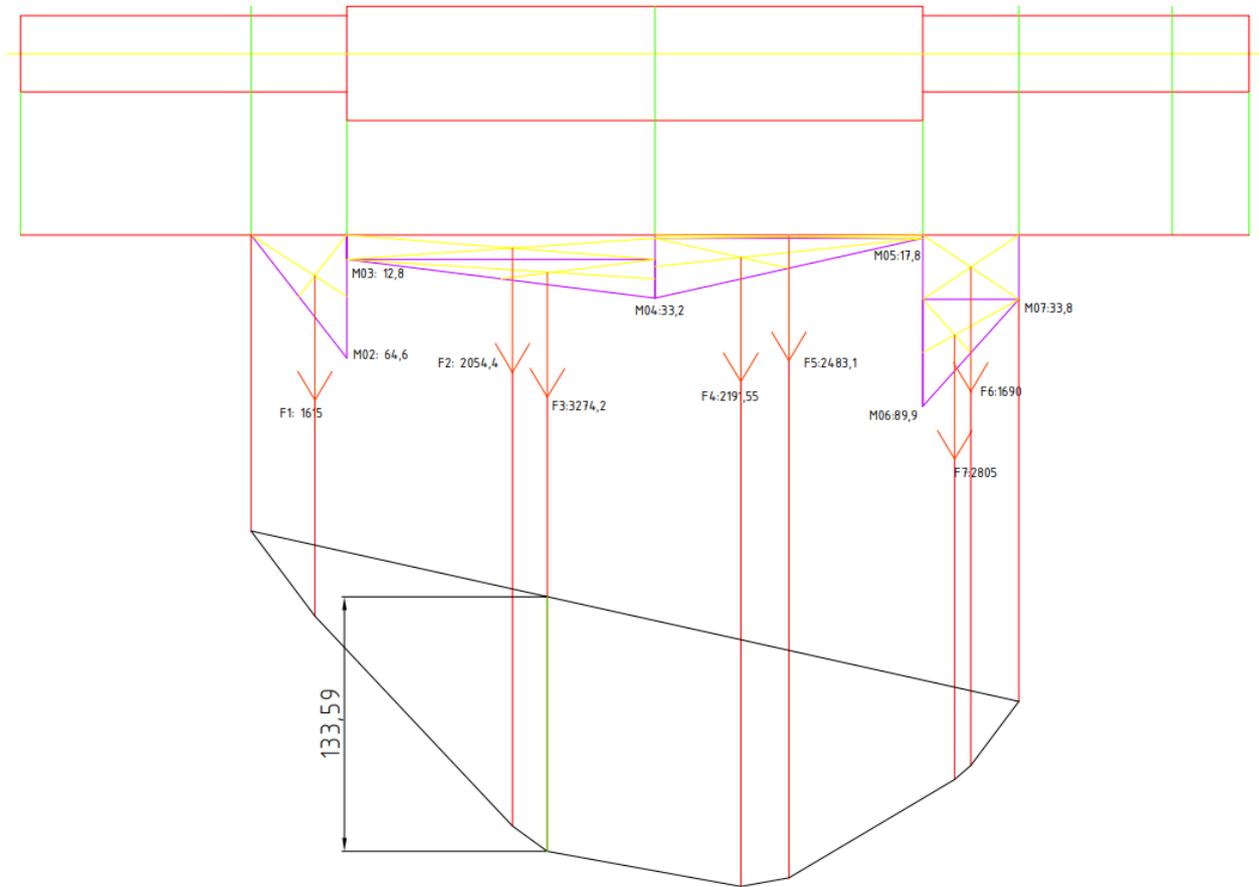


| | | mm2 | cm2 |
|----|------------|---------|---------|
| F1 | Triangulo | 1615 | 16.15 |
| F2 | Rectángulo | 2054.4 | 20.544 |
| F3 | Triangulo | 3274.2 | 32.742 |
| F4 | Triangulo | 2191.55 | 21.9155 |
| F5 | Rectángulo | 2483.1 | 24.831 |
| F6 | Rectángulo | 1690 | 16.9 |
| F7 | Triangulo | 2805 | 28.05 |

Determinación de los rayos del diagrama polar

Se adopta una distancia al foco, para tener una resolución mas acorde de los rayos. Esta distancias es denominada con la letra H y se adopto un valor de 60mm.





El valor que se determina a través del método grafico es $Y_{medido} = 13,359\text{cm}$.

$$Y_{real} = E * Y_{medido}$$

Donde:

- Y_{real} : deformación real del eje. (cm).
- E: escala.
- Y_{medido} : deformación obtenida por método gráfico.(cm).

Para obtener el valor de E, se procede a realizar la siguiente operación:

$$E = a^2 * b * c * H$$

Donde:

- a: escala real del árbol = $1 \frac{\text{cm}}{\text{cm}}$.
- b: escala de momentos reducidos = $1 * 10^{-6} \frac{1}{\text{cm}}$.
- c: escala de Fuerzas ideales = $10 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$.

$$E = 1 \frac{\text{cm}}{\text{cm}} * 1 * 10^{-6} \frac{1}{\text{cm}} * 10 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} * 6\text{cm}$$

$$E = 0,00006$$



$$Y_{\text{real}} = E * Y_{\text{medido}} = 0,00006 * 13,359 \text{ cm} = 0,00080154 \text{ cm}$$

La flecha admisible es $Y_{\text{adm}} = 0,04 \text{ cm/m}$. Referido a nuestro eje el mismo será de:

$$Y_{\text{realxmetro}} = 0,00080154 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{0,64 \text{ m}}$$

$$Y_{\text{realxmetro}} = 0,00125 \text{ cm} = 0,0125 \text{ mm.}$$

$$Y_{\text{realxmetro}} < Y_{\text{admisible}}$$

$$0,0125 \text{ cm} < 0,04 \text{ cm}$$

El árbol cumple con la condición de rigidez a la flexión.

6.1.4 COMPARATIVA MÉTODO ANALÍTICO / SOFTWARE

En el presente apartado se compara el coeficiente de seguridad mínimo que fue obtenido a través del método analítico y a través del software:

$$Y_{\text{minanalitico}} = 128,91$$

$$Y_{\text{minsoftware}}: \mathbf{54,09}$$

Como conclusión podemos determinar que las tensiones ejercidas sobre el eje excéntrico por el método de elemento finito son de una magnitud mayor que las analizadas a través del método analítico, esto se da así, porque en el método de elemento finito el eje excéntrico es analizado en su totalidad, con una malla que tiene una dimensión mucho menor, la cual permite analizar una cantidad de puntos mayor.

Una vez presentado dichos coeficientes, determinamos que aquel utilizado y sobre el cual estará aplicado a nuestro eje excéntrico será el coeficiente de seguridad $Y=54,09$. El cual al ser mayor que el coeficiente de seguridad de un eje solicitado a la tensión de rotura (**“Libro Faires $Y=6$ ”**) podemos determinar que las sollicitaciones que actúan sobre el eje están por debajo de aquellas contempladas en un inicio.

6.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

La máquina trituradora de moldes de arena fenólica será accionada a través de los siguientes componentes eléctricos, donde los mismos serán seleccionados en función de las capacidades que posee el motor eléctrico:

6.2.1. CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

Empleamos un variador de frecuencia de la marca WEG al igual que el motor utilizado. Del catálogo de convertidores de frecuencia se lo seleccionará según: La corriente nominal de salida (que será la corriente nominal de operación del motor, la cual es $I_n = 2,71 \text{ A}$ y la tensión empleada que será 380V Trifásica.

$$I_{\text{min}} = I_n * 1,5$$

$$I_{\text{min}} = 2,71 \text{ A} * 1,5$$



$$I_{min} = 4,065A < 4,3 A \text{ (corriente nominal de inversion minima)}$$

En función de la tabla, la codificación del variador de frecuencia será: **CFW500A04P3T4DB66DSY2EC.**

Codificación¹⁾

1 CFW500 **2** A **3** 02P6 **4** T **5** 4 **6** NB **7** 20 **8** C2 **9** --- **10** --- **11** --- **12** --- **13** ---

- 1 - Convertidor de frecuencia CFW500
- 2 - Tamaño del CFW500, según la tabla 1 abajo
- 3 - Corriente nominal de salida, según la tabla 1 abajo

| Red de alimentación | Monofásica (S) | Monofásica o trifásica (B) | Trifásica (T) | | |
|---------------------|---|---|--|---|--|
| | 200-240 V ca | 200-240 V ca | 200-240 V ca | 380-480 V ca | 500-600 V ca |
| Corriente | 01P6 = 1,6 A 02P6 = 2,6 A 04P3 = 4,3 A 07P0 = 7,0 A 07P3 = 7,3 A 10P0 = 10,0 A | 01P6 = 1,6 A 02P6 = 2,6 A 04P3 = 4,3 A 07P3 = 7,3 A 10P0 = 10,0 A | 07P0 = 7,0 A 09P6 = 9,6 A 16P0 = 16 A 24P0 = 24 A 28P0 = 28 A 33P0 = 33 A 47P0 = 47 A 56P0 = 56 A 77P0 = 77 A 88P0 = 88 A 0105 = 105 A 0145 = 145 A 0180 = 180 A 0211 = 211 A | 01P0 = 1,0 A 01P6 = 1,6 A 02P6 = 2,6 A 04P3 = 4,3 A 06P1 = 6,1 A 02P6 = 2,6 A 04P3 = 4,3 A 06P5 = 6,5 A 10P0 = 10 A 14P0 = 14 A 16P0 = 16 A 24P0 = 24 A 31P0 = 31 A 39P0 = 39 A 49P0 = 49 A 77P0 = 77 A 88P0 = 88 A 0105 = 105 A 0142 = 142 A 0180 = 180 A 0211 = 211 A | 01P7 = 1,7 A 03P0 = 3,0 A 04P3 = 4,3 A 07P0 = 7,0 A 10P0 = 10 A 12P0 = 12 A |

4 - Número de fases

| | |
|---|-------------------------------------|
| S | Alimentación monofásica |
| B | Alimentación monofásica o trifásica |
| T | Alimentación trifásica |

5 - Tensión nominal

| | |
|---|-----------|
| 2 | 200-240 V |
| 4 | 380-480 V |
| 5 | 500-600 V |

6 - Frenado Dinámico Interno (IGBT)¹⁾

| | |
|----|--|
| NB | Sin IGBT de frenado reostático interno |
| DB | Con IGBT de frenado reostático interno |

7- Grado de protección

| | |
|----|------------------------------------|
| 20 | Grado de protección IP20 |
| N1 | Grado de protección NEMA1 |
| 66 | Grado de protección IP66 (Type 4x) |

8 - Filtro supresor de RFI²⁾

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| En blanco | Sin filtro RFI interno |
| C2 | Con filtro RFI interno - categoría 2 |
| C3 | Con filtro RFI interno - categoría 3 |

9 - Llave seccionadora⁴⁾

| | |
|-----------|------------------------|
| En blanco | Sin llave seccionadora |
| DS | Con llave seccionadora |

10 - Funciones de seguridad⁵⁾

| | |
|-----------|---|
| En blanco | Sin funciones de seguridad |
| Y2 | Con funciones de seguridad (STO y SSI) de acuerdo con la EN 61800 |

11 - Versiones de hardware especial - H xx

11.1 - Módulo plug-in

| | |
|-----------|-----------------------------|
| En blanco | Con módulo plug-in estándar |
| H00 | Sin módulo plug-in |

11.2 - Revestimiento para ambientes agresivos

| | |
|-----------|------------------------------------|
| En blanco | Clase 3C2 - Revestimiento estándar |
| EC | Clase 3C3 - Revestimiento extra |

12 - Versión de software especial - S xx

| | |
|-----------|-------------------|
| En blanco | Software estándar |
| xx | Software especial |

13 - Geración

| | |
|-----------|--------------------|
| En blanco | Primera generación |
| G2 | Segunda generación |



Especificación

CFW500 IP66 (NEMA Type 4x) - 380-480 V



| Convertidor de frecuencia CFW500 | | | | Motor máximo aplicable ¹⁾ | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|--|--------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Referencia | Red de alimentación (V) | | Tamaño | Corriente nominal de salida (A) | Régimen de Sobrecarga Pesada (HD) | | | | |
| | | | | | IEC | | | | UL |
| | | | | | 60 Hz 380 V ca | 60 Hz 380 V ca | 50 Hz 400 V ca | 50 Hz 400 V ca | 60 Hz 460 V ca |
| | | | HD | HP | KW | HP | KW | HP | |
| CFW500A01POT4DB66 | Trifásico 380-480 | | A | 1,0 | 0,25 | 0,18 | 0,5 | 0,37 | 0,5 |
| CFW500A01P6T4DB66 | | | | 1,6 | 0,50 | 0,37 | 1,0 | 0,75 | 0,75 |
| CFW500A02P6T4DB66 | | | | 2,6 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,1 | 1,5 |
| CFW500A04P3T4DB66 | | | | 4,3 | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 2,2 | 3,0 |
| CFW500A06P1T4DB66 | | | | 6,1 | 3,0 | 2,2 | 4,0 | 3,0 | 4,0 |
| CFW500BA02P6T4DB66 | | | | 2,6 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 1,1 | 1,5 |
| CFW500A04P3T4DB66 | | | | 4,3 | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 2,2 | 2,0 |
| CFW500A06P5T4DB66 | | | | 6,5 | 3,0 | 2,2 | 4,0 | 3,0 | 5,0 |
| CFW500A10POT4DB66 | | | | 10 | 6,0 | 4,5 | 6,0 | 4,5 | 7,5 |
| CFW500B14POT4DB66 | | | | 14 | 7,5 | 5,5 | 10 | 7,5 | 10 |
| CFW500B16POT4DB66 | | | | 16 | 10 | 7,5 | 12,5 | 9,2 | 10 |
| CFW500B24POT4DB66 | | | | 24 | 15 | 11 | 15 | 11 | 15 |
| CFW500B31POT4DB66 | | | | 31 | 20 | 15 | 20 | 15 | 25 |

Nota: 1) Las potencias informadas son orientativas y válidas para motores WEG. Las potencias de motores se basan en los motores trifásicos WEG W22 IR3 Premium, 4 polos, en las tensiones 220 V, 230 V, 380 V, 440 V, 525 V o 575 V. Las corrientes de motores pueden variar de acuerdo con la velocidad y el fabricante, por lo tanto, utilice las referencias de arriba solamente como orientación. El dimensionamiento correcto del CFW500 debe ser hecho con base en la corriente del motor a ser utilizado.

Por lo tanto, como se puede observar en la tabla que antecede, la potencia máxima de inversión que puede soportar el convertidor de frecuencia son 2,2KW.

6.2.2 CONTACTORES

Se utilizará contactores para comandar la puesta en marcha de la maquina, así también se podrán utilizar para detener la misma.

Estos contactores, son seleccionados en función:

- La corriente nominal (In): 2,71A.
- Potencia máxima de operación: 0,75KW.

Dichos elementos, serán seleccionados del catálogo SIEMENS.

Contadores de fuerza tripolares para maniobra de motores

Contadores SIRIUS 3RT20,
de 3 polos, 3... 18,5 kW

Accionamiento CA



3RT20 1-1A...

Datos para selección y pedidos

- 1) Los contactores 3RT20 pueden suministrarse también con terminal de cable en anillo. Para consultar sobre estas versiones especiales, póngase en contacto con el distribuidor de Siemens para su zona.
- 2) Con el tamaño S00: Rango de trabajo de la bobina
a 50 Hz: 0,8 ... 1,1 x U_n
a 60 Hz: 0,85 ... 1,1 x U_n

| Datos asignados en la categoría de empleo | | | Contactos auxiliares | | Tensión asignada de mando U _c a 60 Hz | PE | Bornes de tornillo | PE | Bornes de resorte |
|---|--|---|----------------------|---------|--|----|--------------------|----|-------------------|
| AC-2 y AC-3, T _u : hasta 60 °C | AC-1, T _u : 40 °C | | N° caract. | Versión | | | Referencia | | Referencia |
| Intensidad de empleo I _n hasta 400 V | Potencias de motores trifásicos a 50/60 Hz y 400 V | Intensidad de empleo I _n hasta 690 V | | | V CA | | | | |
| A | KW | A | NA | NC | | | | | |

Para fijación por tornillos y por abroche en perfil TH 35

| Tamaño S00 ^(1),2) | | | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|---|---|-----|-----------------|-----------------|
| 7 | 3 | 18 | 10 | 1 | — | 24 | ▶ 3RT2015-1AB01 | ▶ 3RT2015-2AB01 |
| | | | | | | 110 | ▶ 3RT2015-1AK61 | ▶ 3RT2015-2AK61 |
| | | | | | | 230 | ▶ 3RT2015-1AN61 | ▶ 3RT2015-2AP01 |
| | | | | | | 440 | ▶ 3RT2015-1AR61 | — |
| 9 | 4 | 22 | 10 | 1 | — | 24 | ▶ 3RT2016-1AB01 | ▶ 3RT2016-2AB01 |
| | | | | | | 110 | ▶ 3RT2016-1AK61 | ▶ 3RT2016-2AK61 |
| | | | | | | 230 | ▶ 3RT2016-1AN61 | ▶ 3RT2016-2AP01 |
| | | | | | | 440 | ▶ 3RT2016-1AR61 | — |

Como el tamaño más pequeño de contactor posee una potencia disponible de 3KW mayor que la requirente por el motor, y a su vez soporta una corriente mayor que la nominal podemos emplear el siguiente contactor:

- SIRIUS 3RT20, de 3 polos 3Kw → **3RT2015-1AB01**

6.2.3 RELE TERMICO (GUARDA MOTOR)

Para la proteccion de los motores, la corriente nominal tiene que ser de 2,71A, que afectandola por un factor de sobrecarga obtenemos el valor de la corriente de sobrecarga con la que es seleccionado el rele termico.

$$I_{sobrecarga} = I_n \times 1,25$$

$$I_{sobrecarga} = 2,71A \times 1,20$$

$$I_{sobrecarga} = 3,25A$$

Interruptores automáticos
Guardamotores SIRIUS 3RV2 hasta 40 A
Para protección de motores

Datos para selección y pedidos
Clase 10, sin o con bloque transversal de contactos auxiliares (1 NA + 1 NC)¹⁾

| Corriente asignada | Adecuados para motores trifásicos ²⁾ con P | Rango de regulación Disparadores térmicos de sobrecarga | Disparadores por sobrecorriente sin retardo | Potencia de corte con cortocircuito a 400 V CA | PE | Bornes de tornillo | PE | Bornes de resorte |
|--------------------|---|--|---|--|----|--------------------|----|-------------------|
| I_n A | kW | I_{cr} A | I_{cc} A | I_{cu} kA | | Referencia | | Referencia |
| Tamaño 500 | | | | | | | | |
| 2,5 | 0,75 | 1,8 ... 2,5 | 33 | 100 | | ▶ 3RV2011-1CA1□ | | ▶ 3RV2011-1CA2□ |
| 3,2 | 1,1 | 2,2 ... 3,2 | 42 | 100 | | ▶ 3RV2011-1DA1□ | | ▶ 3RV2011-1DA2□ |
| 4 | 1,5 | 2,8 ... 4 | 52 | 100 | | ▶ 3RV2011-1EA1□ | | ▶ 3RV2011-1EA2□ |
| 5 | 1,5 | 3,5 ... 5 | 65 | 100 | | ▶ 3RV2011-1FA1□ | | ▶ 3RV2011-1FA2□ |
| 6,3 | 2,2 | 4,5 ... 6,3 | 82 | 100 | | ▶ 3RV2011-1GA1□ | | ▶ 3RV2011-1GA2□ |

Se empleará el relé térmico: **3RV2011-1DA10**.

6.2.4 LLAVE TERMOMAGNETICA

La corriente de corte de la llave principal deberá aguantar no menos de una corriente de pico de 8 veces la corriente nominal, parándonos del lado de la seguridad ya que el uso del variador de frecuencia disminuirá al mínimo esta corriente de arranque.

$$I_{corte} = I_{nom} \times 8$$

$$I_{corte} = 2,71A \times 8$$

$$I_{corte} = 21,68A$$



Interruptores Caja moldeada

Tipo BL

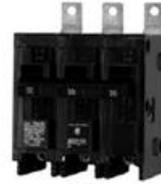
Datos para selección y pedidos



1 - Polo



2 - Polo



3 - Polo

| Corriente A | 10 kA | 22 kA | 65 kA |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Número de catálogo | Número de catálogo | Número de catálogo |
| 15 | MX-B315 | MX-B315H | MX-B315HH |
| 20 | MX-B320 | MX-B320H | MX-B320HH |
| 30 | MX-B330 | MX-B330H | MX-B330HH |
| 40 | MX-B340 | MX-B340H | MX-B340HH |

Se empleará una llave termomagnética: **MX-B330HH**.

6.2.5 PARADA DE EMERGENCIA

Se utilizará un botón del tipo hongo, que funcionará como parada de emergencia, el mismo estará ubicado en la zona más próxima a las mandíbulas con la finalidad de un fácil y rápido acceso, en caso de que se requiera su uso.



Se empleará un botón de parada de emergencia: **XB7NS8442**.

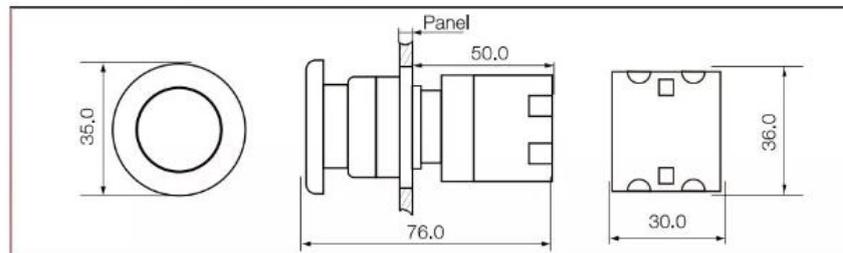
6.2.6 BOTON DE ACCIONAMIENTO

Se utilizará un botón para encender el motore eléctrico de la trituradora de moldes de arena fenólica, con el objetivo de, al presionar este, quede enclavada aportando la energía hasta el momento de que se vuelva a presionar el mismo.

El botón a utilizar será de marca Baw con referencia de fabrica B5CM-B112.

Installation Diameter: 22mm
Contact Rating: 10A/125-250VAC
Output Contact: NO/NC/COM
Mechanical Life: 500,000 Tests
Logo: Customizable
Operating Temp: -20°C~+55°C(14-131F)

Operating Humidity: 0-95%(relative humidity)
Panel : 1.7mm Thick 304 Stainless Steel (Wire Drawing)
Button: Self-reset



6.2.7 SELECCIÓN DE GABINETE PARA COMPONENTES ELECTRICOS

En el proceso de selección de un gabinete adecuado, se busca proporcionar una protección segura y confiable para los componentes mencionados previamente: el contactor, la llave termomagnética, el guarda motor y el variador de frecuencia. El propósito principal de este gabinete es salvaguardar estos componentes de posibles daños, tanto por derrames de fluidos como por las condiciones ambientales a las podrían estar expuestos.

La elección de un gabinete adecuado es esencial para garantizar la integridad y el funcionamiento óptimo de los componentes internos. Además, también proporciona una protección crucial contra el entorno circundante, que puede incluir polvo, humedad, altas temperaturas, incluso vibraciones no deseadas o arena fenólica.

Al seleccionar el gabinete apropiado, se consideran la hermeticidad del gabinete para evitar la infiltración de partículas dañinas o la humedad. Además, se buscan características como la resistencia a la corrosión y a los impactos, así como un adecuado sistema de ventilación para garantizar la disipación del calor generado por los componentes en funcionamiento.

Referencias técnicas:

- Grado de protección: IP65.
- Resistencia al impacto: IK09.
- Voltaje de aislación: 5420V > 6,5MΩ.
- Prueba de filamento incandescente: 650°C
- Conforme a norma: IEC 60670-1.
- Alto: 250mm.
- Ancho: 250mm.
- Profundidad: 155mm.

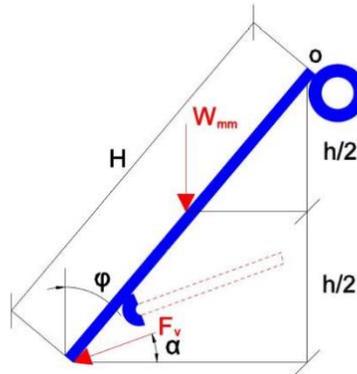


Imagen a modo ilustrativa

6.3 CÁLCULO DEL VÁSTAGO POSICIONADOR

El vástago tiene la función de ayudar a que la biela se mantenga en su posición de funcionamiento y no caiga o se salga de su ubicación funcional. Ello ocurre porque los extremos de la biela se encuentran justamente apoyados en las chapas de la biela sin ninguna articulación o ligadura estable.

1. La mandíbula móvil rota libremente alrededor del eje excéntrico.
2. Se considera a la biela en su posición de ajuste en su longitud, sin soportar ninguna fuerza.
3. En consecuencia la fuerza para mantener la biela en su posición la proporcionara el vástago a través de un resorte que actúa continuamente y cuyo valor se asume suficiente como para impedir que la mandíbula móvil rote libremente alrededor del eje excéntrico a causa de su propio peso.



Para calcular la fuerza en el vástago F_v primero se debe determinar el peso de la mandíbula móvil W_M y el peso de la placa que soporta la mandíbula fija W_{MF} .

Obtenemos estos pesos del SolidWorks, aplicando la densidad del material al objeto

$$W_T = W_M + W_{MF}$$

$$W_T = 15,5 \text{ Kg} + 8,07 \text{ Kg}$$

$$W_T = 23,57 \text{ Kg} \cong 231 \text{ N}$$

Para calcular la fuerza en el vástago tomamos momento desde el punto "0"

$$\sum M_0 = 0$$

$$0 = -W_T \cdot 94 \text{ mm} - F_v \cdot \sin 30^\circ \cdot 137 \text{ mm} + F_v \cdot \cos 30^\circ \cdot 462 \text{ mm}$$

$$0 = -231 \text{ N} \cdot 94 \text{ mm} + F_v \cdot (\cos 30^\circ \cdot 462 \text{ mm} - \sin 30^\circ \cdot 137 \text{ mm})$$

$$F_v = 65,6 \text{ N}$$

Calculamos el diámetro del vástago a la tracción para un acero 1010 cuya $\sigma_T = 365 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$\sigma_T = \frac{F_v}{A} \leq \sigma_{Adm}$$

$$\sigma_T = \frac{F_v}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \leq \sigma_{Adm} \text{ (Adoptamos } \sigma_{Adm} = \frac{\sigma_T}{6} \text{)}$$

Despejando

$$D \geq \sqrt[2]{\frac{4 \cdot F_v}{\pi \cdot \sigma_{Adm}}}$$

$$D \geq \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 65,6 \text{ N}}{\pi \cdot 365 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$



$$D \geq 0,5 \text{ mm}$$

Por diseño y viendo que el diámetro requerido es muy pequeño, utilizaremos varilla de 3/8".

6.4 SELECCIÓN DEL RESORTE PARA EL VÁSTAGO POSICIONADOR

Seleccionamos el resorte del catálogo de RIMAN para cargas ligeras para un d=12,5 mm

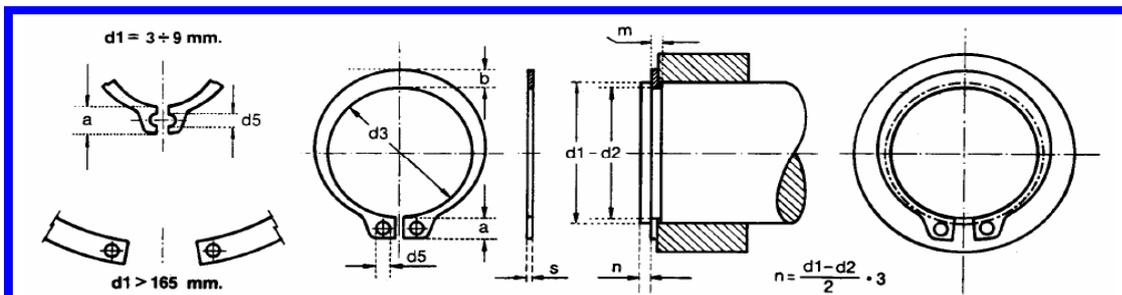
Diámetros de 10 a 16 mm alambre de sección circular

| Ø del agujero mm | Ø del perno mm | Long. libre mm | Numero de catálogo | Constante elástica daN necesarias para comprimir 1 mm | Tabla de cargas | | | |
|------------------|----------------|----------------|--------------------|---|---------------------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | | | | | Carrera máxima de trabajo (40% of LO) | | Carrera hasta el sólido | |
| | | | | | Carga daN | Carrera mm | Carga daN | Carrera mm |
| 25 | 12,5 | 25 | S11.025.025 | 10,7 | 109 | 10,2 | 139 | 13 |
| | | 32 | S11.025.032 | 8,1 | 101 | 12,5 | 130 | 16 |
| | | 38 | S11.025.038 | 6,5 | 98 | 15 | 124 | 19 |
| | | 44 | S11.025.044 | 5,3 | 95 | 18 | 122 | 23 |
| | | 51 | S11.025.051 | 4,6 | 92 | 20 | 115 | 25 |
| | | 64 | S11.025.064 | 3,6 | 90 | 25 | 112 | 31 |
| | | 76 | S11.025.076 | 2,92 | 88 | 30 | 112 | 39 |
| | | 89 | S11.025.089 | 2,46 | 86 | 35 | 112 | 46 |
| | | 102 | S11.025.102 | 2,12 | 87 | 41 | 110 | 52 |
| | | 115 | S11.025.115 | 1,87 | 86 | 46 | 110 | 59 |
| | | 127 | S11.025.127 | 1,67 | 85 | 51 | 110 | 66 |
| | | 140 | S11.025.140 | 1,52 | 85 | 56 | 112 | 74 |
| | | 152 | S11.025.152 | 1,4 | 85 | 61 | 110 | 80 |
| | | 178 | S11.025.178 | 1,2 | 85 | 71 | 110 | 93 |
| | | 203 | S11.025.203 | 1,05 | 85 | 81 | 110 | 107 |
| | | 305 | S11.025.305 | 0,7 | 85 | 122 | 110 | 160 |

El resorte seleccionado es el **S11.025.140**.

6.5 SELECCIÓN DE ANILLOS SEEGER

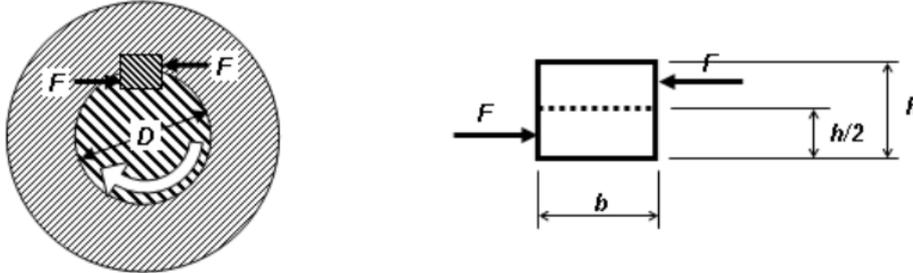
Se utilizarán para evitar que las poleas se desplacen de su posición durante el funcionamiento de la máquina



| Med.Nom. | ANILLO | | | | | | RANURA | | | |
|----------|--------|--------|------|---------------|-----|-----|---------|------|---------------|--------|
| | d1 | s h 11 | d3 | Tolerancia d3 | a ≈ | b ≈ | d5 Min. | d2 | Tolerancia d2 | m Min. |
| 39 | | | 36,0 | | 5,9 | 4,3 | | 37,0 | | |
| 40 | | | 36,5 | | 6,0 | 4,4 | | 37,5 | | |
| 41 | | | 37,5 | | 6,2 | 4,5 | | 38,5 | | |
| 42 | | 1,75 | 38,5 | | 6,5 | 4,5 | | 39,5 | | |
| 44 | | | 40,5 | | 6,6 | 4,6 | | 41,5 | | 1,85 |
| 45 | | | 41,5 | +0,39 | 6,7 | 4,7 | | 42,5 | -0,25 | |
| 46 | | | 42,5 | -0,90 | | 4,8 | | 43,5 | | |
| 47 | | | 43,5 | | 6,8 | 4,9 | | 44,5 | | |
| 48 | | | 44,5 | | 6,9 | 5,0 | | 45,5 | | |
| 50 | | | 45,8 | | | 5,1 | 2,5 | 47,0 | | |
| 52 | | | 47,8 | | 7,0 | 5,2 | | 49,0 | | |
| 54 | | | 49,8 | | 7,1 | 5,3 | | 51,0 | | |

6.6 CÁLCULO DE CHAVETEROS

Se realizará el cálculo de los chaveteros tanto para la polea conducida como para la polea de inercia. Los mismos estarán basados en la norma DIN 6885.



La polea conducida y la polea de inercia serán fabricadas en fundición gris según ASTM A 48 clase 25 cuya resistencia a la tracción mínima es de 17 Kg/mm² y su resistencia a la compresión es aproximadamente 3 veces la de tracción. El eje será fabricado en acero 1045 templado y revenido cuya resistencia es muy superior a la de la polea. Debido a esto, y con la intención de que la chaveta termine siendo un elemento “fusible” se verificará la misma respecto de las poleas. El material a utilizar en la chaveta será 1020, con una resistencia a la tracción similar a la de compresión que ronda los 44 Kg/mm².

Cálculo de longitud por cizallamiento

$$L \geq \frac{4 \cdot M_T \cdot n_s}{D_{Eje} \cdot b \cdot \sigma_F} \left\{ \begin{array}{l} M_T: \text{Momento torsor} = 71620 \cdot \frac{N}{n} \\ D_{Eje}: \text{Diámetro del eje} \\ n_s: \text{Factor de seguridad} \\ b: \text{Ancho de la chaveta} \\ \sigma_F: \text{Tensión de fluencia de la chaveta} \end{array} \right.$$

La potencia “N” que utilizaremos para el cálculo, será la obtenida en el cálculo de correas, 1,3 Hp. El valor “n” es de 180 RPM (3 rev/seg). El coeficiente de seguridad $n_s = 3$ por el tipo de carga en la máquina. El diámetro del eje excéntrico es de 40 mm y el material de la chaveta será 1020, por lo cual $\sigma_F = 3580 \frac{Kg}{cm^2}$.

Seleccionamos la chaveta de acuerdo al diámetro del eje

$$\left\{ \begin{array}{l} b: 12 \text{ mm} \\ h: 8 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Reemplazando:

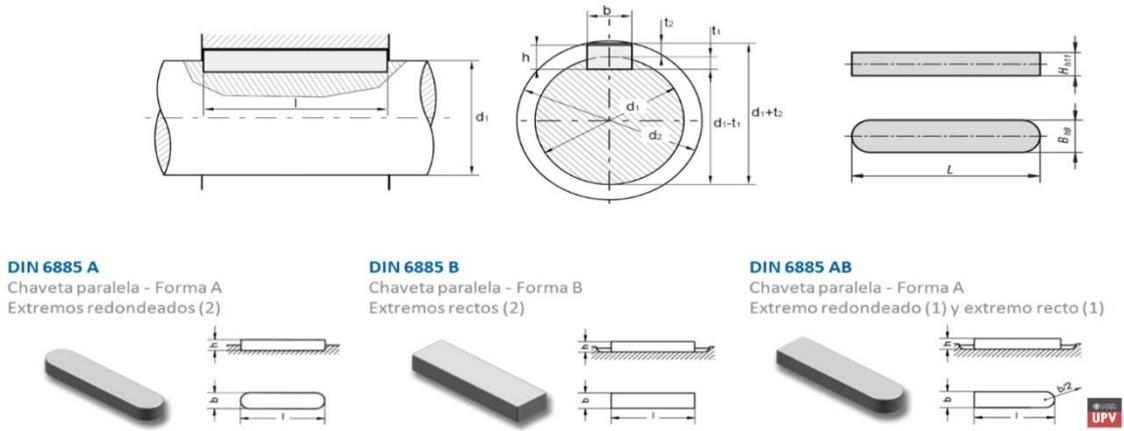
$$L = \frac{4 \cdot 71620 \cdot \frac{1,3 \text{ Hp}}{180 \text{ RPM}} \cdot 3}{4 \text{ cm} \cdot 1,2 \text{ cm} \cdot 3580 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$L = 0,36 \text{ cm} = 3,6 \text{ mm}$$



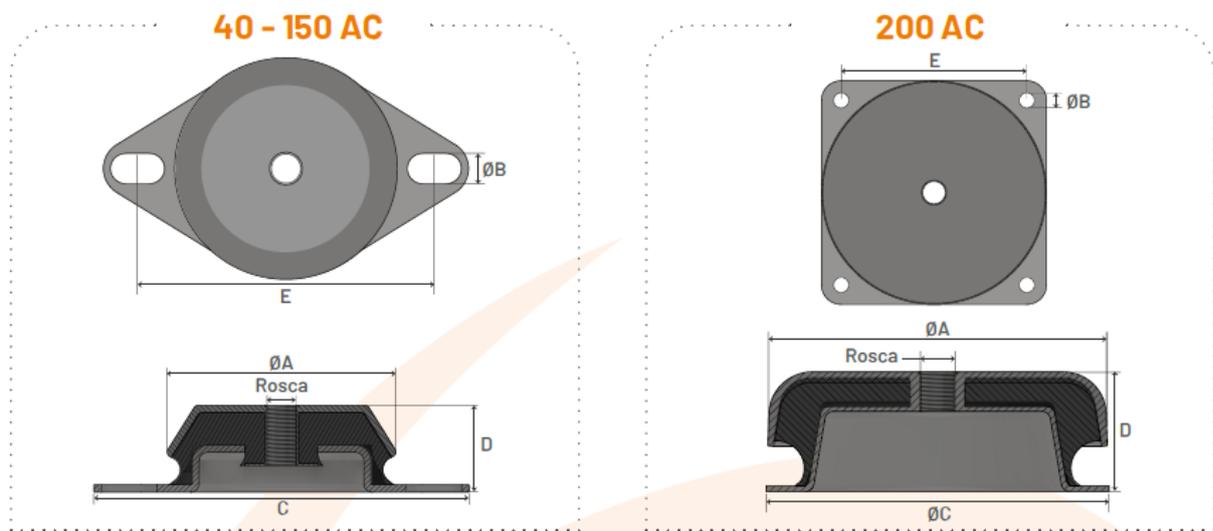
La longitud obtenida se encuentra muy por debajo del ancho del cubo tanto de la polea conducida como de la polea de inercia, por ende, y teniendo en cuenta que ambos llevarán anillos de sujeción, se utilizarán los siguientes largos:

- Polea de inercia: $L = 35 \text{ mm}$.
- Polea conducida: $L = 35 \text{ mm}$.



6.7 SELECCIÓN DE SOPORTES ANTIVIBRACIÓN

Para reducir las vibraciones que puedan producirse durante el funcionamiento de la máquina se seleccionará un soporte anti vibratorio modelo AC 80.



| MODELO | PESO (Gs) | ROSCA (W) | CARGA MIN. (Kgs) | CARGA MAX. (Kgs) | A (mm) | B (mm) | C (mm) | D (mm) | E (mm) |
|--------|-----------|-----------|------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 40 | 170 | 3/8 | 30 | 85 | 40 | 10x15 | 108 | 28 | 83 |
| 60 | 260 | 3/8 | 80 | 150 | 62 | 10x15 | 108 | 31 | 83 |
| 80 | 400 | 1/2 | 140 | 390 | 80 | 13x20 | 138 | 34 | 108 |
| 100 | 650 | 1/2 | 310 | 550 | 96 | 13x23 | 153 | 37 | 124 |
| 120 | 950 | 5/8 | 500 | 950 | 119 | 13x23 | 172 | 38 | 142 |



7 CIERRE

7.1 CALCULO DEFINITIVO DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

En función del dimensionado final equipo presentado, se determinó el listado de materiales que forman parte de la máquina en su instancia final, previa al envío hacia el cliente. A continuación, se adjunta un listado que detalla la cantidad, costo, descripción y peso de los componentes que integran en su totalidad a la Máquina Trituradora de Arena Fenólica:

| Numero | Nombre | Material | Cantidad | Detalle | Costo Unitario | Costo Total | Peso Unitario (Kg) | Peso Total (Kg) |
|--------|--|-----------------|----------|---|----------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | Eje excentrico | SAE 1045 | 1 | Ø85 mm x 700 mm | \$ 123,00 | \$ 123,00 | 10 | 10 |
| 2 | Muela fija | ASTM A-128 Gr C | 1 | 300 mm x 400 mm x 20,6 mm | \$ 20,60 | \$ 20,60 | 13,7 | 13,7 |
| 3 | Muela movil | ASTM A-128 Gr C | 1 | 300 mm x 450 mm x 20,6 mm | \$ 23,30 | \$ 23,30 | 15,5 | 15,5 |
| 4 | SopORTE de muela movil | SAE 1010 | 1 | 300 mm x 538 mm x 6 mm | \$ 240,30 | \$ 240,30 | 44 | 44 |
| 5 | Caja SNL | - | 2 | Diametro Int 40 mm | \$ 36,00 | \$ 72,00 | 2,9 | 5,8 |
| 6 | Motor eléctrico | - | 1 | 1 HP Trifasico WEG IP 65 | \$ 336,00 | \$ 336,00 | 23 | 23 |
| 7 | Polea de inercia | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 420 mm(ext) - 310 mm (int) - 60 mm(esp) | \$ 100,00 | \$ 100,00 | 32 | 32 |
| 8 | Polea conducida | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 400 mm(ext) - 358 mm (int) - 50 mm(esp) | \$ 36,90 | \$ 36,90 | 11,8 | 11,8 |
| 9 | Polea conductora | ASTM A-48 Gr 30 | 1 | 102 mm(ext) - 80mm (int) - 50 mm(esp) | \$ 6,60 | \$ 6,60 | 2,1 | 2,1 |
| 10 | Correas | Comercial | 2 | Correa Trapezoidal A69 | \$ 15,00 | \$ 30,00 | 0,5 | 1 |
| 11 | Biela inferior | SAE 1045 | 1 | 30 mm x 220 mm x 160 mm | \$ 98,40 | \$ 98,40 | 8 | 8 |
| 12 | Perfil apoyo motor | F-24 | 2 | UPN 60 x 440 mm | \$ 10,30 | \$ 20,60 | 2,2 | 4,4 |
| 13 | Perfiles de bastidor | F-24 | 2 | UPN 160 x 500 mm | \$ 175,60 | \$ 351,20 | 12,6 | 25,2 |
| 14 | Perfiles de bastidor | F-24 | 2 | UPN 60 x 310 mm | \$ 7,98 | \$ 15,96 | 1,6 | 3,2 |
| 15 | Perfiles de bastidor | F-24 | 4 | UPN 160 x 900 mm | \$ 316,00 | \$ 1.264,00 | 10,08 | 40,32 |
| 16 | Perfiles de bastidor | F-24 | 4 | UPN 160 x 310 mm | \$ 108,80 | \$ 435,20 | 5,8 | 23,2 |
| 17 | Cubre correa | SAE 1010 | 1 | 3 mm x 80 mm x 700 mm | \$ 46,50 | \$ 46,50 | 8,5 | 8,5 |
| 18 | Accionamiento Electrico | Comercial | 1 | Seccionador, Pulsador, Parada Em, Cables,etc | \$ 300,00 | \$ 300,00 | 3 | 3 |
| 19 | Variador de frecuencia | Weg | 1 | | \$ 412,00 | \$ 412,00 | 1 | 1 |
| 20 | Gabinete estanco para sist control buioneria sujeccion/ Pintura en polvo | - | 1 | 200 mm x 150 mm x 120 mm (IP65) | \$ 56,30 | \$ 56,30 | 2,5 | 2,5 |
| 21 | Resistencia | Comercial | 1 | Resistencia 8.8, Galvanizado | \$ 150,00 | \$ 150,00 | 6 | 6 |
| 22 | Litro de pintura | Comercial | 1 | Litro de pintura poliuretánica | \$ 32,00 | \$ 32,00 | 1,5 | 1,5 |
| 23 | Tensor | SAE 1045 | 2 | Ø9,5 mm x 470 mm | \$ 3,70 | \$ 7,40 | 0,3 | 0,6 |
| 24 | SopORTE de biela Arandera interior de Arandera superior de | SAE 1010 | 2 | 71 mm x 23 mm | \$ 1,10 | \$ 2,20 | 0,2 | 0,4 |
| 25 | | SAE 1010 | 4 | Ø60 mm x 5 mm | \$ 0,55 | \$ 2,18 | 0,1 | 0,4 |
| 26 | | SAE 1010 | 2 | Ø40 mm x 5 mm | \$ 0,30 | \$ 0,60 | 0,05 | 0,1 |
| 27 | Resorte | SAE 1090 | 2 | 25 mm(ext) - 12,5 mm (int) - 3 mm(esp) - 140 mm(long) | \$ 24,10 | \$ 48,20 | 0,12 | 0,24 |
| 28 | Fijador de muela | SAE 1010 | 4 | 10 mm x 300 mm | \$ 3,30 | \$ 13,20 | 0,6 | 2,4 |
| 29 | Camisa anti-fricción | Bronce SAE 64 | 1 | Ø70 mm x 300 mm | \$ 62,30 | \$ 62,30 | 2,4 | 2,4 |
| 30 | Costos de fabricación | Hs | 50 | Costo de fabricación expresado en Hs | \$ 20,00 | \$ 1.000,00 | - | - |
| 31 | Ingenieria Básica | Hs | 100 | Hs por desarrollo de Ingenieria Básica | \$ 45,00 | \$ 4.500,00 | - | - |
| 32 | Ingenieria de Detalle | Hs | 50 | Hs por desarrollo de Ingenieria de Detalle | \$ 15,00 | \$ 750,00 | - | - |
| | | | | | TOTAL | \$ 10.556,94 | PESO | 350 Kg |

Los costos de materiales de la máquina suman un total de **4306,94 USD**, sin tener en cuenta los consumibles necesario para realizar el trabajo de: Corte, biselado, soldadura, etc.

Como podemos observar en la tabla previamente presentada, el valor total posee una **diferencia por demás del 8,88%** con la presentada en primera instancia, por lo cual podemos determinar que Máquina Trituradora de Arena Fenólica, continua siendo viable.



Los costos de materiales de la maquina suman un total de 4306,94 USD, sin tener en cuenta los consumibles necesario para realizar el trabajo de: Corte, biselado, soldadura, etc. Es decir, hasta el momento no se tuvo en cuenta los costes necesarios para fabricar el mismo. A continuación, se detallan los costos fijos mensuales para producir la maquina:

Calculamos el costo fijo Mensual (CFM)

| Cantidad | Descripción | Costo Fijo Mensual |
|----------|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Oficial Multiple | 1000 |
| 1 | Soldador | 1000 |
| 1 | Alquiler del taller | 1800 |
| 1 | Electricidad | 650 |
| 1 | Gas | 180 |
| 1 | Agua y sanitario | 75 |
| 1 | Internet | 30 |
| 1 | Transporte materiales y maquinas | 400 |
| TOTAL | | 5135 USD |

Para los costos variables por maquina se calcula:

- Costo de los consumibles por equipo (15% Costo del equipo (4306,94 USD) = 646USD

Calculamos el costo fijo Anual (CFA)

$$CFA = 12 \cdot CFM = 12 \cdot 5135 \text{ USD} = \mathbf{61620 \text{ USD}}$$

Si tenemos la intención de recuperar nuestra inversión en un plazo de 5 años, que es el tiempo promedio en el cual uno puede recuperar las ganancias en el sector de la manufactura de equipos, tendremos que afrontar este costo fijo anual en un plan de negocio de 5 años, el mismo será:

$$CPN = 5 \cdot CFA = 12 \cdot 61620 \text{ USD} = \mathbf{308100 \text{ USD}}$$

Para este plan de negocio de 5 años, vamos a considerar que, en función de la capacidad de nuestra empresa, podemos fabricar 1 equipo cada 3 meses y que en los años posteriores gracias a la experiencia de los operarios y las acciones de Marketing a implementar al hacernos conocer en el rubro podremos incrementar nuestra producción y triplicarla capacidad de producción a partir del cuarto año, lo que nos da la siguiente producción:

| Produccion Mensual de maquinas | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|--------------------|
| Etapa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total Anual | Acumulado del plan |
| Primer año | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 4 | 4 |
| Segundo año | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 10 |
| Tercer año | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 9 | 19 |
| Cuarto año | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 31 |
| Quinto año | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 18 | 49 |

Con la proyección de los equipos fabricados por año, calcularemos los costos totales anuales que deberemos afrontar y la inversión total necesaria para poder concretar el plan de negocios.



Calculamos el costo total para producir las 49 máquinas en 5 años:

$$\text{CostoTotal} = \text{Ing. Básica} + \text{Ing. Detalle} + \text{CPN} + 49 \cdot (\text{MP} + \text{Cost. Fab.} + \text{Consumibles})$$

$$\text{CostoTotal} = \text{USD } 4500 + \text{USD } 750 + \text{USD } 308100 + 49 \cdot (4306,94 + 1000 + 646)\text{USD}$$

$$\text{CostoTotal} = \text{USD } 605044$$

7.1.1 PRECIO DE VENTA

$$\text{PrecioDelEquipo} = \frac{\text{CostoTotal}}{\text{Unidades a vender}}$$

$$\text{PrecioDelEquipo} = \frac{\text{USD } 605044}{49}$$

$$\text{PrecioDelEquipo} = 12348 \text{ USD}$$

Buscamos obtener un 35 % de ganancias por cada equipo

$$\text{PrecioDeVenta} = \text{PrecioDelEquipo} \cdot 1,35$$

$$\text{PrecioDeVenta} = 12348 \text{ USD} \cdot 1,35$$

$$\text{PrecioDeVenta} = 16670 \text{ USD}$$

7.2 VAN

Vamos a considerar una tasa de interés del $i = 3\%$ anual sobre la base en dólares

| Máquinas vendidas | Año | Ingreso Anual | Fx |
|-------------------|-----|---------------|------------|
| 4 | 1 | USD 66680 | USD 66680 |
| 10 | 2 | USD 166700 | USD 100020 |
| 19 | 3 | USD 316730 | USD 150030 |
| 31 | 4 | USD 516770 | USD 200040 |
| 49 | 5 | USD 816830 | USD 300060 |

$$\text{VAN} = -\text{CostoTotal} + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5}$$

$$\text{VAN} = -605044 + \frac{66680}{(1+0,03)^1} + \frac{100020}{(1+0,03)^2} + \frac{150030}{(1+0,03)^3} + \frac{200040}{(1+0,03)^4} + \frac{300060}{(1+0,03)^5}$$

$$\text{VAN} = \text{USD } 127838,4$$



7.3 TIR

Calculamos la TIR que haga nuestro $VAN=0$. Para eso, utilizamos aproximaciones sucesivas.

Para calcular el TIR, emplearemos la ecuación:

$$TIR = -CostoTotal + \frac{F1}{(1+TIR)^1} + \frac{F2}{(1+TIR)^2} + \frac{F3}{(1+TIR)^3} + \frac{F4}{(1+TIR)^4} + \frac{F5}{(1+TIR)^5} = 0$$

El TIR se obtiene por aproximaciones sucesivas, ya que es muy difícil despejarlo. Para que el proyecto sea aceptado $TIR >$ la tasa de interés que utilizamos en el VAN anterior.

$$VAN = -605044 \text{ USD} + \frac{66680}{(1+0,08638)^1} + \frac{100020}{(1+0,08638)^2} + \frac{150030}{(1+0,08638)^3} + \frac{200040}{(1+0,08638)^4} + \frac{300060}{(1+0,08638)^5}$$

$VAN = 5,4 = \text{Es aproximadamente } 0.$

$\text{Como } 0,08638 > 0,03.$

Entonces nuestro proyecto es aceptable. Como la TIR es superior a la tasa de interés del plazo fijo en dólares, resulta más beneficioso emprender este proyecto que poner un plazo fijo en dólares o comprar bonos del estado.

7.4 REVISION DEL ESTUDIO DE MERCADO

En función de la investigación realizada en el mercado, y en esta oportunidad enfocándonos en el extranjero más precisamente Brasil, pudimos recabar información acerca de las distintas demandas que este país posee, así también como la aplicación/función de las fundiciones en dicho recinto. Estos datos fueron obtenidos a través de la ABIFA= Asociación Brasileira de Fundición.

En el escenario mundial, Brasil es el 9º productor de piezas fundidas (final de año 2018). Debido a la crisis económica interna que ocurrió en los últimos años, Brasil perdió la séptima posición en el ranking mundial, siendo superado por México y Corea del Sur.

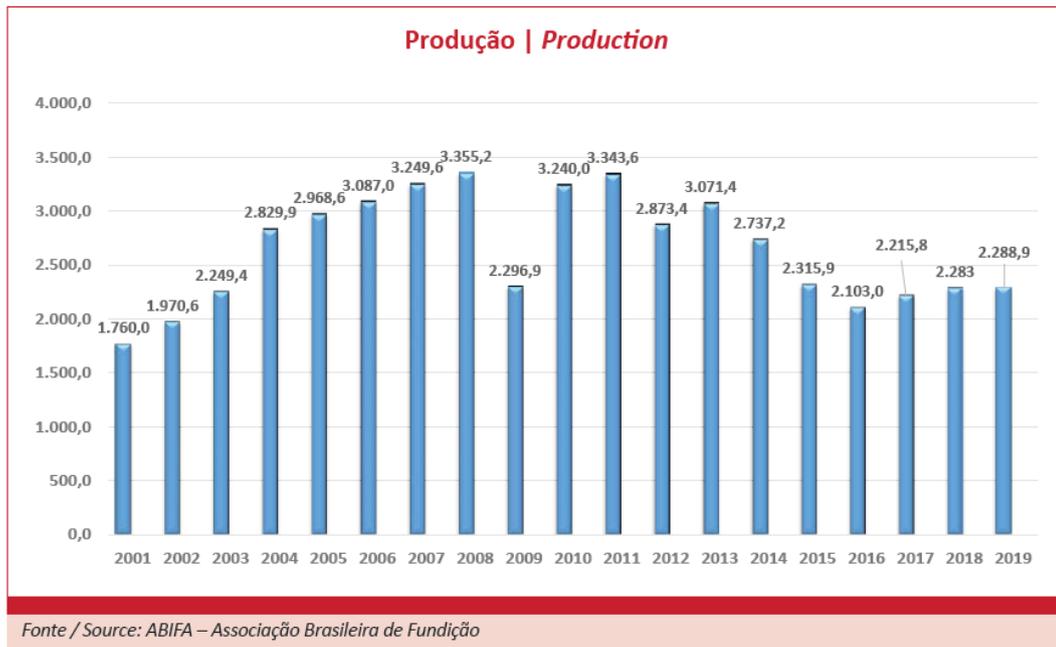
| Produção mundial de fundidos em 2018 (t) World casting production in 2018 (tons) | | |
|---|---------------------|---------------|
| 1º | China/China | 49,35 milhões |
| 2º | Índia/India | 13,39 milhões |
| 3º | Estados Unidos/ USA | 10,76 milhões |
| 4º | Japão/Japan | 5,58 milhões |
| 5º | Alemanha/Germany | 5,43 milhões |
| 6º | Rússia/Russia | 4,20 milhões |
| 7º | México/Mexico | 2,91 milhões |
| 8º | Coreia/Korea | 2,52 milhões |
| 9º | Brasil/Brazil | 2,28 milhões |
| 10º | Itália/Italy | 2,26 milhões |

Fonte/Source: Modern Casting/Dec. 2019



Producción brasilera en los últimos 10 años

La industria de fundición brasileña ha pasado por grandes oscilaciones en los últimos diez años. En 2008, obtuvieron una producción récord de 3.355 mil toneladas, afrontada en 2009 por la crisis económica iniciada en Estados Unidos.. Por razones internas, en 2011 la economía de Brasil se debilita, culminando en una grave crisis en 2016. La recuperación se observa a partir de 2017.

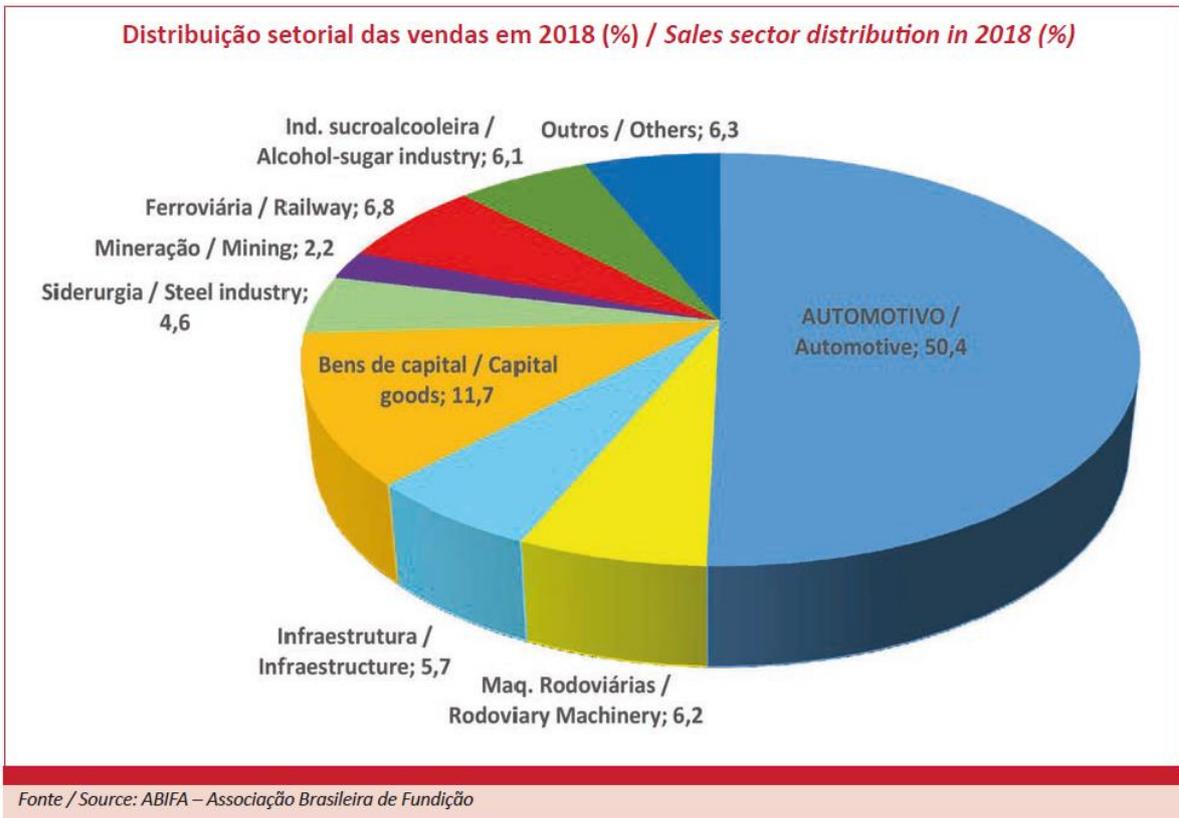


Mercado interno de Brasil

Del total de piezas fundidas producidas en Brasil, el 56,6% son destinados a la industria automotriz, suministrando a los fabricantes de componentes automotrices, autopartes y los fabricantes de automóviles. La automoción muestra el potencial del mercado interno, debido a la presencia en Brasil de ensambladoras de Europa, Asia y Estados Unidos. Brasil es el noveno mayor fabricante del mundo.

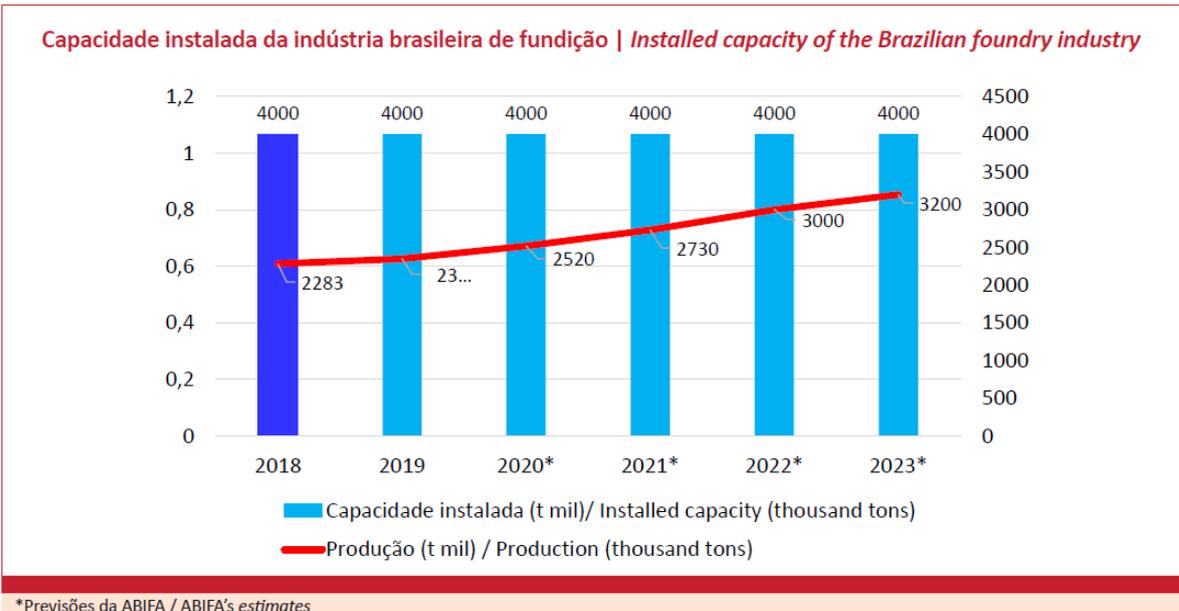
Otros segmentos que destacan son los bienes de capital:

- Industrias (11,7%).
- Siderurgia (4,6%).
- Ferrocarril (6,8%).



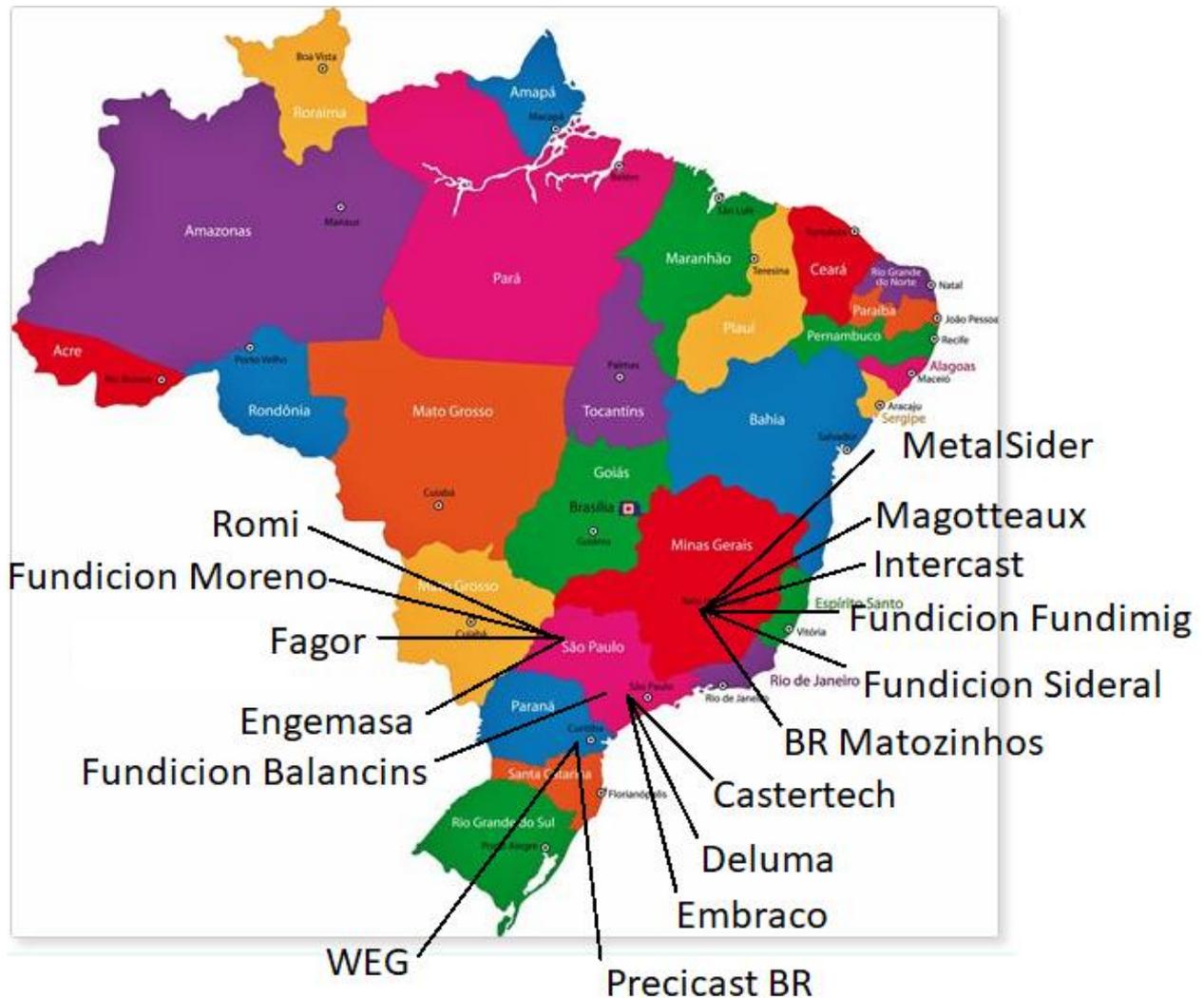
Capacidad instalada de Brasil

Actualmente, la capacidad instalada de la fundición brasileña es de 4.000 mil toneladas/año, lo que cumple plenamente el mercado. La excepción puede ocurrir en partes específicas.

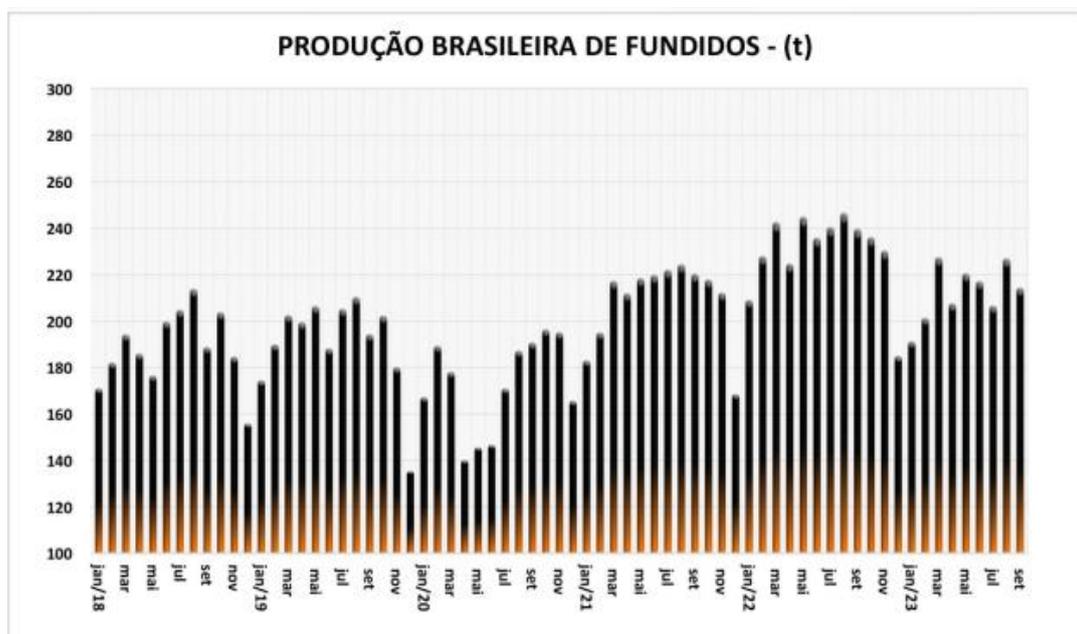




Principales fundiciones y localización de las mismas en Brasil:

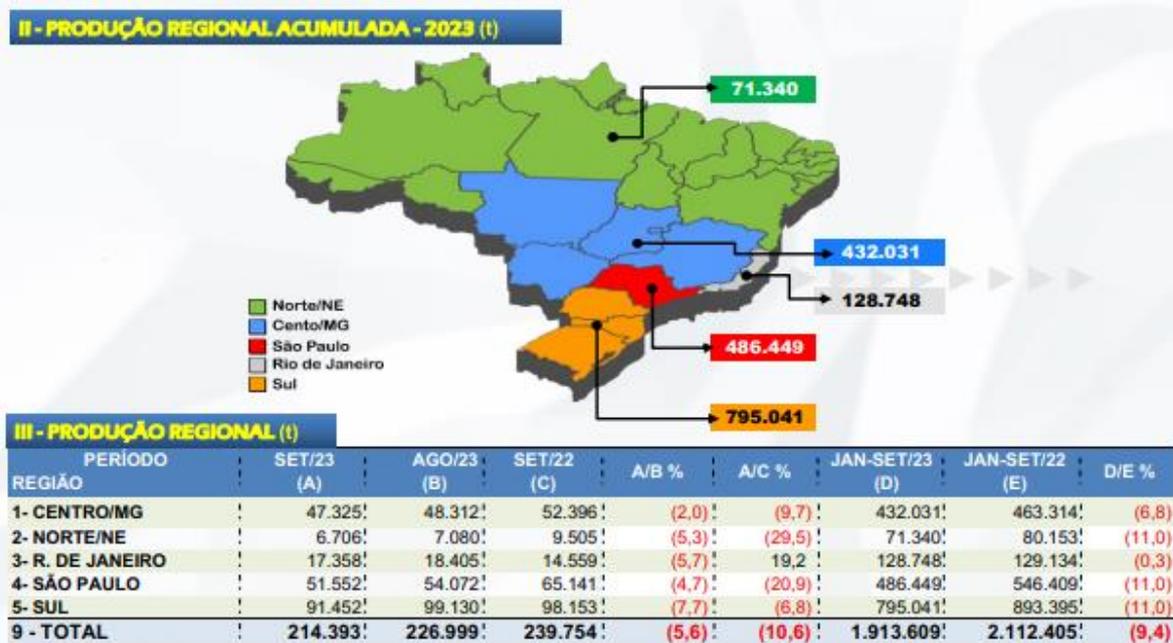


Desempeño del sector de fundición desde 2018 – 2023





Producción regional acumulada 2023

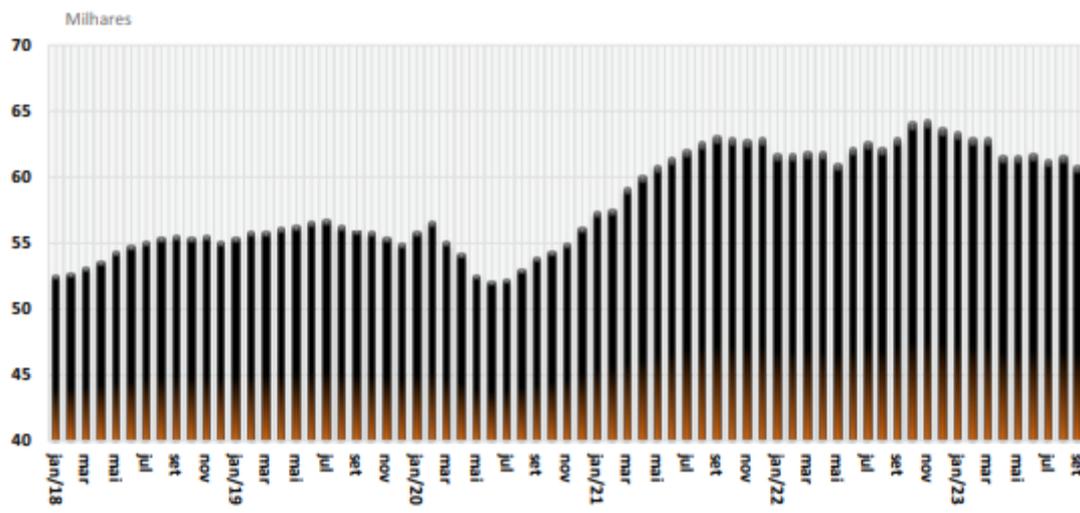


Personal empleado para obtener la producción

VI - PESSOAL EMPREGADO

| REGIÃO | PERÍODO | SET/23 (A) | AGO/23 (B) | SET/22 (C) | A/B % | A/C % |
|------------------|---------|------------|------------|------------|--------|--------|
| 1- CENTRO/MG | | 17.084! | 17.481! | 17.585! | (2,3)! | (2,8) |
| 2- NORTE/NE | | 2.071! | 2.083! | 2.530! | (0,6)! | (18,2) |
| 3- R. DE JANEIRO | | 828! | 825! | 829! | 0,3! | (0,2) |
| 4- SÃO PAULO | | 16.206! | 16.399! | 17.120! | (1,2)! | (5,3) |
| 5- SUL | | 24.674! | 24.872! | 24.872! | (0,8)! | (0,8) |
| 9 - TOTAL | | 60.863! | 61.660! | 62.936! | (1,3)! | (3,3) |

PESSOAL OCUPADO NO SETOR DE FUNDIÇÃO





Una vez presentado las estadísticas y las ubicaciones geográficas de las Fundiciones instaladas en Brasil cuya capacidad por año son las de mayor envergadura, centrándonos en el Mercosur, podemos decidir que nuestra primer mercado externo al cual abordaremos será Brasil, lo determinamos así gracias al gran índice de fundiciones de hierro que dicho país provee, donde nuestra maquina proveerá a las fundiciones una mayor capacidad para poder obtener la arena fenólica reciclada, con la posibilidad de disminuir la cantidad de horas/hombre, como así también una disminución en potenciales accidente de trabajo.



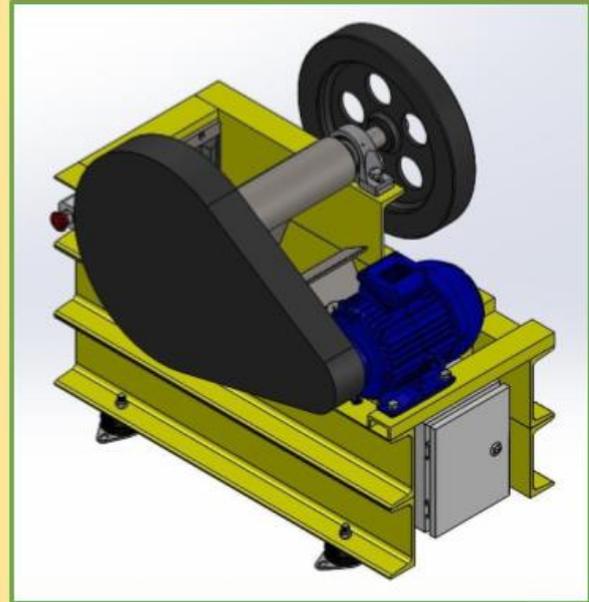
7.5 Folleto comercial

FICHA TÉCNICA

PUCARA M1

Las experiencias previas en el consumo de arenas de moldeo fenólicas y su posterior reproceso, nos llevó a replantear el procedimiento de recuperación de las mismas.

Creando un producto que aporta la energía necesaria para recuperar arena al fragmentar en pequeños trozos los moldes, reduciendo los tiempos, la mano de obra, el consumo de materia prima y energético de su recuperación. Al mismo tiempo incrementa el porcentaje de materia reciclada y cuida el medio ambiente de origen.



BAJO CONSUMO ELÉCTRICO



REDUCCIÓN CONSUMO



CAPACIDAD 600 KG/H



MÍNIMO MANTENIMIENTO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| | | |
|-------------|-----------|---------------|
| PESO | | 350 Kg |
| DIMENSIONES | ALTURA | 750 mm |
| | ANCHO | 650 mm |
| | LARGO | 900 mm |
| POTENCIA | TRIFÁSICO | 0,75 Kw |
| PROTECCIÓN | IP-65 | (uso interno) |



VARIADOR DE FRECUENCIA

Posibilita la reducción de la tasa de producción y ahorro energético.



AMORTIGUACIÓN DE IMPACTO

El empleo de dos resortes reduce las vibraciones originadas en el funcionamiento y la transmisión de las mismas al entorno.

DATOS OPERATIVOS

| | |
|-----------------------|--------------|
| DIMENSIONES DE BLOQUE | 250x400x150 |
| TAMAÑO DE PARTÍCULA | (50 a 80) mm |
| CAPACIDAD PRODUCTIVA | 600 Kg/h |



ALTA DURABILIDAD

El uso del material ASTM-A128-C de alta dureza y resistencia garantiza una vida útil de 10 años.

GARANTÍA DE 3 AÑOS



SENINI

RECICLANDO EL DESPERDICIO

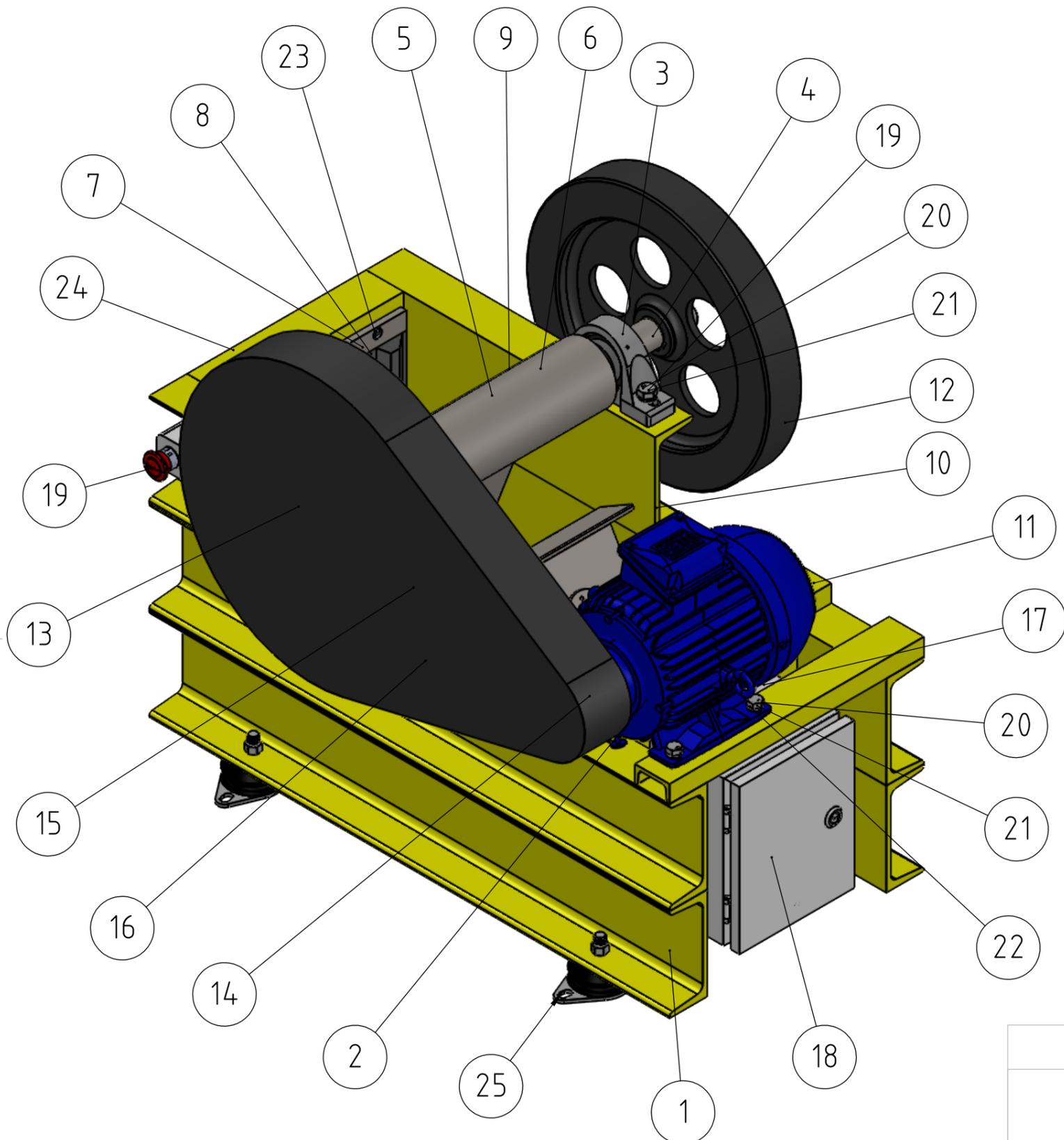


8 BIBLIOGRAFÍA

- Definición de los requisitos aplicables a la operación de moldeo con resinas autofraguantes en FASAB – Alejandro Alzate Suarez y Hugo Alejandro Reyes Cubides – 2014.
- Manual de trituración y Cribado - Metso – 2008.
- Casillas, A. L. – Máquinas, 22 ed. Madrid. Ed. Máquinas 1966.
- Catálogo de correas Dunlop.
- Selección del motor - <http://www.weg.net>
- <http://www.fundidores.org.ar/> - Cámara de industriales fundidores de la República Argentina.
- Faires Virgil Moring – “Diseño de elementos demáquinas”.
- Mott Robert – “Diseño de elementos demáquinas”.
- Siemens – Selección de componentes eléctrico-
<https://www.siemens.com/global/en.html>
- Baw electric – Parada de emergencia - <https://bawelectric.com/home>
- WEG - Seleccion de variador de frecuencia -
https://www.weg.net/catalog/weg/AT/es/Drives/Convertidores-de-Frecuencia/c/GLOBAL_WDC_DRV_IF
- ABIFA= ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO
<https://abifa.org.br/site/indices-setoriais/>

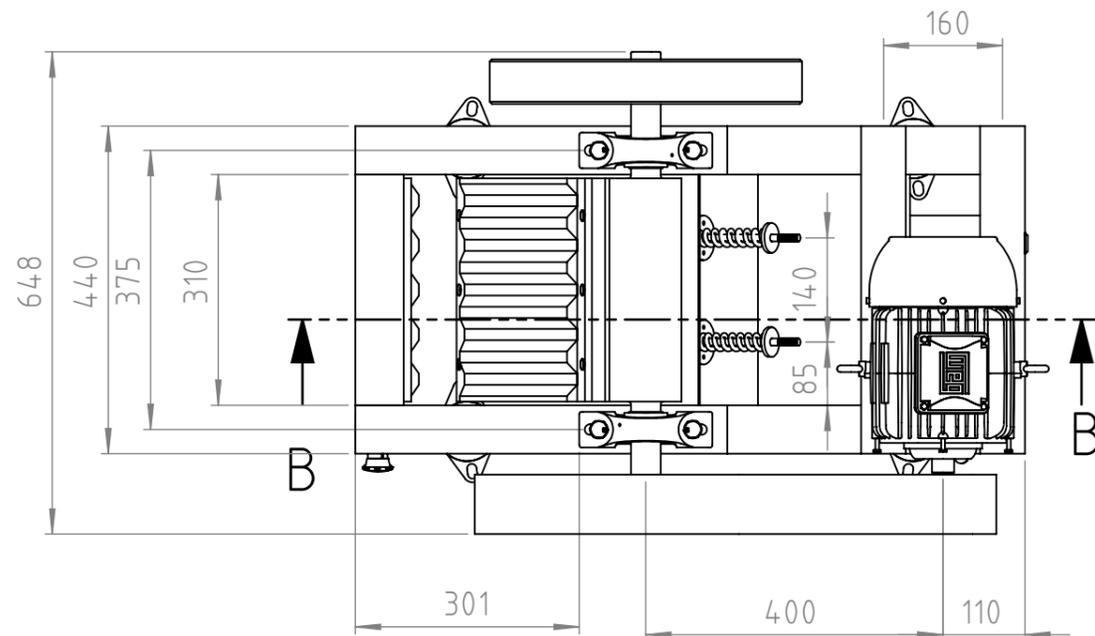
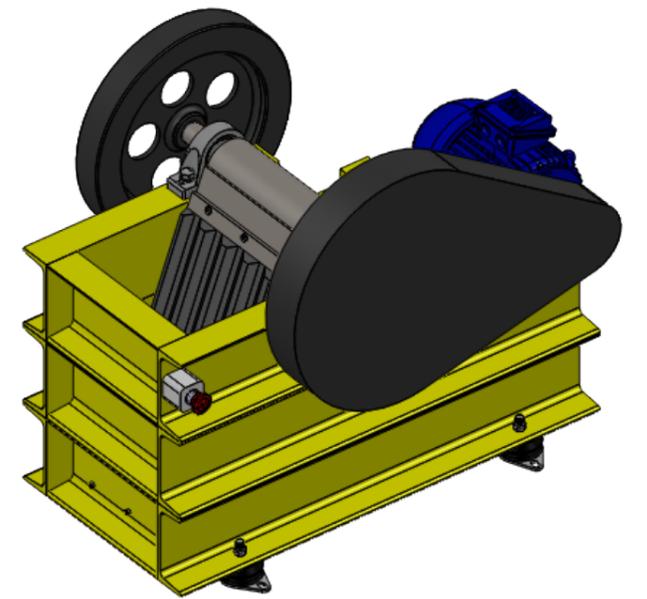
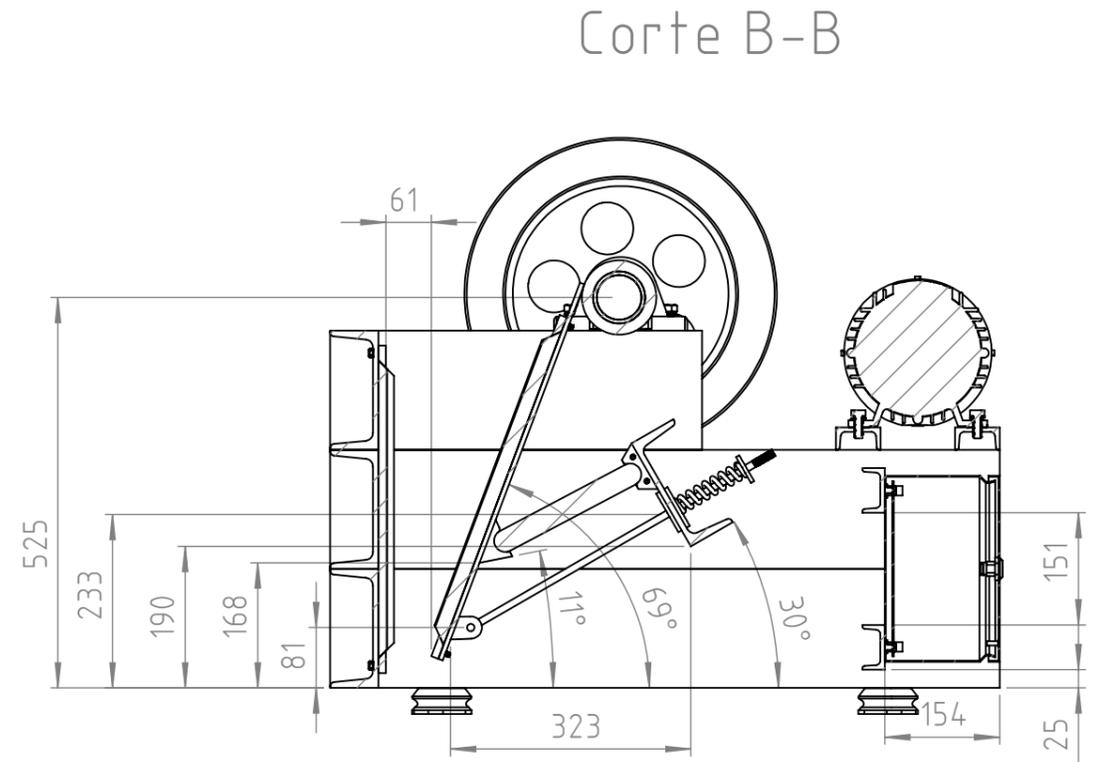
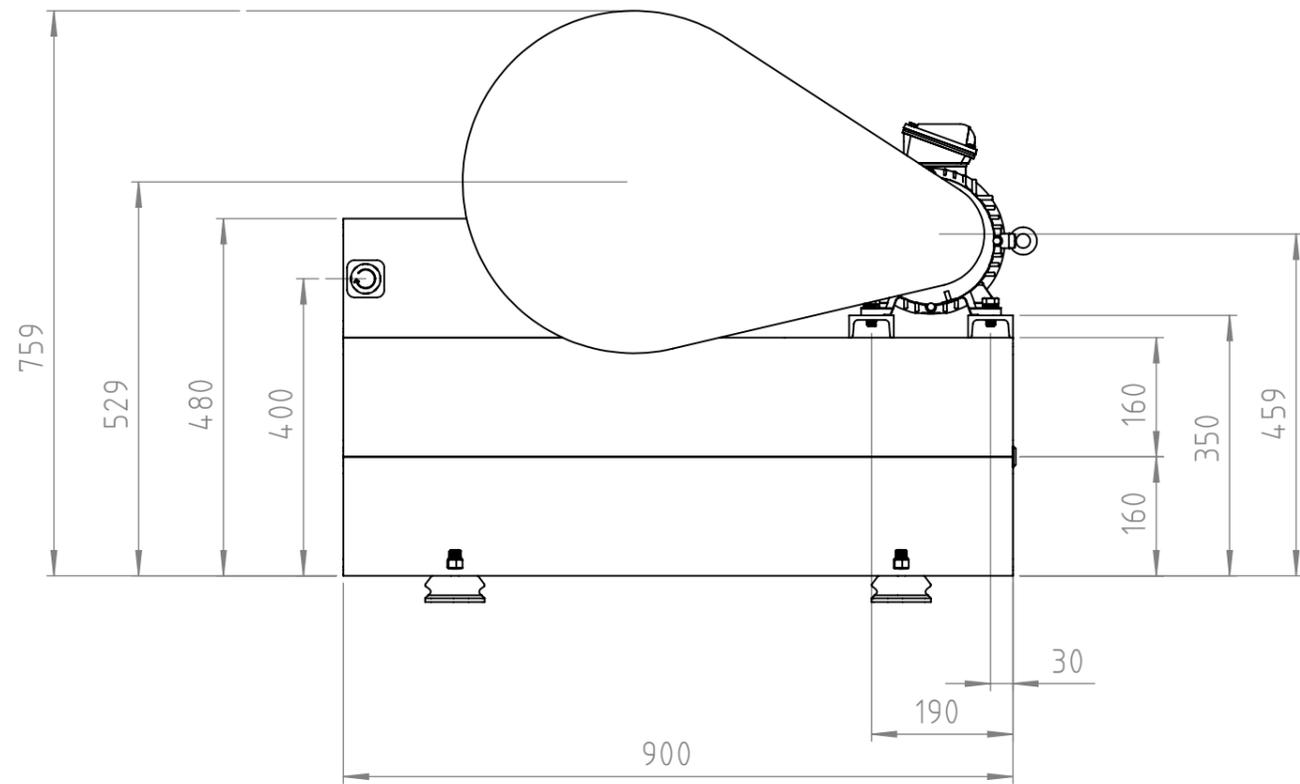


9 PLANOS

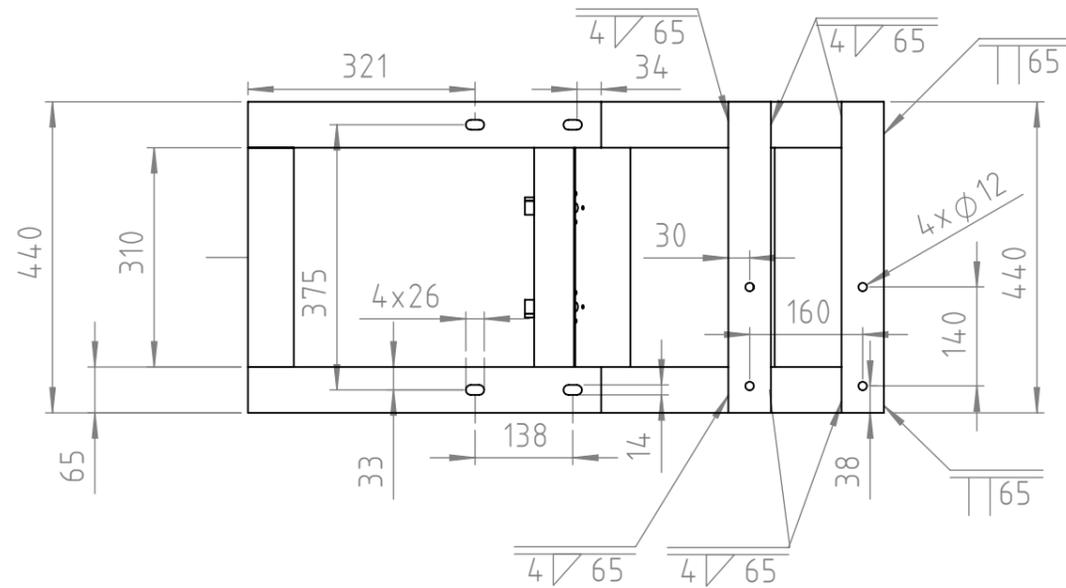
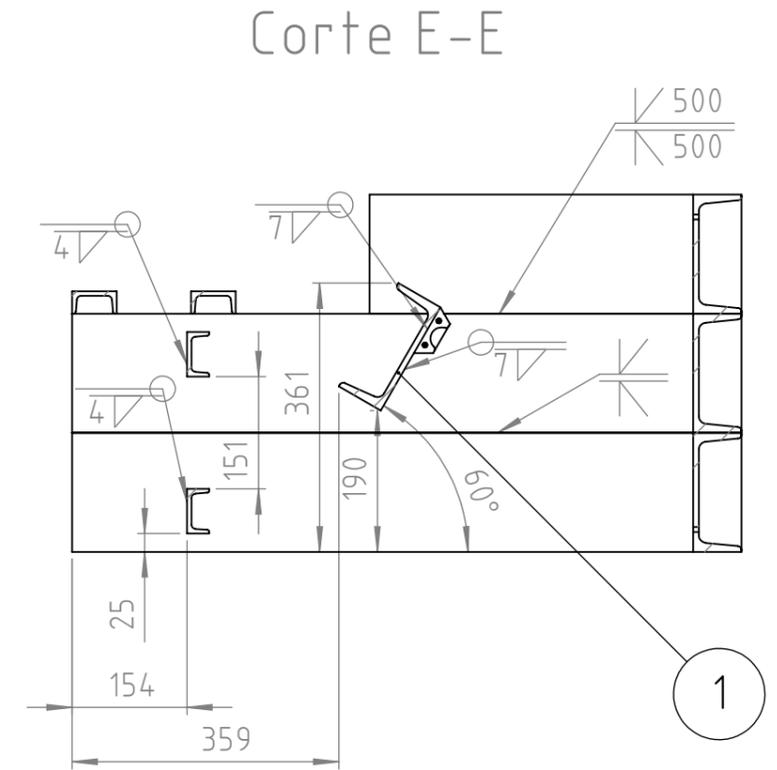
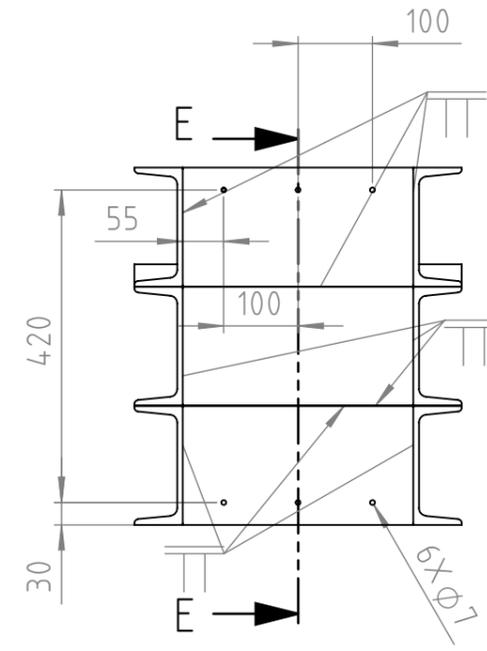
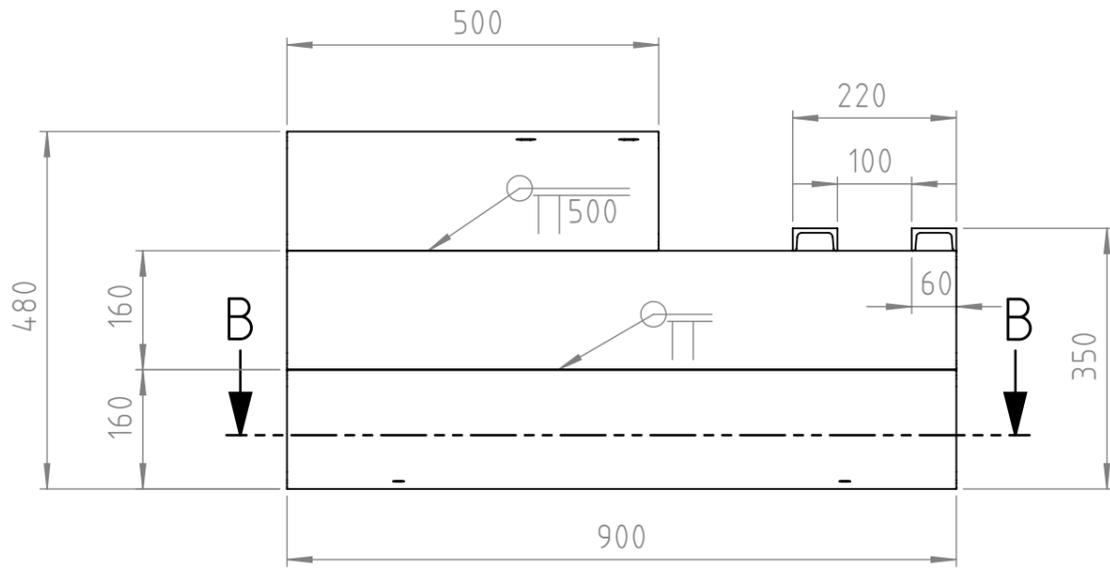


| Nº de elemento | Descripción | Referencia de fabrica | Cantidad |
|----------------|----------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | Bastidor | TAF-G7-003 | 1 |
| 2 | Motor eléctrico 1HP | W22Xec IE1 Trifásico | 1 |
| 3 | Caja portra rodamiento SNL | SNL 509 | 2 |
| 4 | Eje excéntrico | TAF-G7-007 | 1 |
| 5 | Soporte de muela móvil | TAF-G7-010 | 1 |
| 6 | Camisa anti-fricción | TAF-G7-011 | 1 |
| 7 | Fijador de muela | TAF-G7-016 | 4 |
| 8 | Muela fija | TAF-G7-008 | 1 |
| 9 | Muela móvil | TAF-G7-009 | 1 |
| 10 | Soporte de biela | TAF-G7-014 | 4 |
| 11 | Biela | TAF-G7-013 | 1 |
| 12 | Polea de inercia | TAF-G7-006 | 1 |
| 13 | Polea conducida | TAF-G7-005 | 1 |
| 14 | Polea conductora | TAF-G7-004 | 1 |
| 15 | Correa | A-69 | 2 |
| 16 | Cubre correa | TAF-G7-017 | 1 |
| 17 | Tensor | TAF-G7-012 | 2 |
| 18 | Panel de control | TAF-G7-015 | 1 |
| 19 | Parada de emergencia | XB7NS8442 | 1 |
| 20 | Tornillo de sujeción | DIN 933 M12X1,5X30 | 8 |
| 21 | Arandela grower | DIN 7980 M12 | 12 |
| 22 | Tuerca | DIN 934 M12X1,5 | 8 |
| 23 | Tornillo de sujecón | DIN 7991 M6X1X20 | 12 |
| 24 | Tuerca | DIN 985 M6X1 | 12 |
| 25 | Soporte antivibratorio AC | 80-150 AC | 4 |

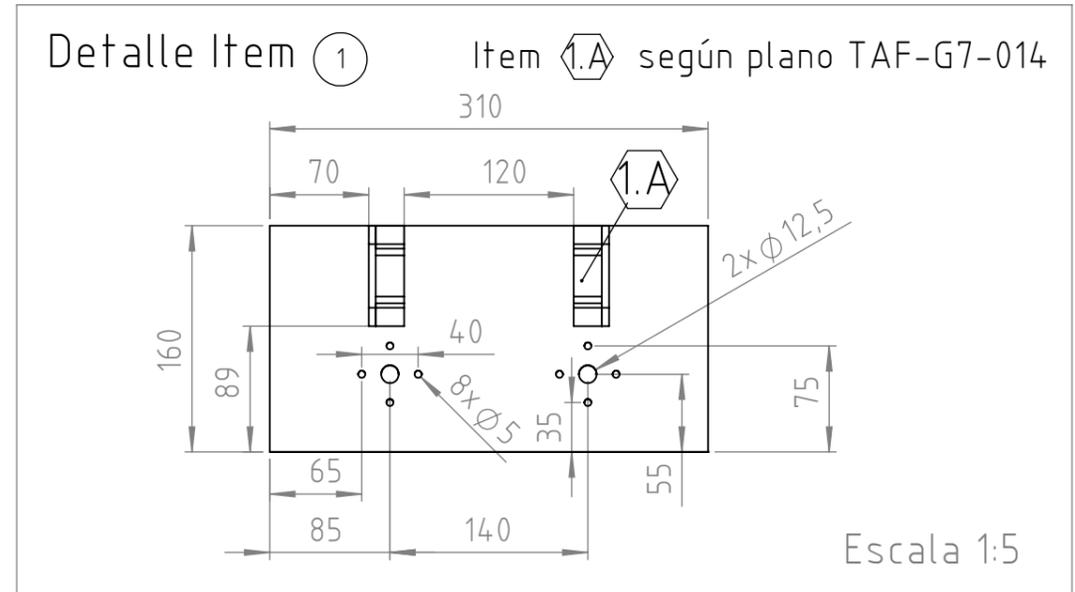
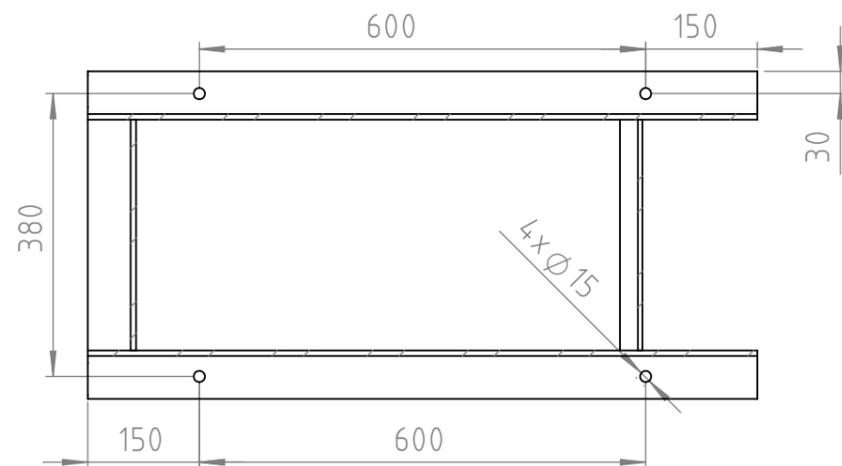
| | | | | | | | | |
|--|--|---|------------|------------|--------------------------------------|------------|---------------------|---|
|  UTN.BA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | | CONJUNTO TRITURADORA DE ARENA FENOLICA | | | | | | |
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN] | | RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | PLANO Nº: | TAF-G7-001 | REV | A |
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | | | |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENOLICA | | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | | | |
| Representación cotas y símbolos:IRAM. Tolerancias no indicadas según IRAM 2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K | | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | ESCALA | FORMATO | CATÁLOGO: NO APLICA | |
| | | | | | 1:5 | A3 | | |



| | | | | | |
|---|---------|---|---------------------|-------------------|-----------|
|  UTN.BA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES [UTN] | | CONJUNTO TRITURADORA DE ARENA FENOLICA MEDIDAS PRINCIPALES | | | |
| | | RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | PLANO Nº: |
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | TAF-G7-002 | A |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENOLICA | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SE COMPLETA CON : | |
| Representación cotas y símbolos: IRAM. Tolerancias no indicadas según IRAM 2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SIN COMPLEMENTO | |
| | ESCALA | FORMATO | CATÁLOGO: NO APLICA | | |
| | 1:10 | A3 | | | |



Corte B-B



MATERIAL: Acero al carbono



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

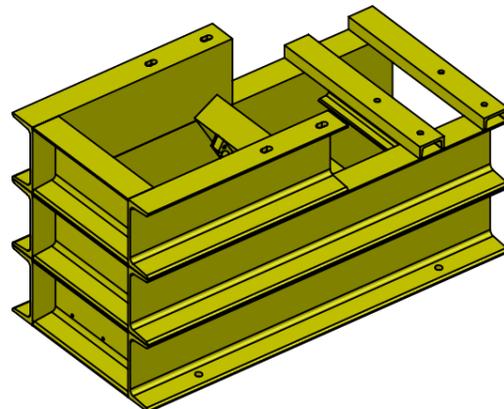
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

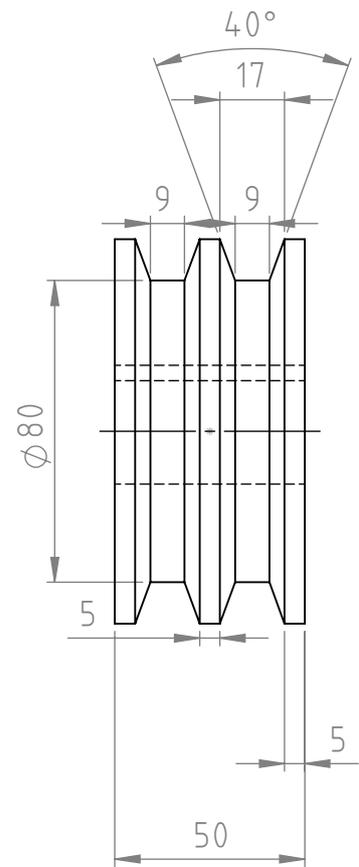
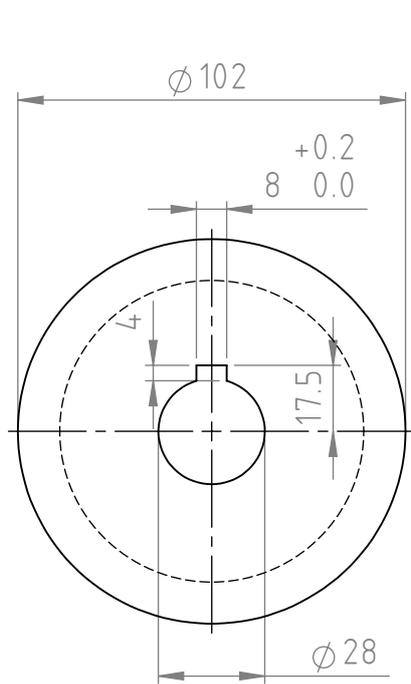
PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

Representación cotas y símbolos: IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K

BASTIDOR

| | | | | |
|---------|------------|------------|-------------------|-----|
| RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 23/10/2023 | PLANO Nº: | REV |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 23/10/2023 | TAF-G7-003 | A |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 23/10/2023 | SE COMPLETA CON : | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 23/10/2023 | SIN COMPLEMENTO | |
| ESCALA | FORMATO | | CATÁLOGO: NO | |
| 1:10 | A3 | | APLICA | |





Nota 1: Chaveta DIN 6885.

MATERIAL: Fundicion gris ASTM A48 Clase 25.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.



ESCALA
1:2

FORMATO
A4

POLEA CONDUCTORA

08/10/2023

08/10/2023

08/10/2023

08/10/2023

PLANO Nº:

TAF-G7-004

SE COMPLETA CON:

SIN COMPLEMENTO

CATÁLOGO: NO
APLICA

REV.

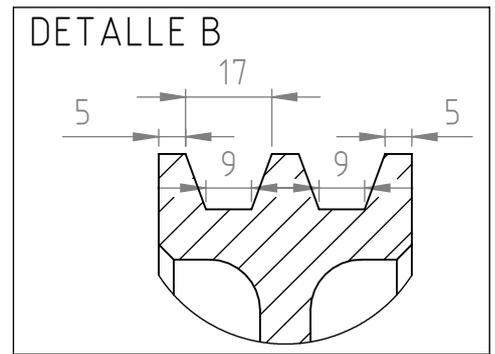
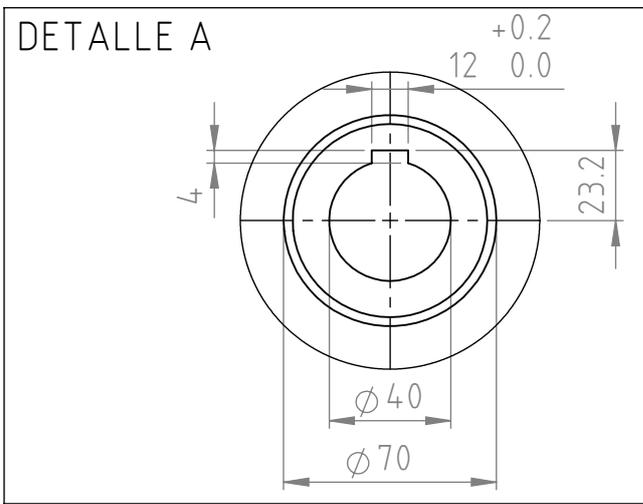
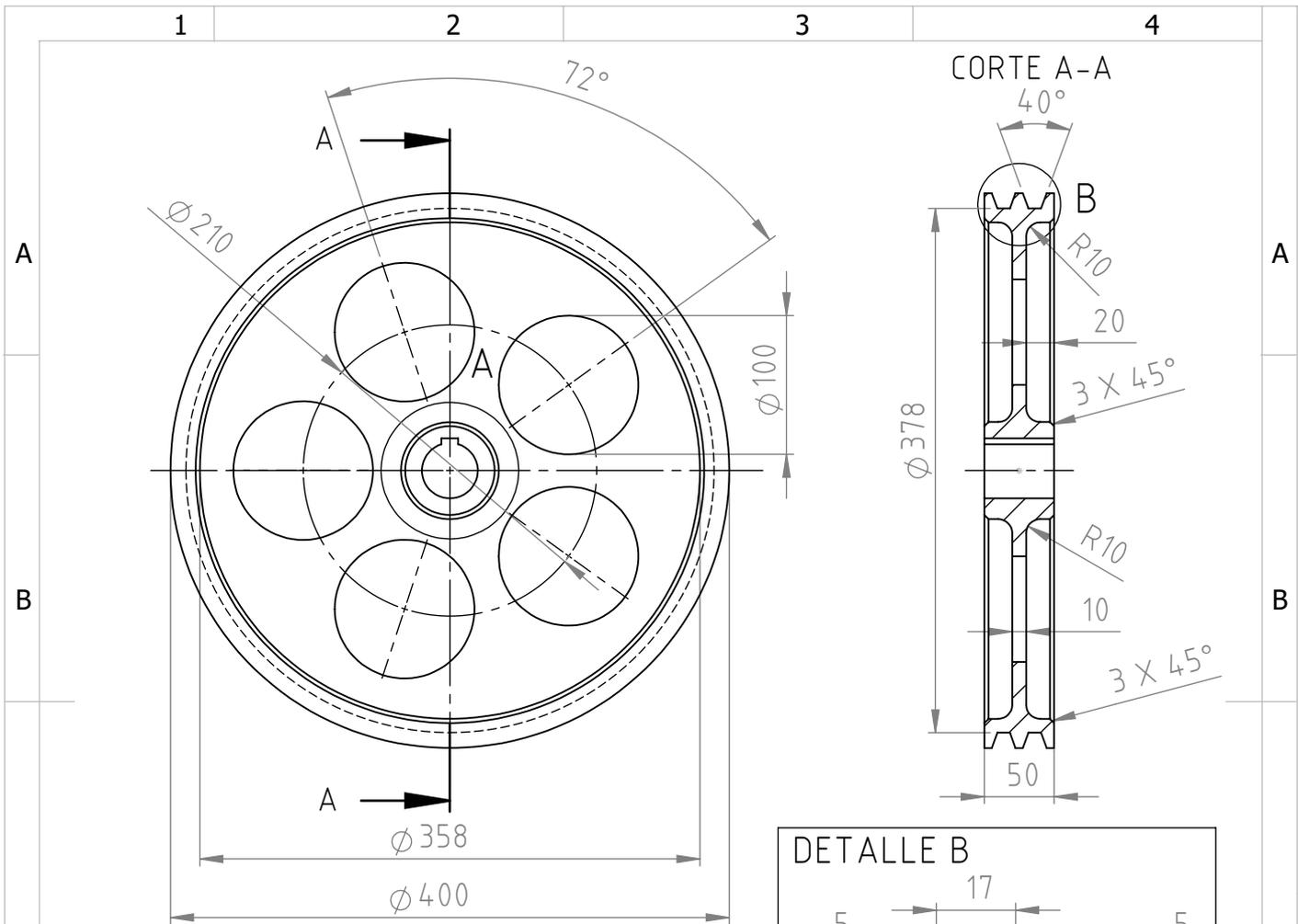
A

1

2

3

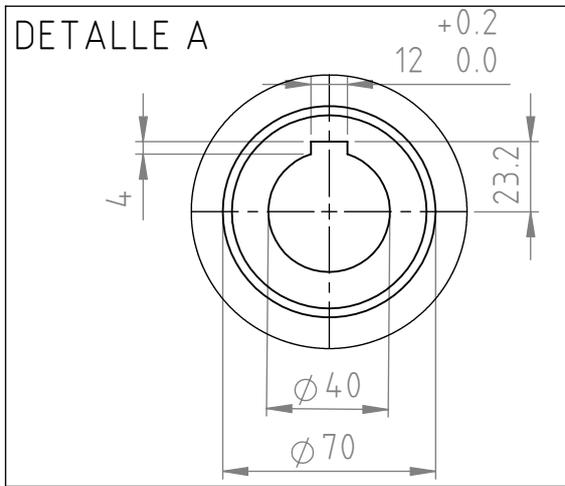
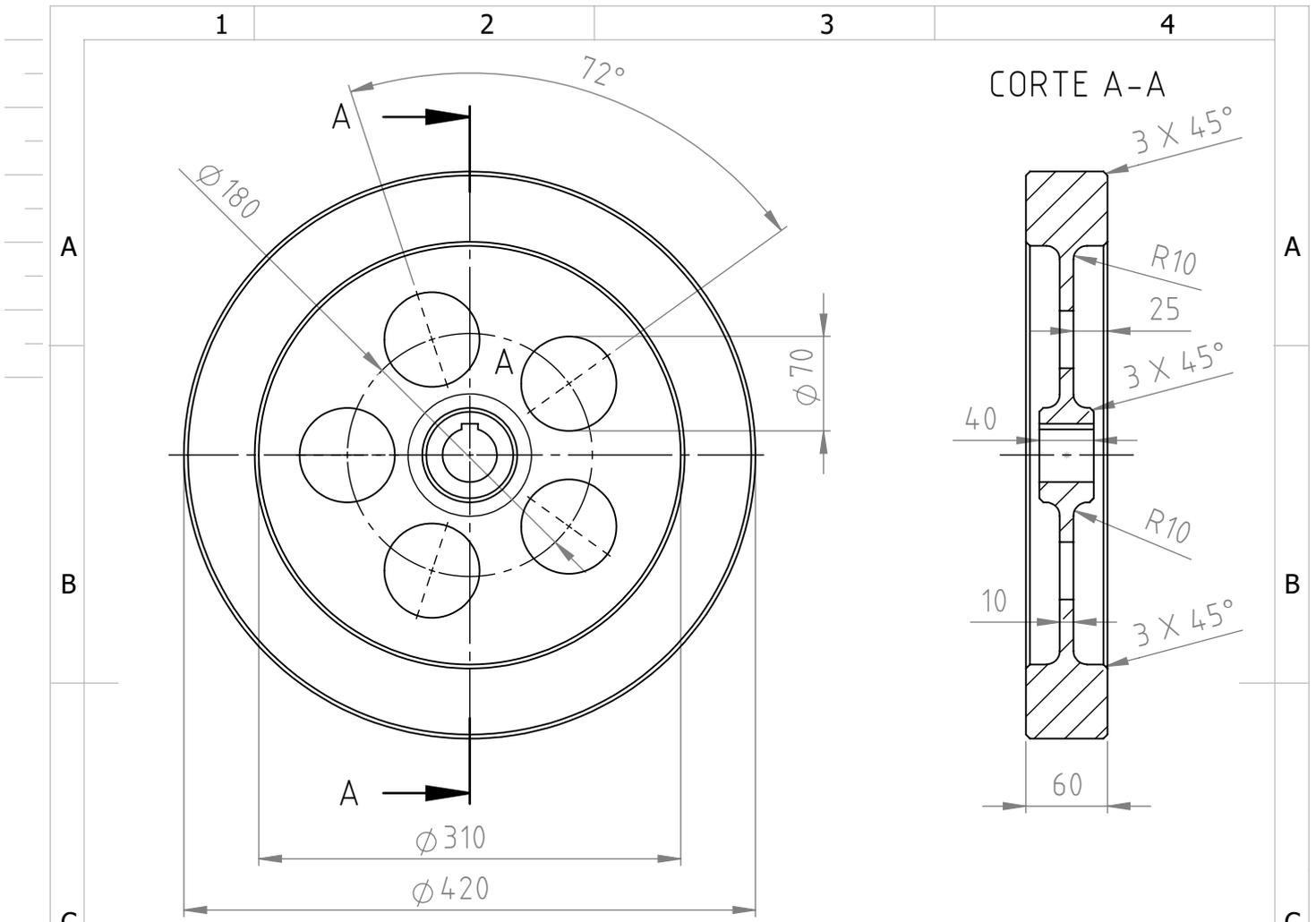
4



Nota 1: Chaveta DIN 6885.

MATERIAL: Fundicion gris ASTM A48 Clase 25.

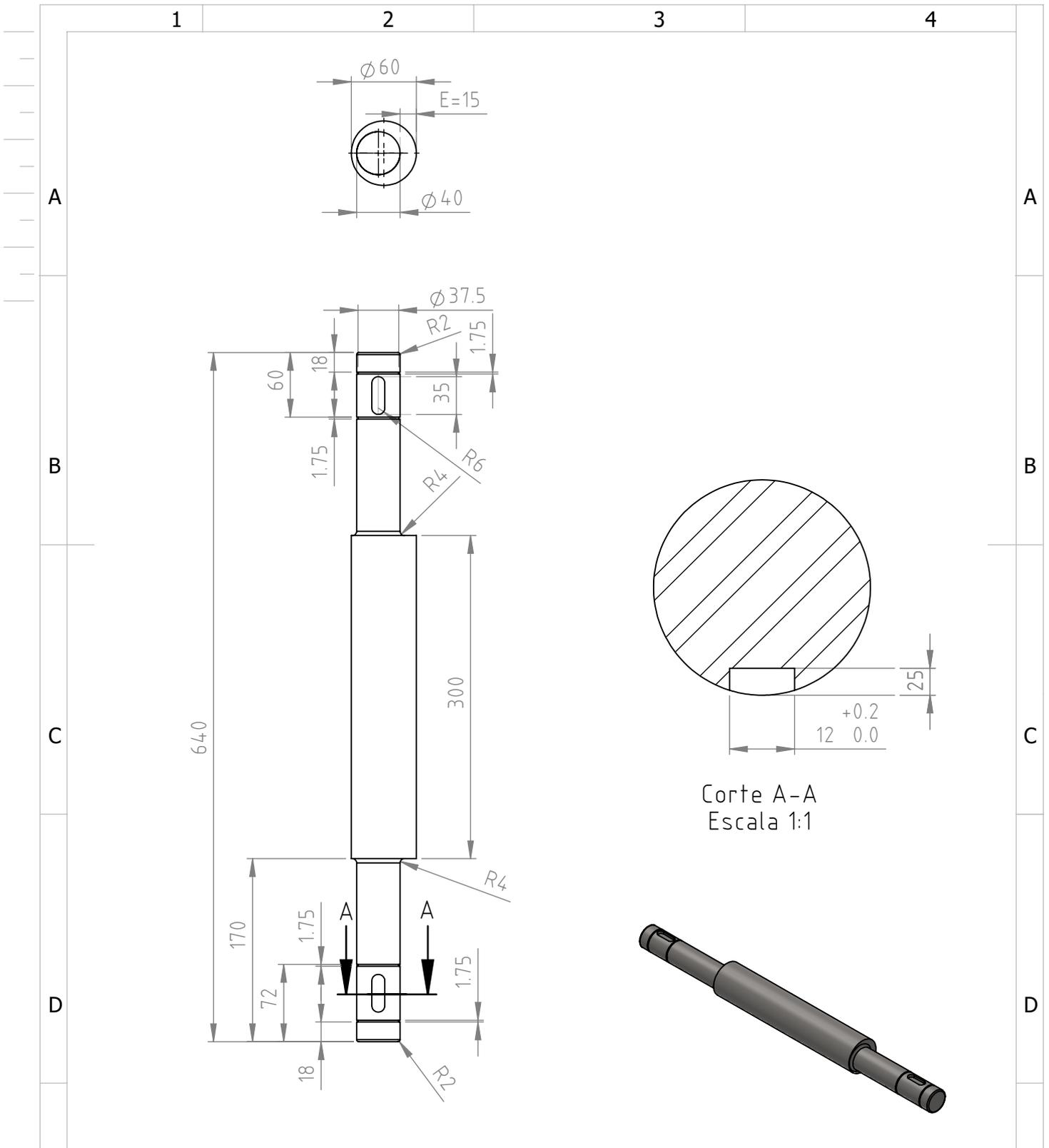
| | | | | | |
|--|---------------------------|------------|------------|-----------|---|
|  UTN.BA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES</small> UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN] FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA <small>REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.</small> | <h2>POLEA CONDUCCIDA</h2> | | | | |
| | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº: | TAF-G7-005 SE COMPLETA CON: SIN COMPLEMENTO CATÁLOGO: NO APLICA |
| | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | REV.: | |
| | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | △ | A |
| | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |
|  | | ESCALA | FORMATO | | |
| | | 1:5 | A4 | | |



Nota 1: Chaveta DIN 6885.

MATERIAL: Fundicion gris ASTM A48 Clase 25.

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|------------|------------|-------------------------------------|------------|------------------------|---|
|  UTN.BA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES</small> | POLEA DE INERCIA | | | | | | | | |
| | UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN] | | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº: | TAF-G7-006 | REV. | A |
| | FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SE COMPLETA CON: SIN COMPLEMENTO | | CATÁLOGO: NO APLICA | |
| | PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | | | |
| | REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. | |  | ESCALA | 1:5 | FORMATO | A4 | | |



MATERIAL: Acero SAE 1045


UTN.BA
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES
 [UTN]

EJE EXCÉNTRICO

| | | | | | |
|--|---|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-007 | REV. A |
| | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. |  | ESCALA 1:5 | FORMATO A4 | CATÁLOGO: NO APLICA | |

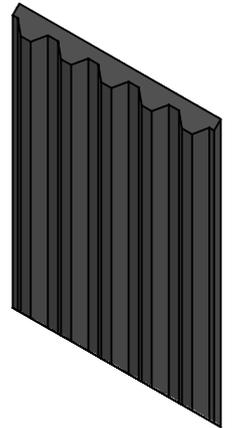
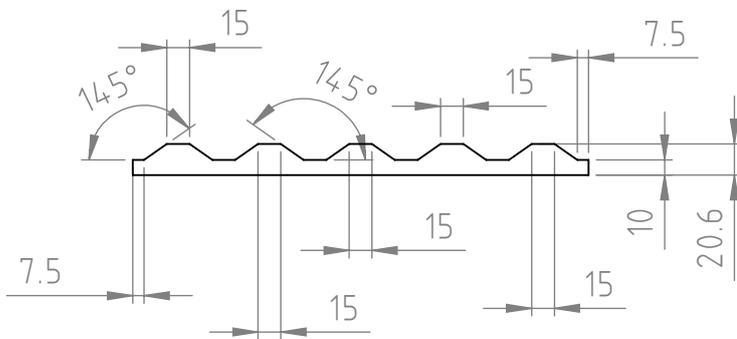
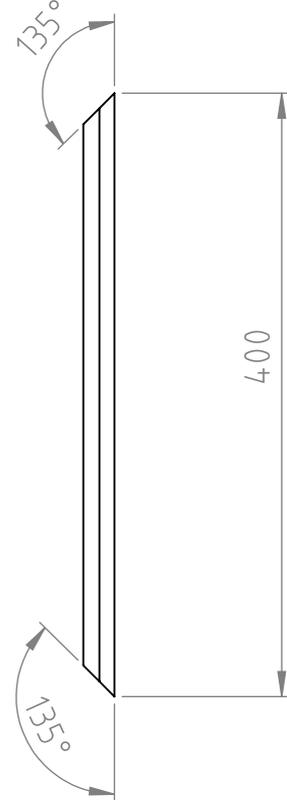
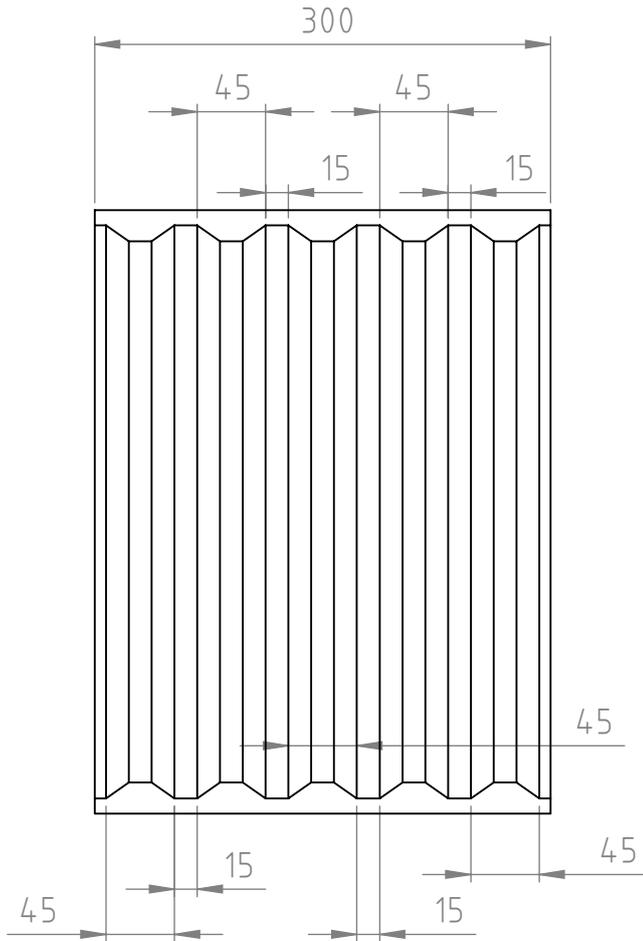
1

2

3

4

SÍMBOLO DE LABRADO
IRAM 4517



MATERIAL: Acero al Manganeso ASTM A-128 clase C.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.



ESCALA
1:5

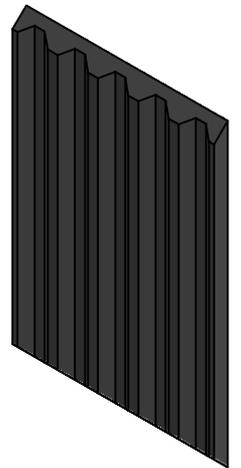
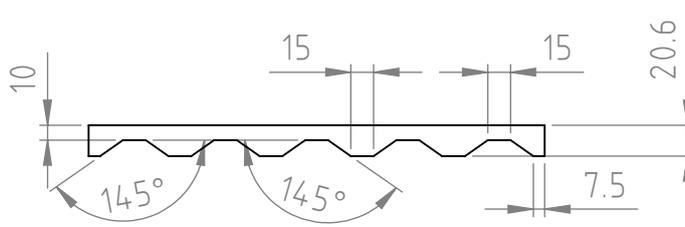
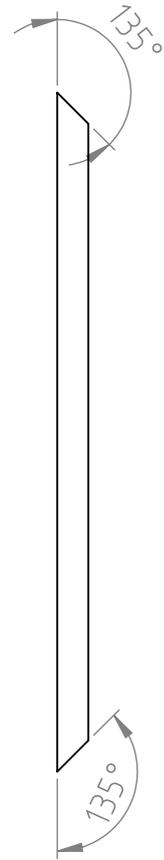
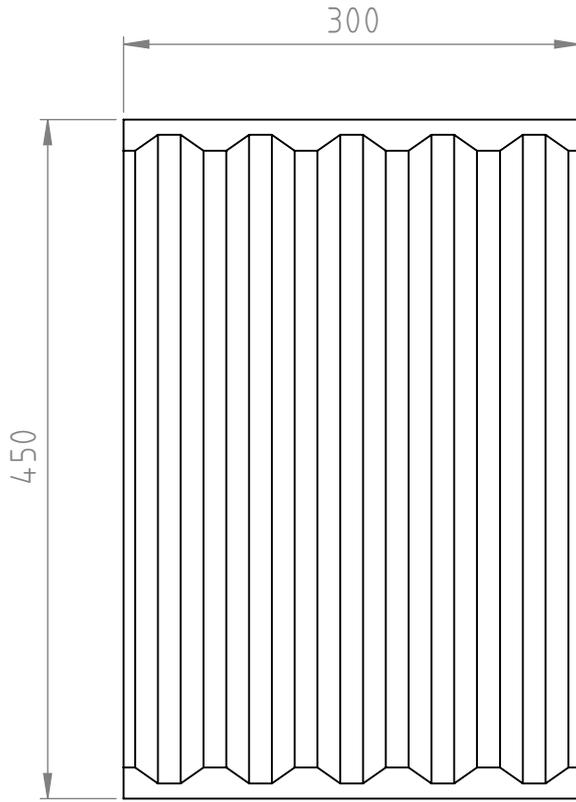
FORMATO
A4

MUELA FIJA

| | | | | |
|---------|------------|------------|-------------------------|-----------|
| REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº: TAF-G7-008 | REV. A |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SE COMPLETA CON: | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SIN COMPLEMENTO | |

CATÁLOGO: NO
APLICA

SÍMBOLO DE LABRADO
IRAM 4517



MATERIAL: Acero al Manganeso ASTM A-128 clase C.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.



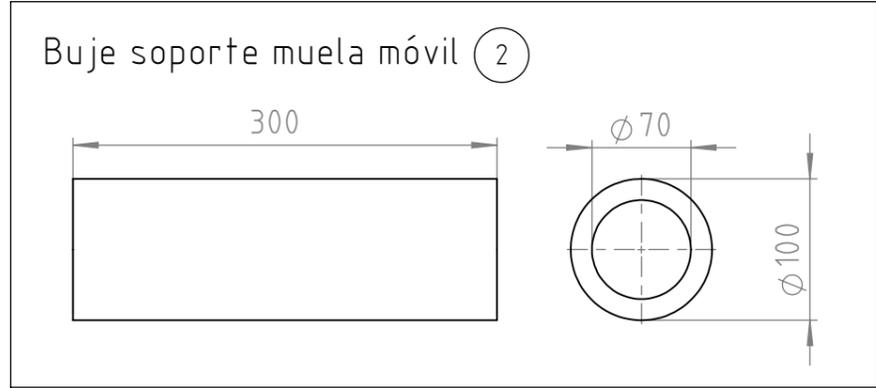
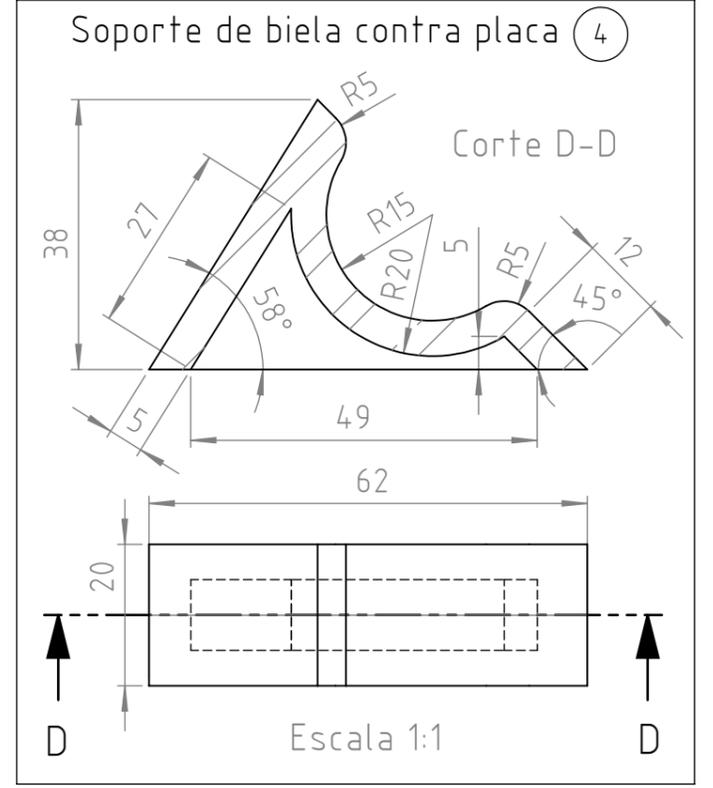
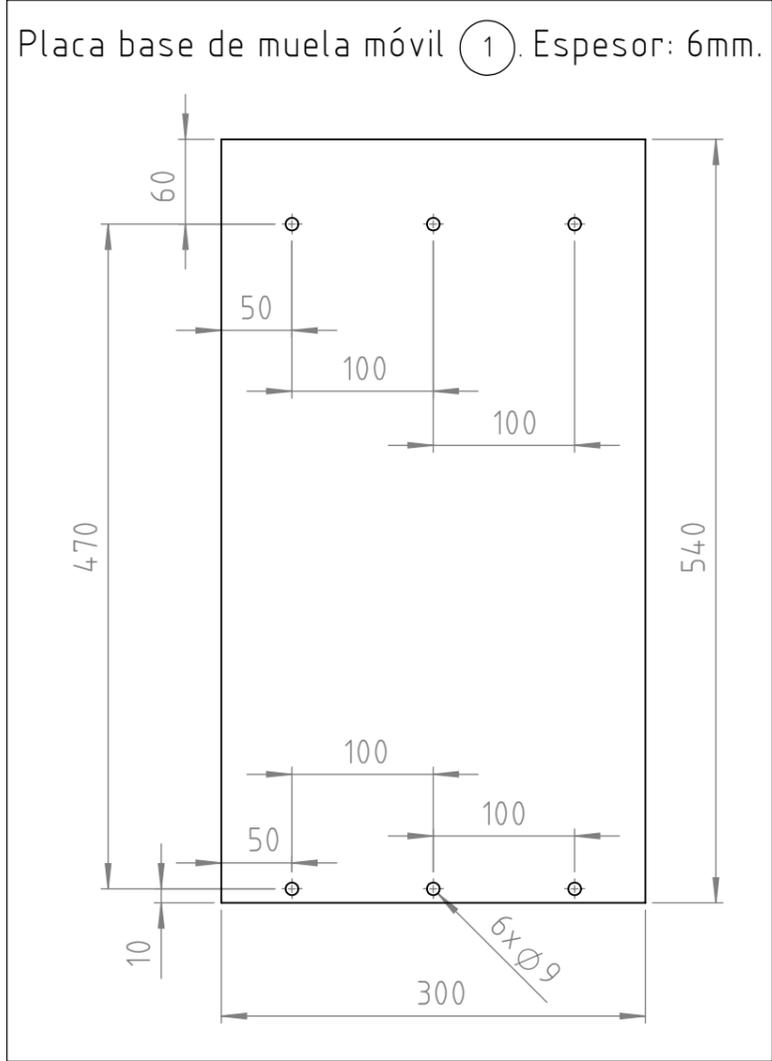
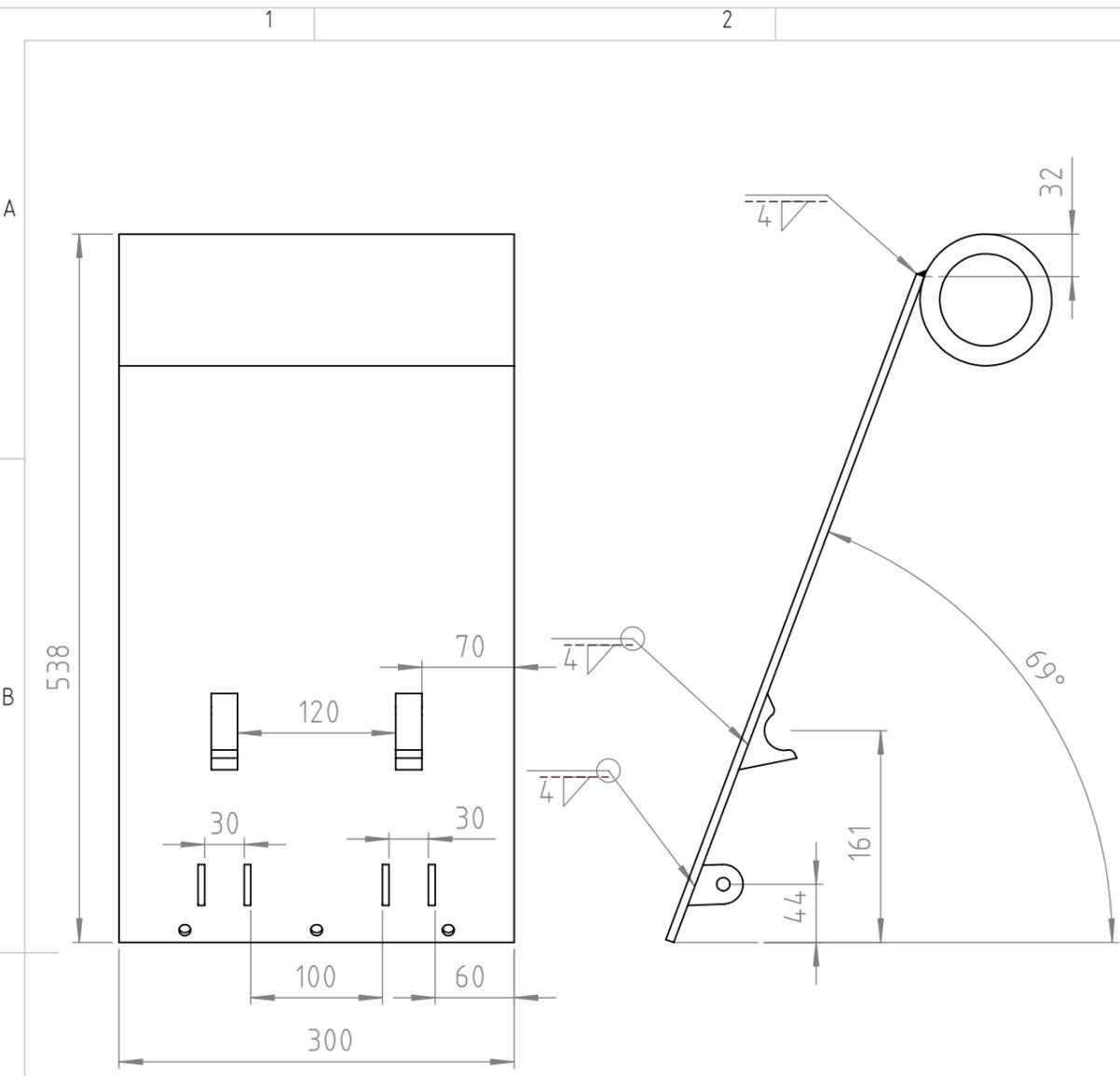
ESCALA
1:5

FORMATO
A4

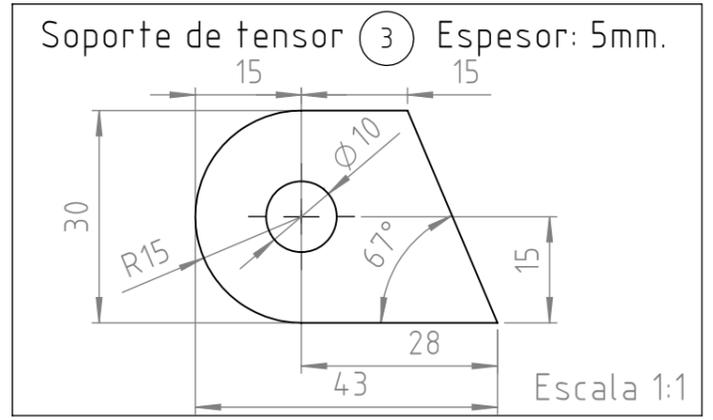
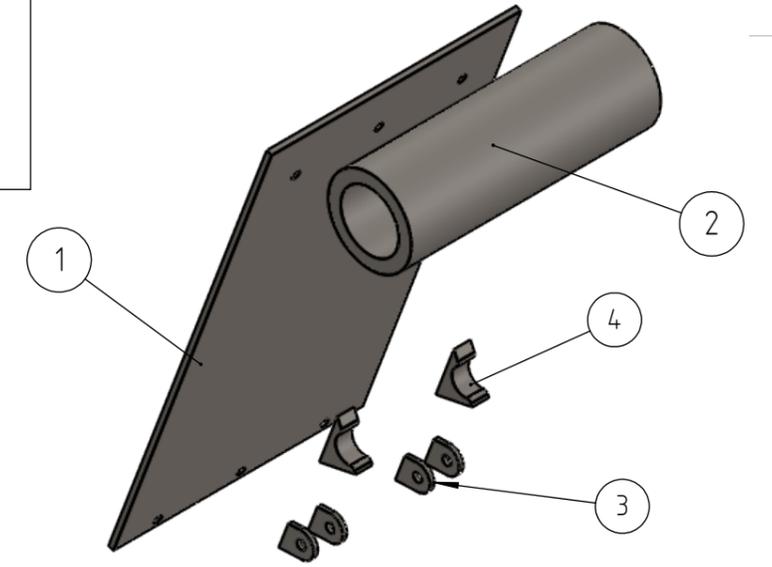
MUELA MÓVIL

| | | | | |
|---------|------------|------------|--------------------------------------|-----------|
| REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-009 | REV. A |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |

CATÁLOGO: NO
APLICA



| Item | Material |
|------|---|
| 1 | Acero SAE 1010 |
| 2 | Acero SAE 1010 |
| 3 | Acero SAE 1045. Templado Superficialmente |
| 4 | Acero SAE 1010 |



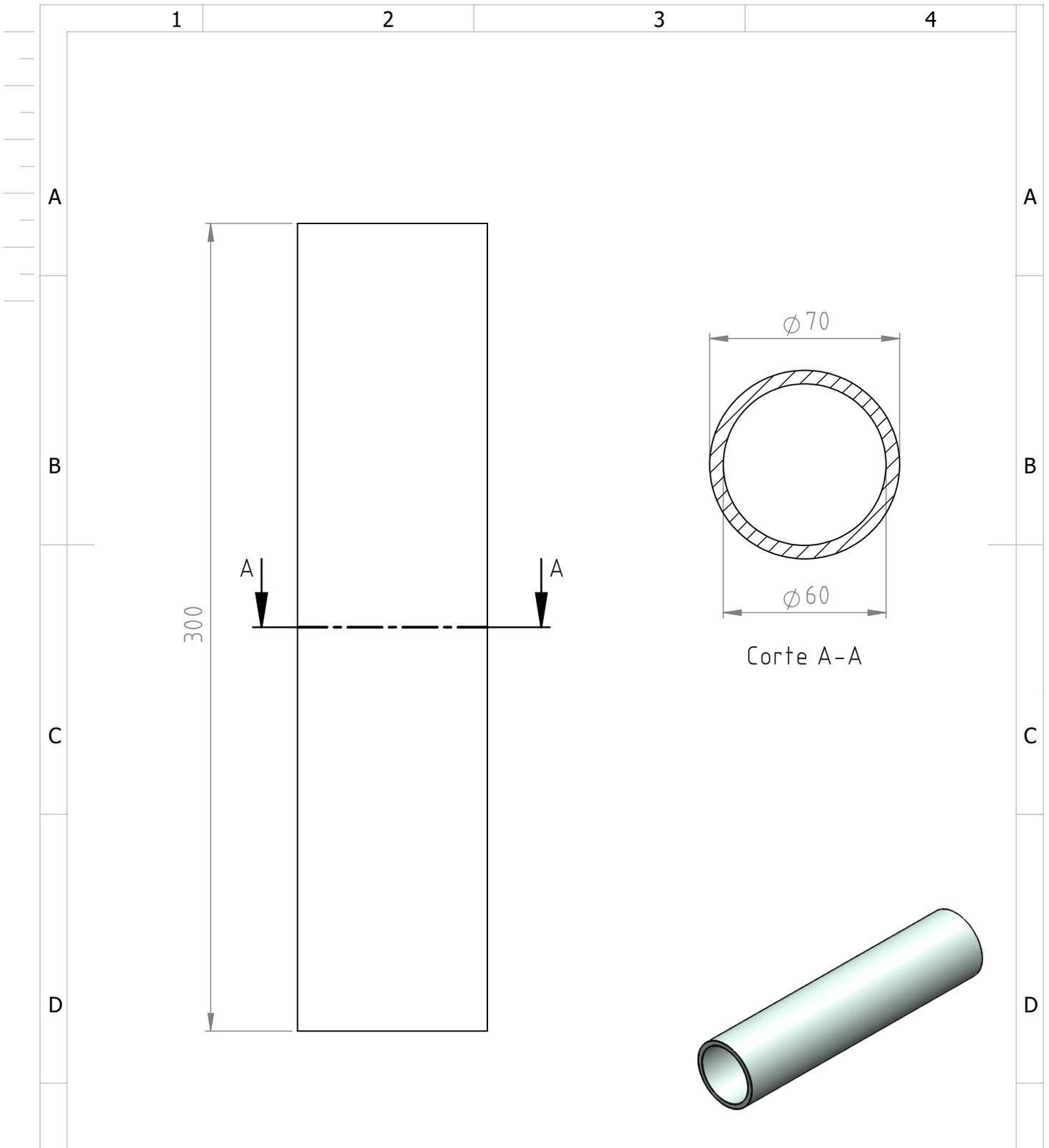
Material: Ver tabla

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN]
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA

Representación cotas y símbolos: IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K

| SOPORTE DE MUOLA MÓVIL | | | | |
|------------------------|------------|------------|-------------------|-----|
| RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | PLANO Nº: | REV |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | TAF-G7-010 | A |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SE COMPLETA CON : | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SIN COMPLEMENTO | |
| ESCALA | FORMATO | | CATÁLOGO: NO | |
| 1:5 | A3 | | APLICA | |



MATERIAL: Bronce SAE 64


UTN.BA
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 [UTN]

CAMISA ANTIFRICCIÓN

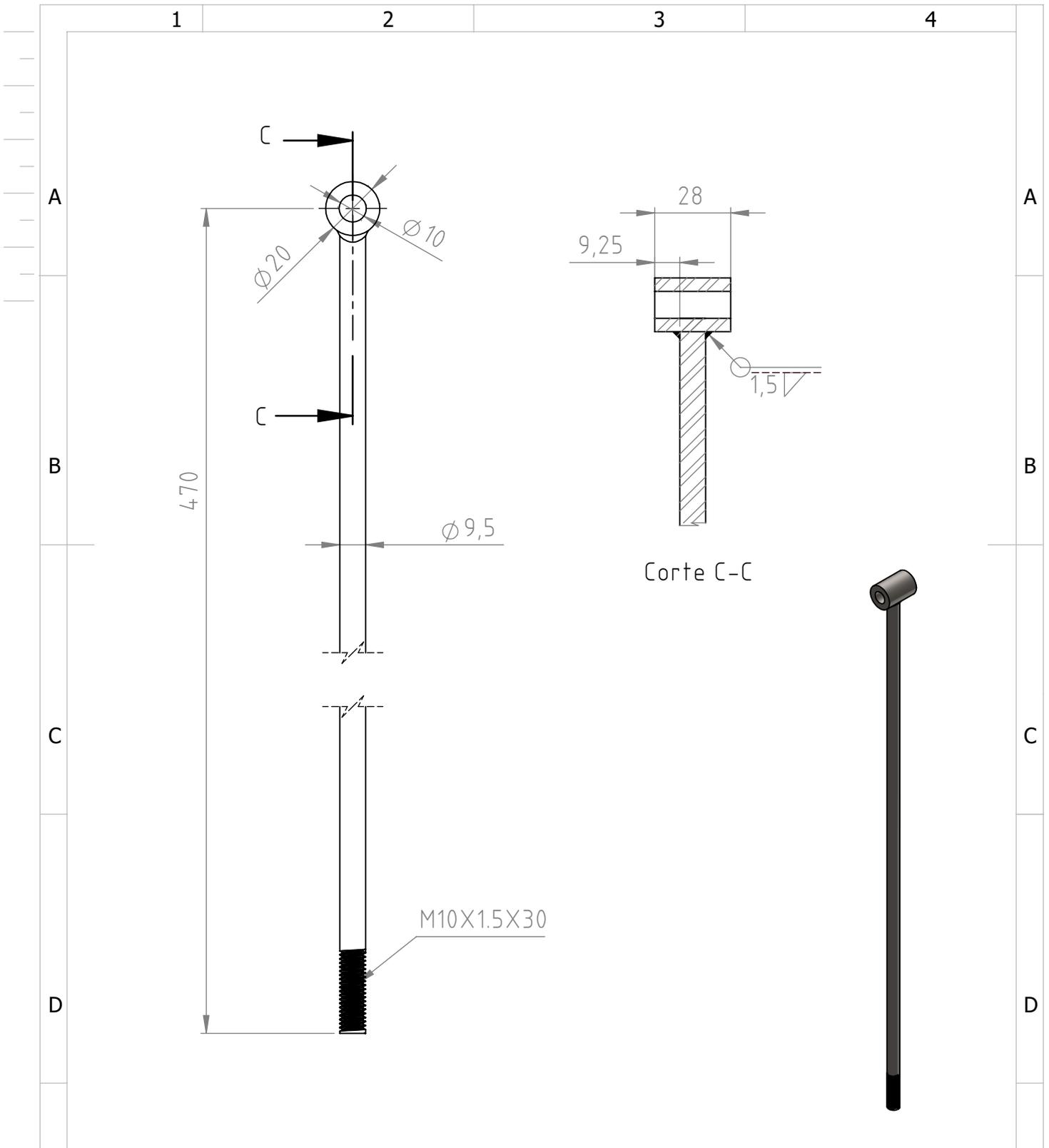
| | | | | | |
|--|---|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-011 | REV. A |
| | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. |  | ESCALA 1:2 | FORMATO A4 | CATÁLOGO: NO APLICA | |

1

2

3

4



MATERIAL: Acero SAE 1010


UTN.BA
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 [UTN]

TENSOR

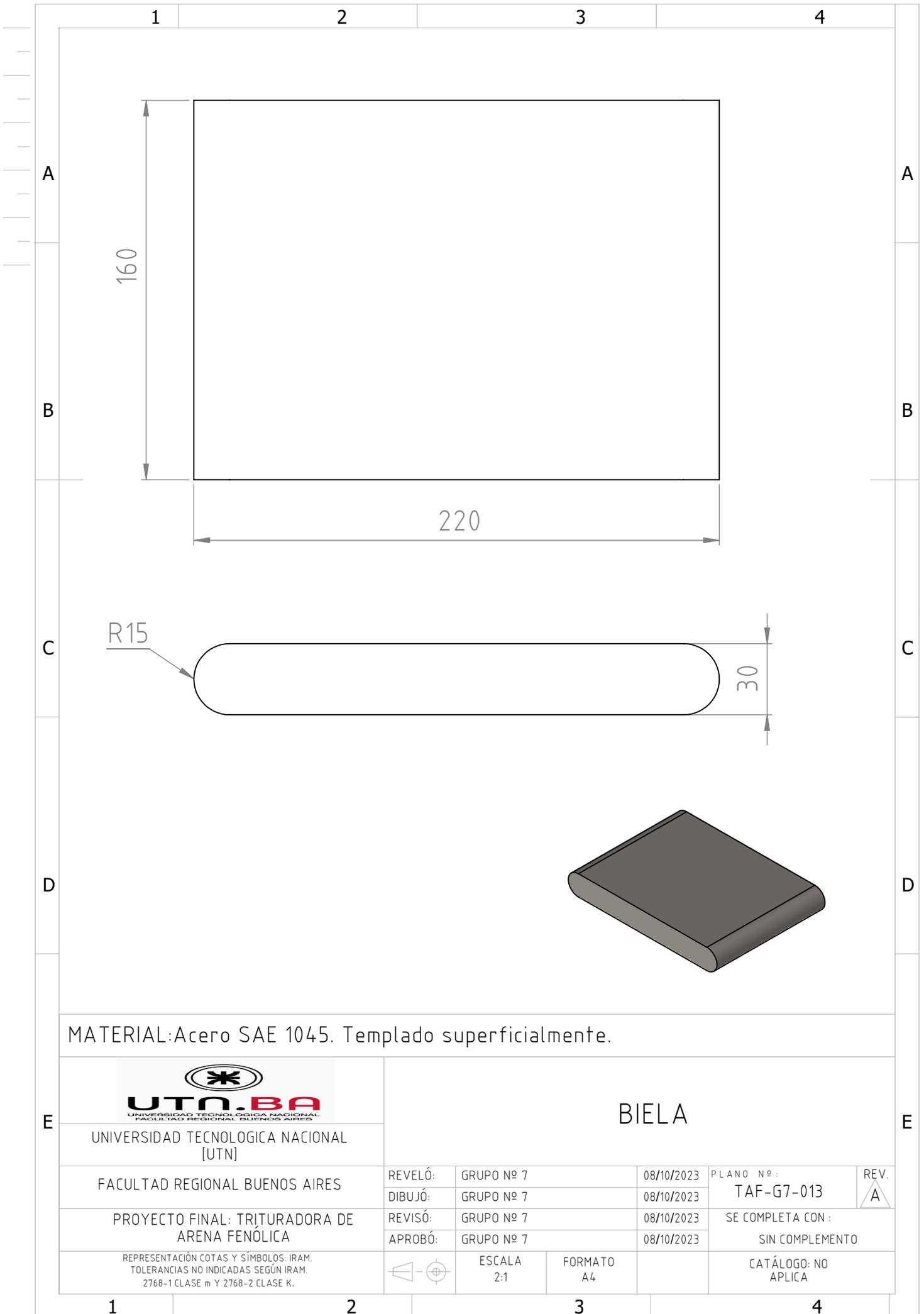
| | | | | |
|--|---|------------|-----------------------------------|---------------------|
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | REVELÓ: GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-012 | REV. A |
| | DIBUJÓ: GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | | |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | REVISÓ: GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| | APROBÓ: GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | | |
| REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. |  | ESCALA 1:2 | FORMATO A4 | CATÁLOGO: NO APLICA |

1

2

3

4



MATERIAL: Acero SAE 1045. Templado superficialmente.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

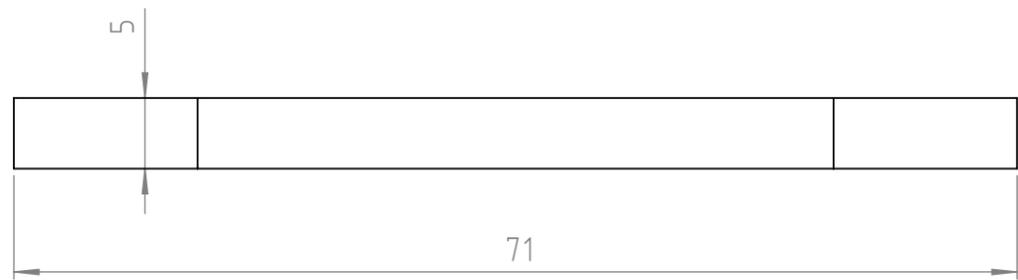
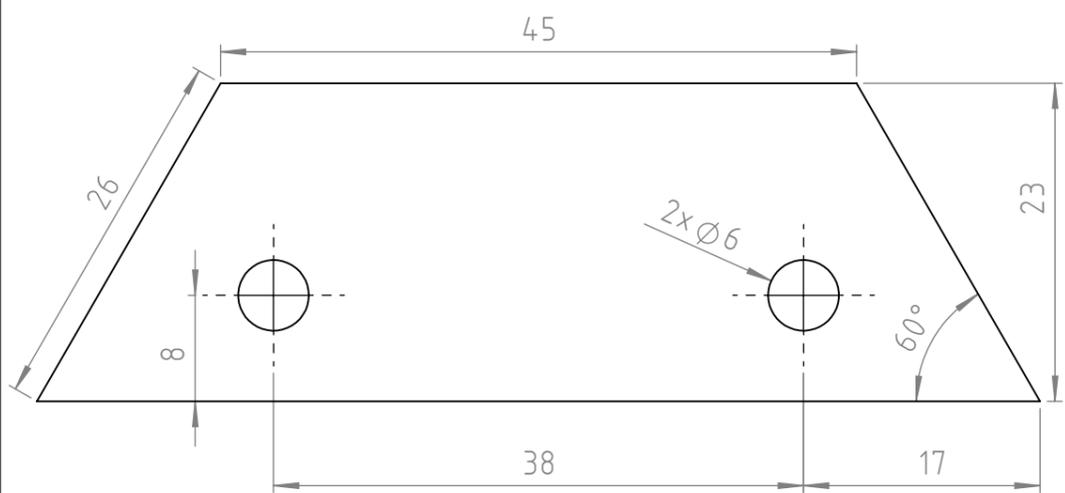
PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.

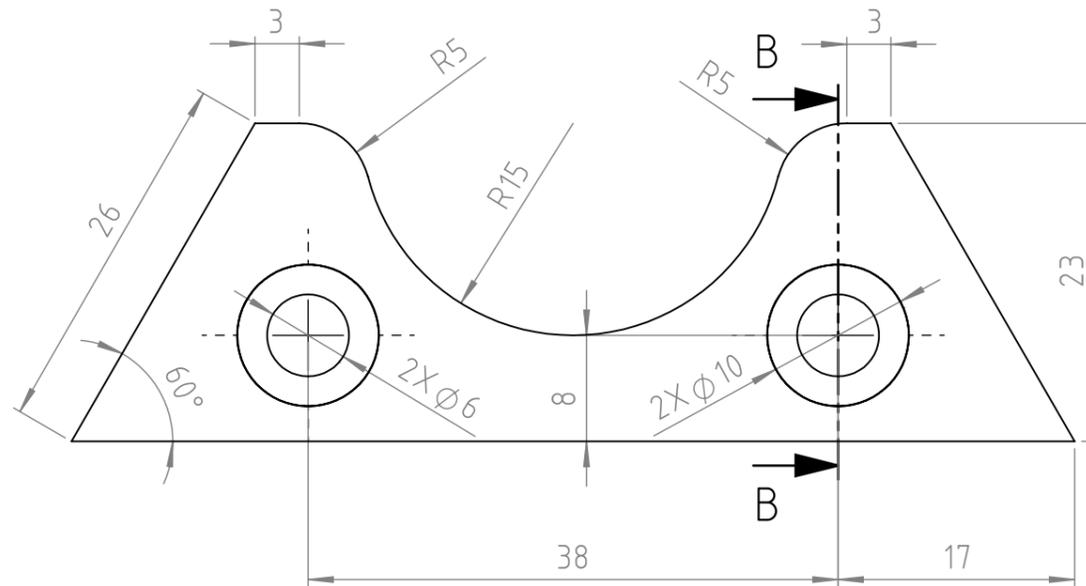
BIELA

| | | | | |
|---------|------------|---------------|--------------------------------------|------------------------|
| REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-013 | REV. A |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | | |
| | | ESCALA 2:1 | FORMATO A4 | CATÁLOGO: NO APLICA |

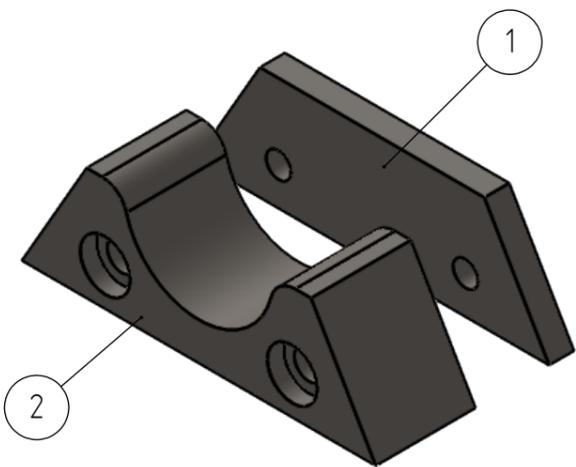
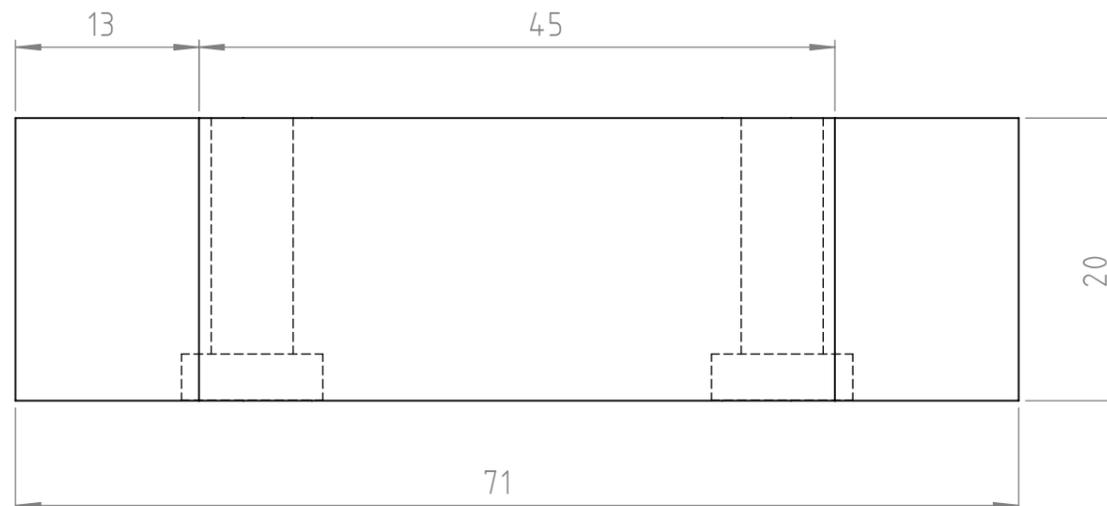
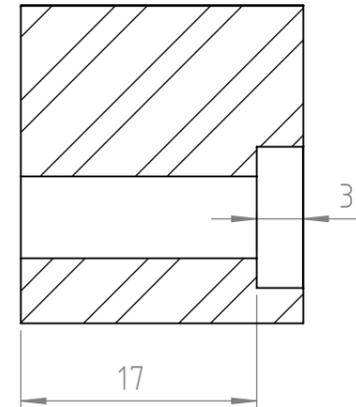
Tope de biela (1)



Base de contacto de biela (2)



Corte B-B



Material: Acero SAE 1045. Templado superficialmente.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

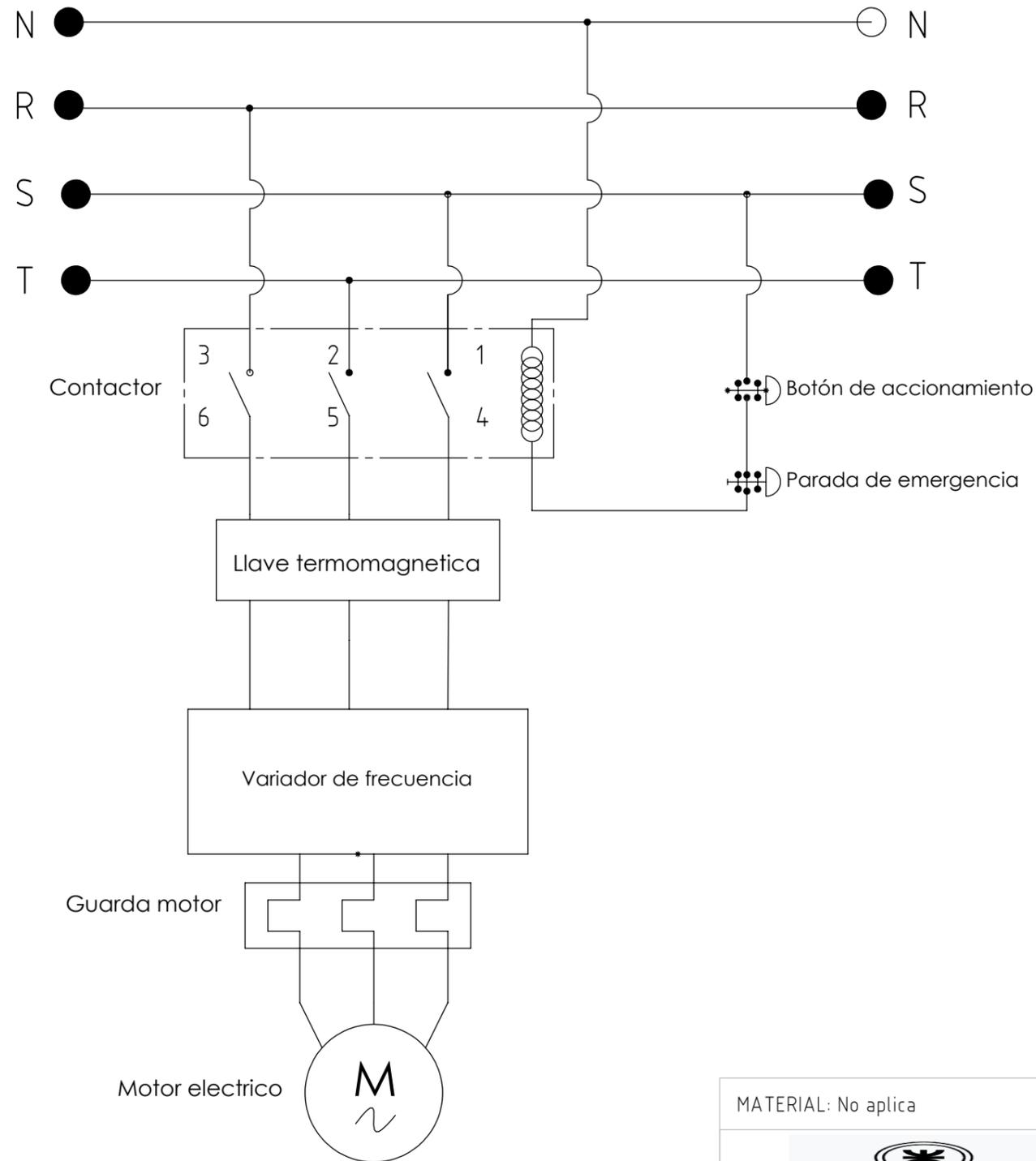
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

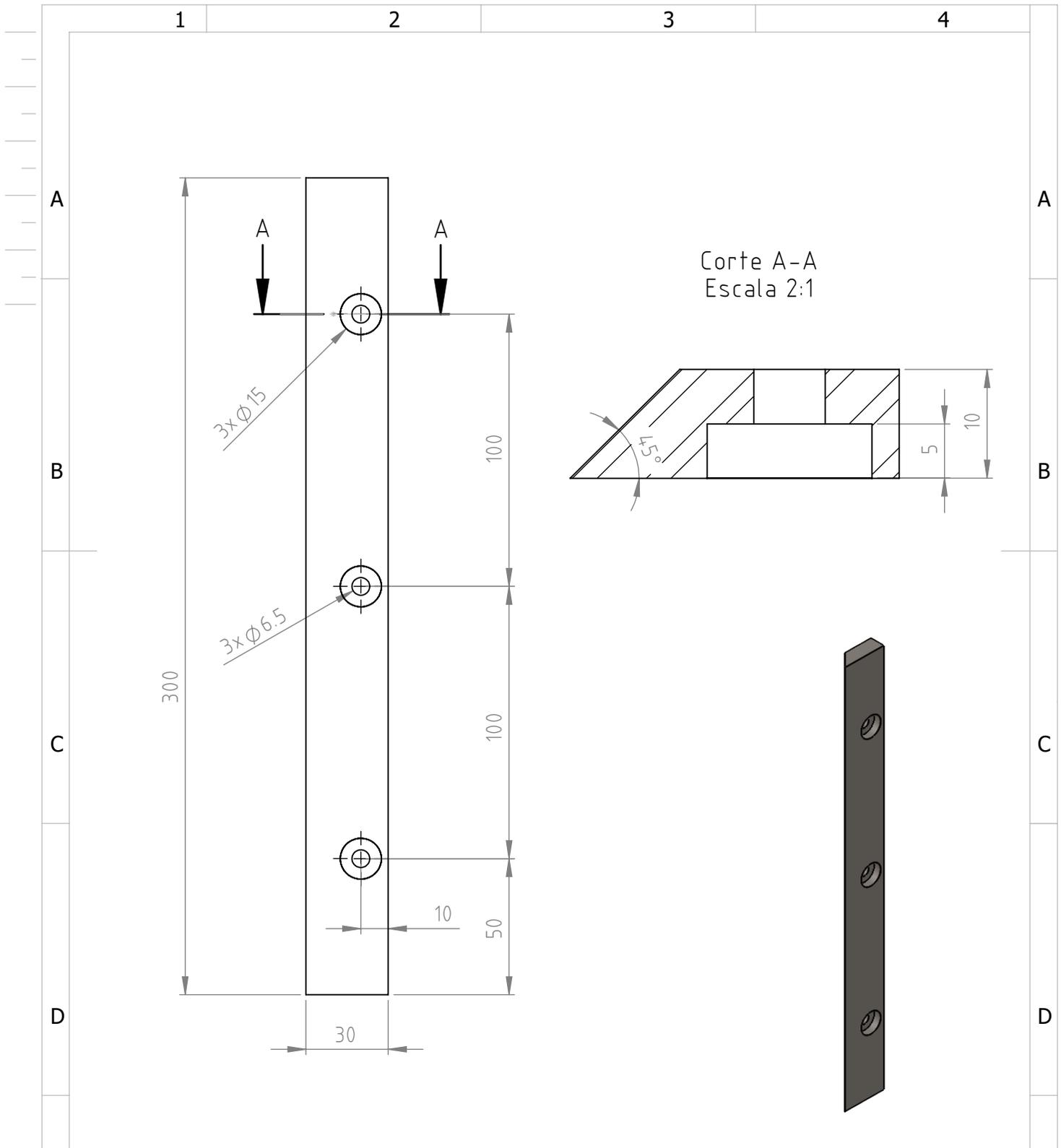
Representación cotas y símbolos: IRAM.
Tolerancias no indicadas según IRAM
2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K

SOPORTE DE BIELA

| | | | | |
|---------|------------|------------|-------------------|-----|
| RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | PLANO Nº: | REV |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | TAF-G7-014 | A |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SE COMPLETA CON : | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SIN COMPLEMENTO | |
| ESCALA | FORMATO | | CATÁLOGO: NO | |
| 2:1 | A3 | | APLICA | |



| | | | | |
|--|--|--------------------------------|------------------------|-------------------|
| MATERIAL: No aplica | | | | |
|  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN] | | DIAGRAMA DE CIRCUITO ELECTRICO | | |
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | RELEVÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | PLANO Nº: |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | TAF-G7-015 |
| | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SE COMPLETA CON : |
| Representación cotas y símbolos:IRAM. Tolerancias no indicadas según IRAM 2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 08/10/2023 | SIN COMPLEMENTO |
| |  ESCALA s/esc. | FORMATO A3 | CATÁLOGO: NO APLICA | |



Corte A-A
Escala 2:1

MATERIAL: Acero SAE 1010


UTN.BA
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES
 [UTN]

FIJADOR DE MUELA

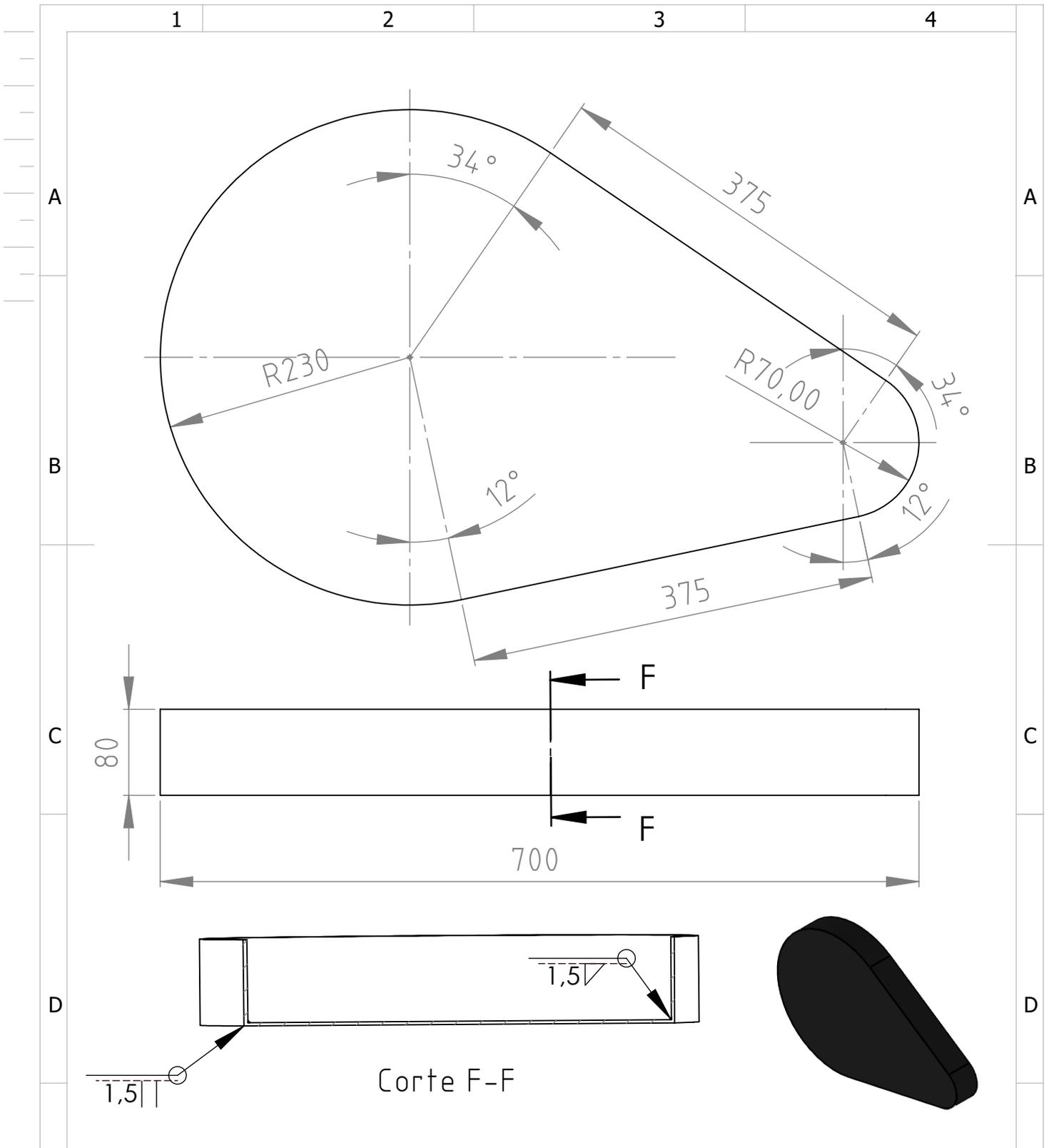
| | | | | | |
|--|---|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|
| FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-016 | REV. A |
| | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 22/10/2023 | | |
| REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. |  | ESCALA 1:2 | FORMATO A4 | CATÁLOGO: NO APLICA | |

1

2

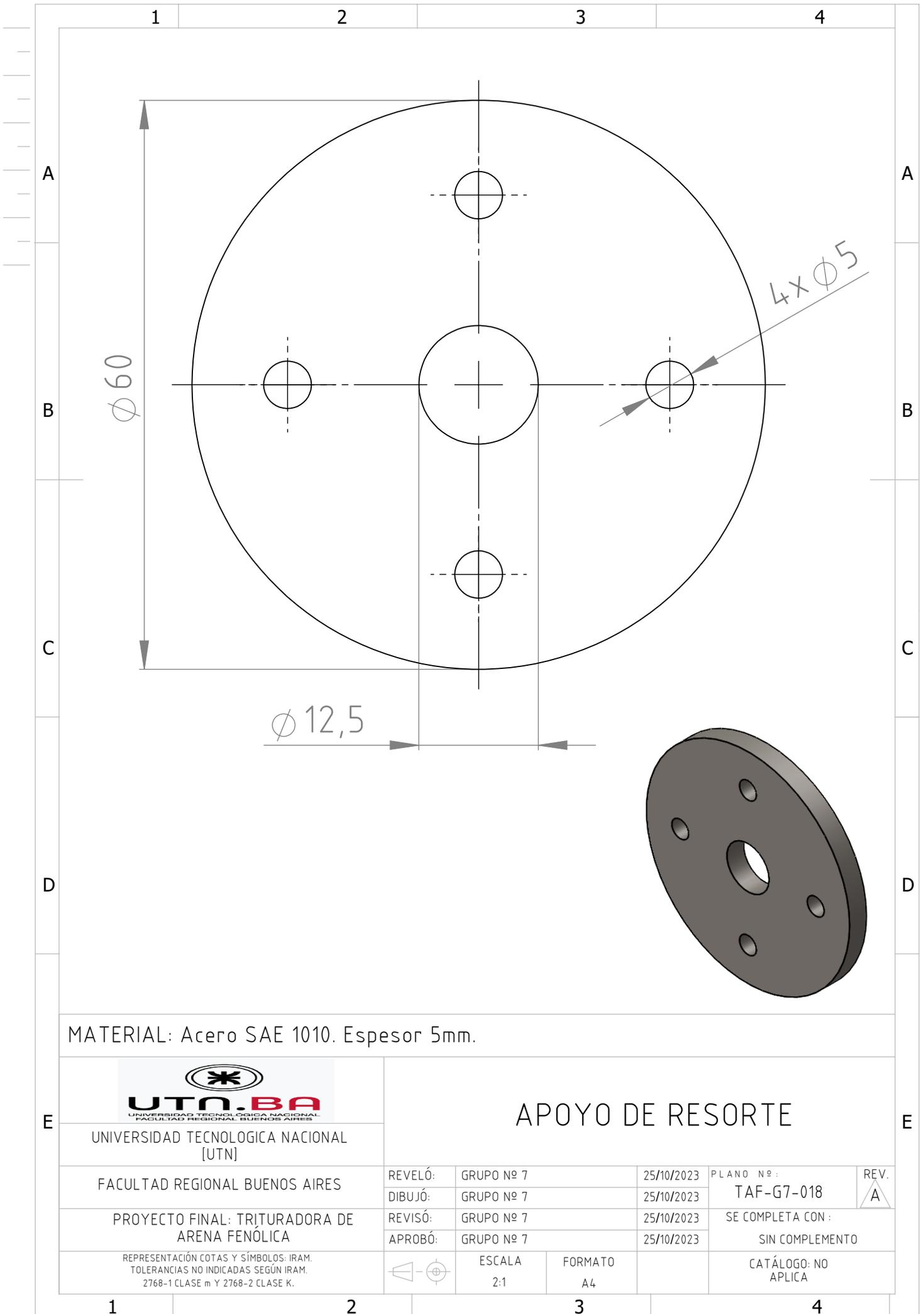
3

4



MATERIAL: Chapa comercial. Espesor: 3mm.

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---------|------------|------------|-------------------------------------|------------|------------------------|---|
|  UTN.BA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES</small> | CUBRE CORREA | | | | | | | | | |
| | UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL [UTN] | | | REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | PLANO Nº: | TAF-G7-017 | REV. | A |
| | FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES | | | DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SE COMPLETA CON: SIN COMPLEMENTO | | | |
| | PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE ARENA FENÓLICA | | | REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | | | | |
| | REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM. 2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K. | | | APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | ESCALA | FORMATO | CATÁLOGO: NO APLICA | |
| | | |  | | 1:5 | A4 | | | | |



MATERIAL: Acero SAE 1010. Espesor 5mm.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

APOYO DE RESORTE

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

| | | |
|---------|------------|------------|
| REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 |

PLANO Nº:
TAF-G7-018

REV.
A

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

SE COMPLETA CON:
SIN COMPLEMENTO

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.



ESCALA
2:1

FORMATO
A4

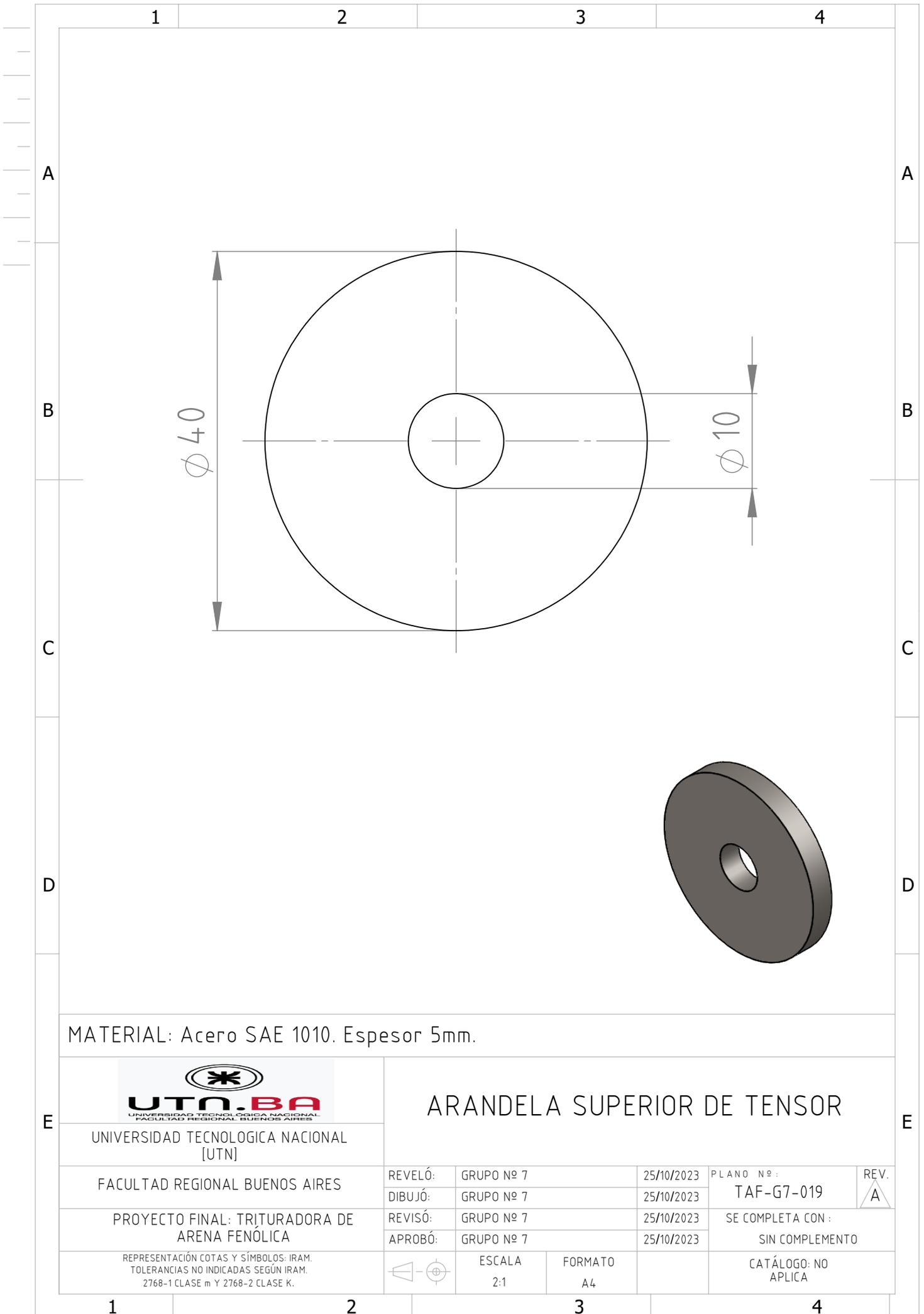
CATÁLOGO: NO
APLICA

1

2

3

4



MATERIAL: Acero SAE 1010. Espesor 5mm.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
[UTN]

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL: TRITURADORA DE
ARENA FENÓLICA

REPRESENTACIÓN COTAS Y SÍMBOLOS: IRAM.
TOLERANCIAS NO INDICADAS SEGÚN IRAM.
2768-1 CLASE m Y 2768-2 CLASE K.

ARANDELA SUPERIOR DE TENSOR

| | | | | |
|---------|------------|------------|--------------------------------------|-----------|
| REVELÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | PLANO Nº : TAF-G7-019 | REV. A |
| DIBUJÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | | |
| REVISÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | SE COMPLETA CON : SIN COMPLEMENTO | |
| APROBÓ: | GRUPO Nº 7 | 25/10/2023 | | |



ESCALA
2:1

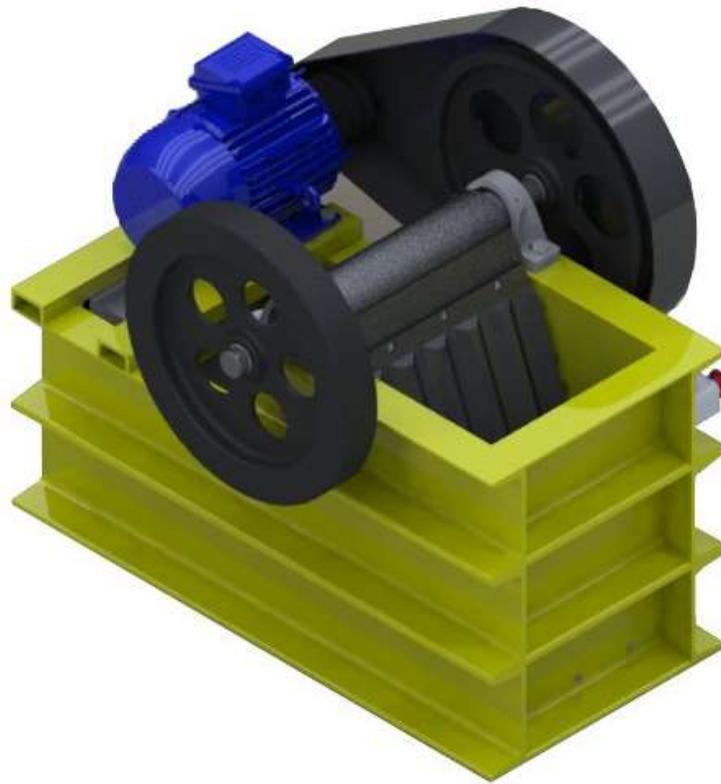
FORMATO
A4

CATÁLOGO: NO
APLICA



10 MANUAL DE MANTENIMIENTO

MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO



TRITURADORA DE MANDÍBULAS

MODELO: 1K-PCR-23

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1. Importancia del Mantenimiento | 3 |
| 1.2. Información importante | 3 |
| 2. IDENTIFICACIÓN Y GARANTIA | 4 |
| 2.1. Identificación | 5 |
| 3. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD | 7 |
| 4. PARTES DE LA MÁQUINA | 8 |
| 5. MANTENIMIENTO | 9 |
| 5.1. Mantenimiento general | 9 |
| 5.1.1. Mantenimiento diario | 9 |
| 5.1.2. Mantenimiento mensual | 9 |
| 5.2. Reemplazo de placas | 9 |
| 5.2.1. Placa fija | 9 |
| 5.2.2. Placa móvil | 10 |
| 6. HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO | 12 |

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la industria metalúrgica, la recuperación de la arena utilizada en la fabricación de moldes desempeña un papel fundamental para el cuidado y protección del medio ambiente. Cada vez más empresas metalúrgicas buscan reducir los desperdicios generados para contribuir con el cuidado del mismo. Es sabido que la recuperación térmica de la arena demanda un consumo de gas directamente proporcional con el tamaño de los moldes, por ende, las empresas buscan la manera de reducir dicho tamaño. Para satisfacer las demandas de las empresas de fundición de metales, hemos diseñado y desarrollado una máquina trituradora de moldes de arena fenólica altamente eficiente y confiable. Este manual de mantenimiento tiene como objetivo proporcionar a los operadores y técnicos una guía detallada para garantizar el funcionamiento óptimo de la trituradora y prolongar su vida útil.



1.1. Importancia del Mantenimiento

El mantenimiento adecuado de la trituradora de moldes de arena fenólica es esencial para garantizar su rendimiento óptimo y su durabilidad a largo plazo. Un mantenimiento regular y adecuado no solo reduce el riesgo de averías costosas y tiempos de inactividad, sino que también mejora la seguridad en el lugar de trabajo. Además, un mantenimiento preventivo bien planificado contribuye significativamente a la eficiencia operativa y ahorra recursos a lo largo del tiempo.

1.2. Información importante



El mantenimiento de la trituradora debe ser llevado a cabo por personal capacitado y autorizado. Estas responsabilidades deben ser delegadas a personas con conocimientos técnicos y experiencia en el manejo de maquinaria pesada. Además, es fundamental que todo el personal de operación y mantenimiento esté al tanto de las normas de seguridad y procedimientos específicos para garantizar un ambiente de trabajo seguro.

A medida que avance en la lectura de este manual, se encontrará con instrucciones detalladas, consejos y procedimientos que lo guiarán en el mantenimiento de su trituradora de moldes de arena fenólica. Las recomendaciones brindadas en este manual deben seguirse para maximizar la eficiencia y prolongar la vida útil de su equipo y de ser necesario para poder hacer uno de la garantía encarecidamente.

2. IDENTIFICACIÓN Y GARANTIA

En SANINI S.A., estamos comprometidos con la calidad y la satisfacción de nuestros clientes. Por lo tanto, respaldamos nuestra máquina trituradora de moldes de arena fenólica con una sólida garantía para ofrecerle tranquilidad y confianza en su inversión.



Duración de la Garantía:

Ofrecemos una garantía limitada de 3 años a partir de la fecha de compra original. Durante este período, nos comprometemos a cubrir cualquier defecto de fabricación o funcionamiento de la trituradora.

Alcance de la Garantía:

Reparación o reemplazo de cualquier pieza defectuosa de la trituradora de moldes de arena fenólica, sin costo adicional para el cliente.

Servicio técnico y asistencia para resolver problemas o inquietudes relacionadas con la máquina.

Condiciones de la Garantía:

Para asegurar que la garantía sea válida, es fundamental cumplir con las siguientes condiciones:

- Registrar su máquina trituradora de moldes de arena fenólica dentro de nuestro sitio web hasta 30 días posteriores de la fecha de compra.
- Usar la máquina de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones descritas en este manual.
- Realizar el mantenimiento preventivo de acuerdo con las pautas proporcionadas en este manual.
- Notificar a SANINI S.A. de cualquier problema o defecto en la máquina tan pronto como se detecte.

Exclusiones de la Garantía:

Esta garantía no cubre lo siguiente:

- ⚠ Daños causados por un uso indebido, abuso o negligencia.
- ⚠ Daños resultantes de condiciones ambientales extremas o desastres naturales.
- ⚠ Modificaciones no autorizadas en la máquina.
- ⚠ Piezas de desgaste normal, como cuchillas de trituración.

Proceso de Reclamación de Garantía:

En caso de requerir asistencia bajo garantía, póngase en contacto con el servicio de atención al cliente de SANINI S.A. Proporcione la información de registro de la máquina y detalles sobre el problema experimentado. Nuestro equipo técnico le guiará a través del

proceso de reclamación de garantía y le proporcionará asistencia para resolver cualquier problema.

Nuestra Prioridad es su Satisfacción:

En SANINI S.A., nos enorgullece ofrecer productos de alta calidad respaldados por un sólido compromiso de satisfacción del cliente. Estamos aquí para brindarle el mejor soporte técnico y servicio postventa para su trituradora de moldes de arena fenólica.

Confíe en nuestra garantía para mantener su inversión segura y su trituradora funcionando de manera óptima. Estamos comprometidos a trabajar con usted para resolver cualquier problema que pueda surgir y garantizar su satisfacción a lo largo de los años de uso de su máquina. Gracias por elegir SANINI S.A. para sus necesidades de trituración en la industria metalúrgica.

2.1. Identificación

La identificación adecuada de su máquina trituradora es esencial para un mantenimiento y operación eficaces. Cada unidad de trituradora de moldes de arena fenólica fabricada por SANINI S.A. está equipada con una placa de identificación que proporciona información crucial sobre el modelo y la serialización de la máquina.

Esta placa de identificación se encuentra ubicada en un lugar fácilmente accesible de la trituradora e incluye los siguientes datos:

- **Número de Serie:** Número único asignado a cada máquina durante la fabricación. Este número es esencial para el registro de la garantía y para la identificación de piezas específicas en caso de necesitar repuestos.
- **Modelo:** El modelo de la máquina, que puede variar según las especificaciones y capacidades.
- **Fecha de Fabricación:** La fecha en que se produjo la máquina, lo que proporciona información sobre su antigüedad.
- **Especificaciones Técnicas:** Información adicional sobre la capacidad de la máquina, como la potencia del motor, el voltaje de operación y otras características relevantes.

Es importante familiarizarse con esta placa de identificación y tomar nota de esta información, ya que puede ser requerida al ponerse en contacto con el servicio de asistencia técnica, solicitar piezas de repuesto o registrar su máquina para la garantía. Mantener estos datos a mano facilita la gestión y el mantenimiento de su trituradora de moldes de arena fenólica, lo que a su vez contribuye a un rendimiento continuo y eficaz de la máquina en su entorno de trabajo.

SANINI S.A. CE

Nº de serie/
Serial number:

Modelo/
Model:

Fecha de
fabricación/
Man. date:

| Especificaciones técnicas/ Technical specifications | |
|---|----------------------|
| Potencia/ Power: | <input type="text"/> |
| Voltaje / Voltage: | <input type="text"/> |
| Capacidad / Rate: | <input type="text"/> |
| Peso / Weight: | <input type="text"/> |
| Tamaño de grano / Grain size: | <input type="text"/> |

Made in Argentina

Placa de identificación de equipo

Recuerde, la identificación precisa de su máquina es el primer paso para asegurar una operación y mantenimiento óptimos, así que asegúrese de ubicar y registrar la información de la placa de identificación de su trituradora de SANINI S.A. de manera adecuada.

3. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para utilizar la máquina, haga las revisiones periódicas y mantenimiento de acuerdo con lo previsto en este manual. La no observancia de los reglamentos o las precauciones de base acerca de la seguridad pueden causar accidentes durante el trabajo, el mantenimiento y la reparación de la máquina. Las trituradoras SENINI modelo XK-PCR-YY han sido diseñadas y fabricadas exclusivamente para triturar moldes de arena fenólica, cualquier otra modalidad de uso debe ser explícitamente autorizada por la compañía mediante documento escrito. Cualquier modificación no autorizada en la máquina excluye la responsabilidad de la compañía.



SANINI S.A. no se hace responsable de cualquier daño causado por un uso no previsto o inadecuado de la máquina.

La máquina debe ser utilizada solamente por personas autorizadas y entrenadas, que conocen los peligros potenciales. Si tiene cualquier pregunta, no dude en contactar con uno de nuestros técnicos. Las instrucciones descritas en este manual deben ser observadas cuidadosamente.

- La máquina está planificada para ser utilizada solamente por un operador.
- No trabaje nunca con esta máquina si está cansado, enfermo o bajo la influencia de alcohol, drogas o medicamentos.
- Se recomienda que el operador no vista prendas que puedan ser causa de atrapamiento (mangas sin puños cerrados, cinturones, colgantes, pulseras, anillos).

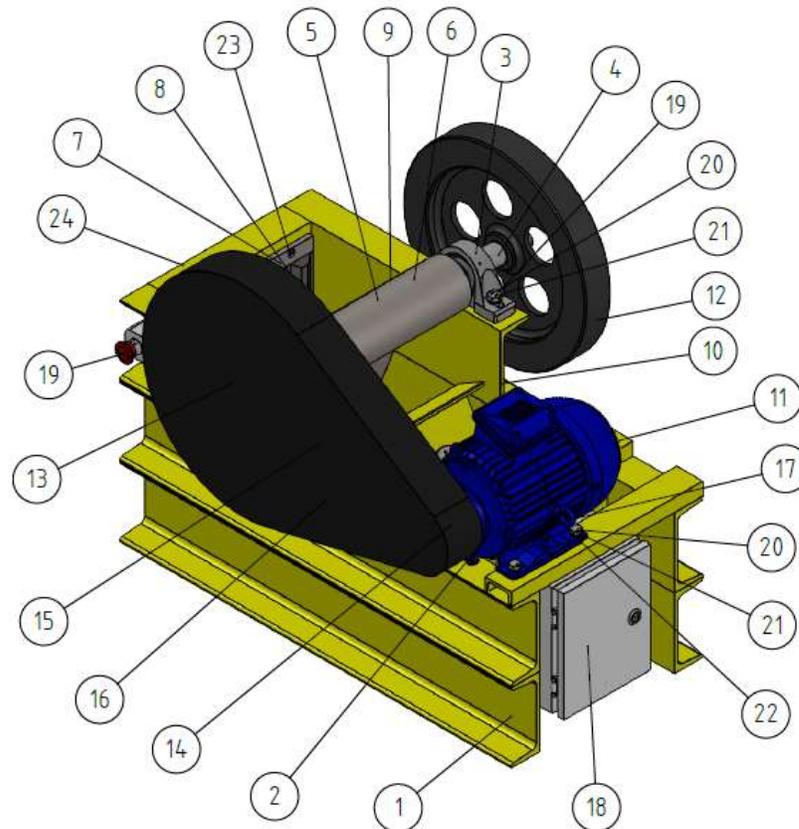


Durante cualquier fase de operación, mantenimiento, reparación, traslado o almacenamiento de la máquina, es imperativo que el operador utilice calzado de seguridad, vestimenta apropiada para trabajo, guantes de protección y, en caso de ser necesario, protectores auditivos para prevenir accidentes.



No coloque en la máquina restos metálicos. Estos pueden causar daños en las personas y en la máquina.

4. PARTES DE LA MÁQUINA



| N° | Descripción | N° | Descripción |
|----|---------------------------|----|---------------------------------------|
| 1 | Bastidor | 13 | Polea conducida |
| 2 | Motor eléctrico | 14 | Polea conductora |
| 3 | Caja porta rodamiento SNL | 15 | Corea |
| 4 | Eje excéntrico | 16 | Cubre correa |
| 5 | Soporte de muela móvil | 17 | Tensor |
| 6 | Camisa anti-fricción | 18 | Panel de control |
| 7 | Fijador de muela | 19 | Parada de emergencia |
| 8 | Muela fija | 20 | Tornillo de sujeción |
| 9 | Muela móvil | 21 | Arandela grower DIN 7980 M12 |
| 10 | Soporte de biela | 22 | Tuerca DIN 934 M12X1,5 |
| 11 | Biela | 23 | Tornillo de sujeción DIN 7991 M6X1X20 |
| 12 | Polea de inercia | 24 | Tuerca DIN 985 M6X1 |

5. MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la trituradora garantiza una mayor seguridad del personal y de la máquina en su uso. Alarga la vida útil de la misma y favorece al funcionamiento más eficiente. Preste especial atención a las indicaciones de engrasado y lubricado de la máquina. Limpie después de cada jornada de trabajo la máquina de: tierra y elementos ajenos.

Revise periódicamente las placas de acero, ejes, tornillos y demás elementos mecánicos de la estructura de la máquina de grietas, pintura, o golpes. Reemplace, repare o pinte para evitar roturas, mal funcionamiento u oxidación de la trituradora. Reemplace los elementos de desgaste (Placas). Revise periódicamente las correas. Si detecta ruido de rozamiento en el eje o los rodamientos o un mal funcionamiento general. SANINI S.A. dispone de recambios de placas, ejes, rodillos, rodamientos, correas y demás componentes de la máquina.

5.1. Mantenimiento general

El periodo recomendado está basado en condiciones normales de manejo. Las múltiples o inusuales condiciones podrían requerir mantenimiento más frecuente.

5.1.1. Mantenimiento diario

- Compruebe todas las tuercas y pernos, ajuste si es necesario.
- Compruebe las placas y los pernos de ésta diariamente y reemplace las piezas dañadas. No instale placas, desgastadas ni desproporcionadas.
- Limpie la herramienta, quite los restos de arena.
- Verifique que la instalación eléctrica se encuentre en condiciones, sin cortes ni roturas en los cables ni partes componentes

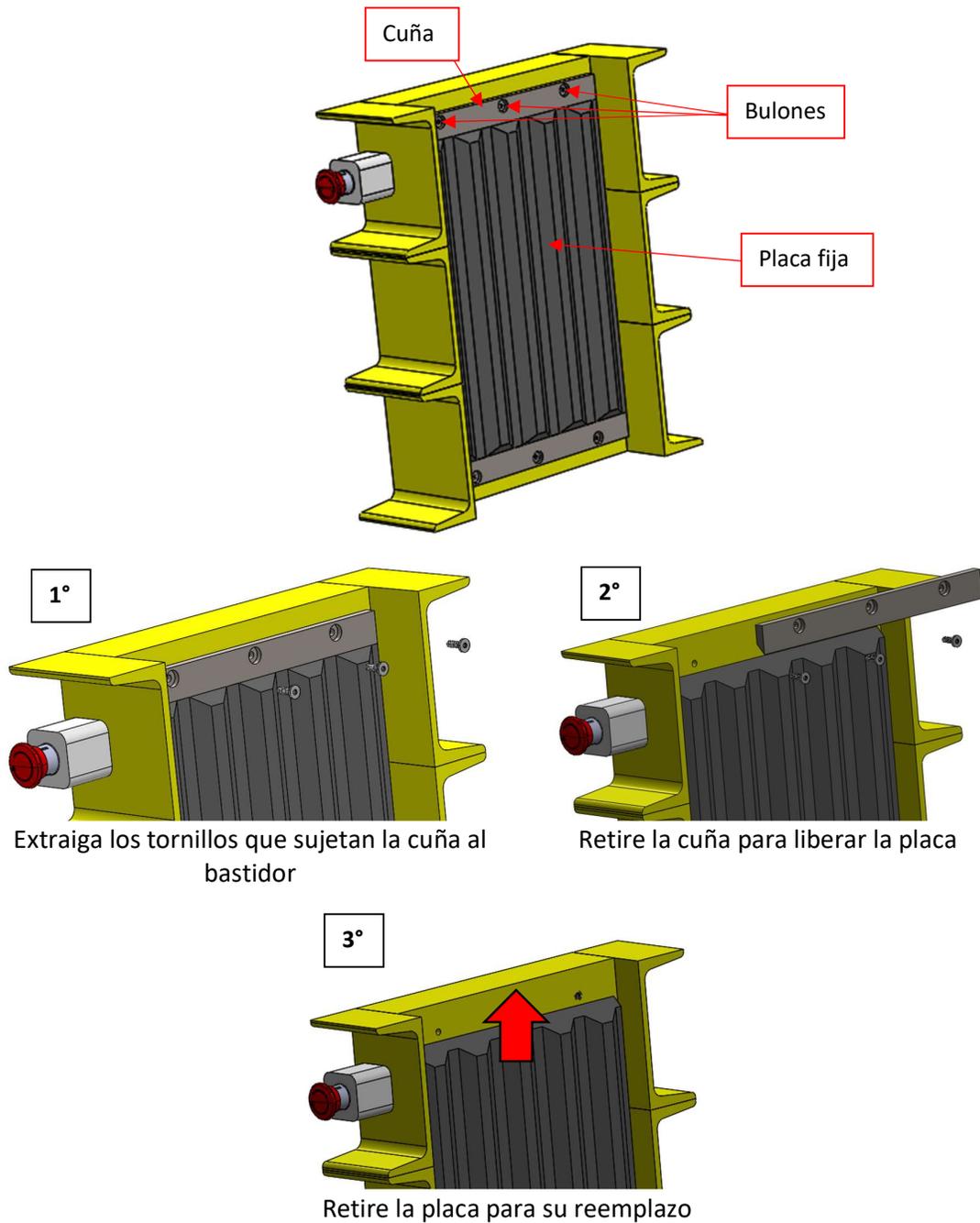
5.1.2. Mantenimiento mensual

- Engrase las partes móviles, eje y biela.
- Compruebe si las placas se encuentran desgastadas, si lo están, desmóntelas y reemplácelas
- Verifique el estado de las correas y del cubre correas.

5.2. Reemplazo de placas

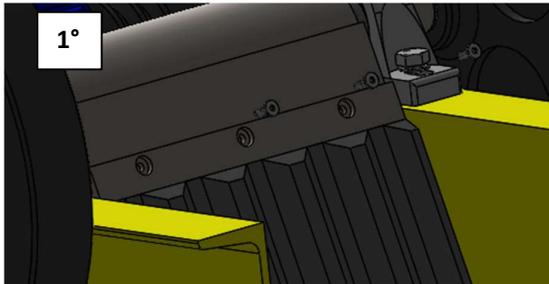
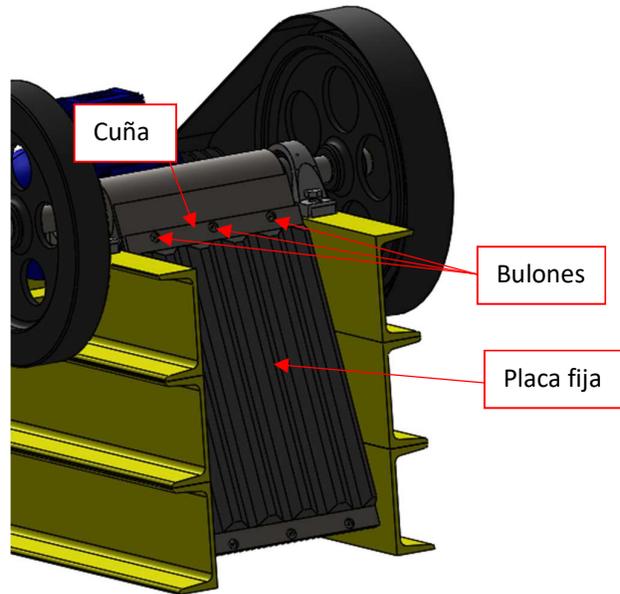
5.2.1. Placa fija

Las placas están sujetas al bastidor mediante cuñas sujetas con bulones y tuercas. Se debe remover la cuña y luego extraer la placa.

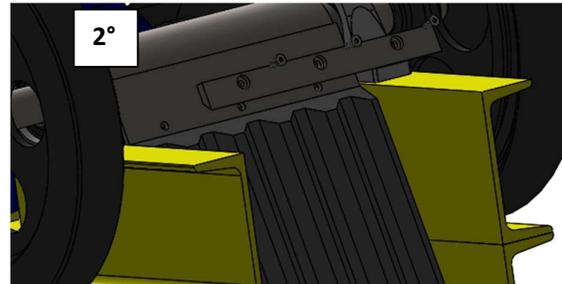


5.2.2. Placa móvil

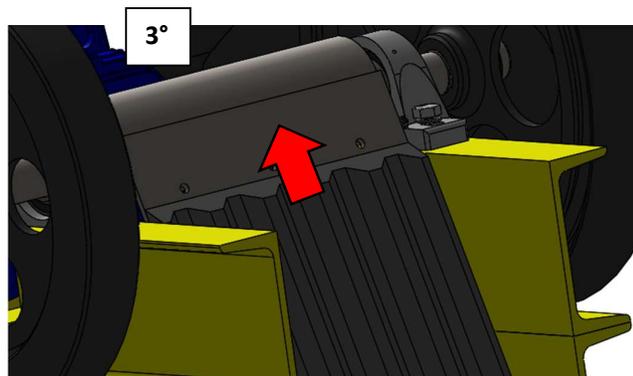
El procedimiento de cambio de la placa móvil es similar al de la placa fija. Retirar los bulones que sujetan la cuña para luego liberar la placa.



Extraiga los tornillos que sujetan la cuña al bastidor



Retire la cuña para liberar la placa



Retire la placa para su reemplazo

6. HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

La siguiente ficha debe ser completada por el operador de SANINI S.A. cuando se realicen trabajos relativos a la garantía.

| FECHA | OPERADOR | TRABAJO REALIZADO |
|-------|----------|-------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

SANINI S.A.

Máquinas trituradoras



11 ANEXOS

SOLDADURA

Este acero se puede soldar fácilmente, se recomienda soldadura A.W.S clase E-6010, E-6011, E-6013 de la American Welding Society.

ACERO SAE 1045

| | |
|-------|---------|
| DIN | CK - 45 |
| UNI | C - 45 |
| AFNOR | XC - 45 |
| SAE | 1045 |

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

SAE 1045 es un acero grado ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama ó por inducción. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro: laminado en caliente o con tratamiento térmico (templado en aceite y revenido; ó templado en agua y revenido).

SAE 1045 es un acero de baja templabilidad que puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

| COMPOSICION QUÍMICA | C % | Mn % | P máx. % | S máx. % | Si máx. % |
|----------------------|--------------|------------|----------|----------|------------|
| Análisis típico en % | 0.43 0.50 | 0.6 0.9 | 0.04 | 0.05 | 0.2 0.4 |

Estado de suministro: Recocido

Dureza de suministro: 160 - 200 Brinell

PROPIEDADES FÍSICAS

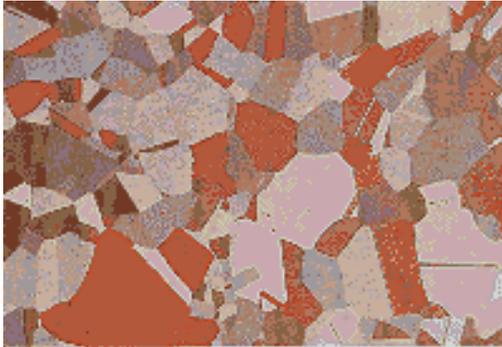
Estos valores son obtenidos a partir de probetas bajo condiciones específicas de laboratorio y deben ser usados como referencia.

- Densidad → 7.85 gr/cm³.
- Módulo de elasticidad → 2 x 10¹¹ Pa (24 x 10⁶ PSI).
- Conductividad térmica → 52 W/(m·°C).
- Calor específico J/(Kg·K) → 460
- Coefficiente de Poisson → 0,3
- Resistividad eléctrica (microhm-cm):
a 32°F = 16.2
a 212°F = 22.3
- Coefficiente de dilatación térmica / °C
(20 - 100°C) 12.3 x 10⁻⁶
(20 - 200°C) 12.7 x 10⁻⁶
(20 - 400°C) 13.7 x 10⁻⁶

| PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO | | | |
|---|----------------------|-------------|----------|
| Diámetro de la barra: 12 a 38 mm | | | |
| Propiedad | Laminado en caliente | Normalizado | Recocido |
| Resistencia a la tracción MPa | 655 | 655 | 620 |
| Punto de fluencia MPa | 413 | 413 | 379 |
| % de elongación | 23 | 23 | 26 |
| % de reducción de área | 44 | 45 | 53 |
| Dureza brinell (3000 kg.) | 190 | 190 | 180 |

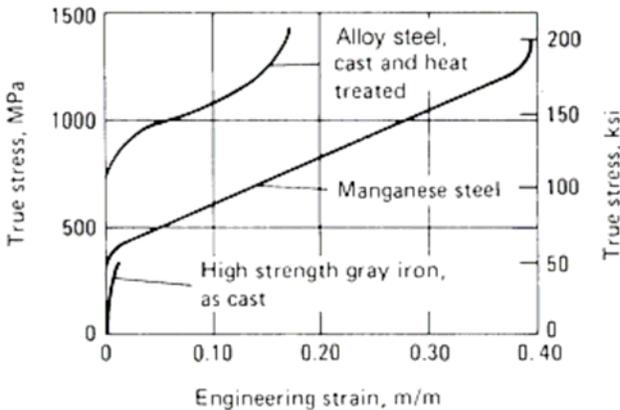
ACEROS AL MANGANESO

Este material fue inventado por Sir Robert Hadfield en 1882 de quien heredo su nombre. Se trata de un acero austenítico al manganeso que contiene cerca de 1,2% C y 12% Mn, El acero de Hadfield combina alta dureza y ductilidad con una gran capacidad de endurecimiento por deformación y buena resistencia al desgaste. Es considerado un material de ingeniería.



| ASTM A128 | Composición Química | | | | | | |
|----------------|---------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
| | C | Mn | Cr | Mo | Ni | Si (máx) | P (máx) |
| A ^B | 1,05 - 1,35 | 11,0 | - | - | - | 1,00 | 0,07 |
| B-1 | 0,90 - 1,05 | 11,5 - 14,00 | - | - | - | 1,00 | 0,07 |
| B-2 | 1,50 - 1,2 | 11,5 - 14,00 | - | - | - | 1,00 | 0,07 |
| B-3 | 1,12 - 1,28 | 11,5 - 14,00 | - | - | - | 1,00 | 0,07 |
| B-4 | 1,20 - 1,35 | 11,5 - 14,00 | - | - | - | 1,00 | 0,07 |
| C | 1,05 - 1,35 | 11,5 - 14,00 | 1,5 - 2,5 | - | - | 1,00 | 0,07 |
| D | 0,70 - 1,30 | 11,5 - 14,00 | - | - | 3,0 - 4,0 | 1,00 | 0,07 |
| E-1 | 0,70 - 1,30 | 11,5 - 14,00 | - | 0,9 - 1,2 | - | 1,00 | 0,07 |
| E-2 | 1,05 - 1,45 | 11,5 - 14,00 | - | 1,8 - 2,1 | - | 1,00 | 0,07 |

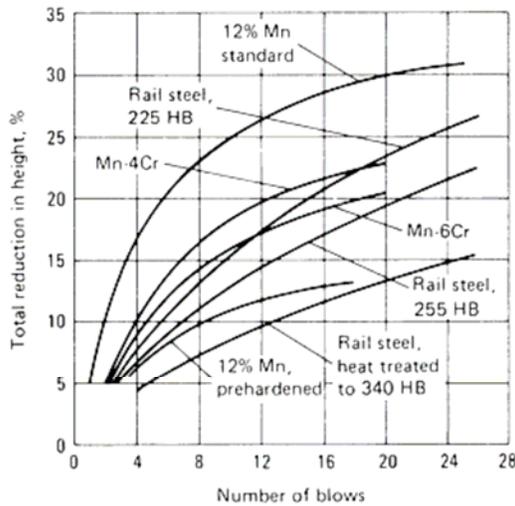
Este material posee una incomparable capacidad de endurecimiento por deformación plástica y por ello es utilizado en aplicaciones donde se requiere resistencia al impacto y contra la abrasión. El material es unifásico y presenta una estructura austenítica capaz de elevar su dureza desde 180 hasta 900 Brinell sin presentar transformación martensítica (TRIP). Su composición química permite que el mecanismo de endurecimiento sea únicamente la acumulación de dislocaciones por absorción de energía y por esta razón, las propiedades del material evolucionan localmente permitiendo las piezas adquieren una superficie dura manteniendo su centro tenaz.



El grafico de esfuerzo verdadero muestra el endurecimiento por trabajo en frío del acero al manganeso en comparación con un acero templado y revenido y una fundición gris de alta resistencia

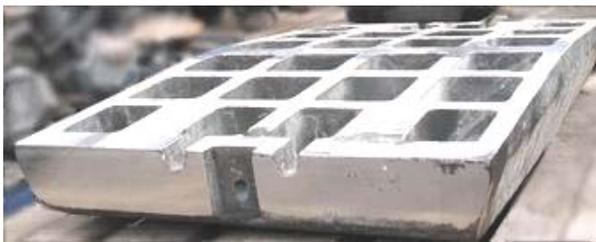
Después de ser fundidas, las piezas se someten a un tratamiento térmico de solubilización y posterior temple para alcanzar la estructura adecuada

El acero Hadfield se utiliza extensivamente y con leves modificaciones en su composición y/o tratamiento térmico, sobre todo en los campos de movimiento de tierra, minería, perforación de pozos, siderurgia, industria ferroviaria y en la fabricación de los productos del cemento y de la arcilla. Este acero se utiliza en equipos tales como trituradoras de roca, molinos, dientes de pala y bombas para manejar grava. Otros usos incluyen martillos y rejillas para el reciclaje del automóviles. También tiene usos militares en vehículos blindados. Se utiliza en actividades donde se requieran propiedades antibroca y debido a que es resistente al desgaste metal sobre metal, se utiliza también en piñones, engranajes, ruedas, cintas transportadoras, placas de desgaste y zapatas.



Plasticidad de algunos aceros al manganeso bajo impactos cíclicos en comparación con aceros perlíticos de diferentes durezas utilizados en rieles de ferrocarril.

El acero austenítico al manganeso tiene ciertas características que restringen su uso. Es difícil de mecanizar y tiene generalmente una resistencia a la fluencia de sólo 345 a 415 MPa inicialmente. Por lo que no es del todo apto para piezas que requieren un reducido rango de tolerancia en el mecanizado o que deben resistir la deformación plástica bajo altos niveles de tensión. Sin embargo en operaciones donde el material se deforma superficialmente, ya sea martillando, presionando, laminado en frío o taladrando, se eleva la resistencia superficial de las piezas convirtiéndose en un material endurecido superficialmente con una estructura interna tenaz que además es soldable.



SNL 509

Soporte de pie partido, series SNL 2, 3, 5 y 6

Los soportes de pie SNL son los soportes para rodamientos SKF más populares del mercado, desarrollados para ser la primera opción por su diseño, calidad y economía. Permiten que los rodamientos incorporados alcancen la máxima vida útil con menos necesidad de mantenimiento. Hay disponibles diferentes versiones de soportes y diseños de sellado, lo que hace prácticamente innecesario el uso de soportes personalizados y permite realizar disposiciones de rodamientos rentables.

- Fácil de instalar
- Disposición de rodamientos rentable
- Reduce el mantenimiento
- Minimiza las fugas de lubricante



Image may differ from product. See the technical specification for details.

Overview

Dimensiones

| | |
|---|--------|
| Diámetro del asiento | 85 mm |
| Ancho del asiento del rodamiento | 30 mm |
| Altura del centro (soporte de pie) | 60 mm |
| Distancia del centro entre los orificios para tornillos | 170 mm |
| Diámetro de los tornillos de fijación | 12 mm |

Propiedades

| | |
|---|-----------------------------|
| Tipo de soporte | Soporte de pie |
| Configuración del soporte | Dos piezas |
| Disposición de montaje | Eje pasante/extremo del eje |
| Cantidad de agujeros para tornillos de fijación | 2 |
| Material, soporte | Fundición |
| Tipo de sello del soporte para rodamientos | Sin |
| Característica/posibilidad de lubricación del soporte | Grasa |

Especificación técnica

Dimensiones

Asiento del rodamiento

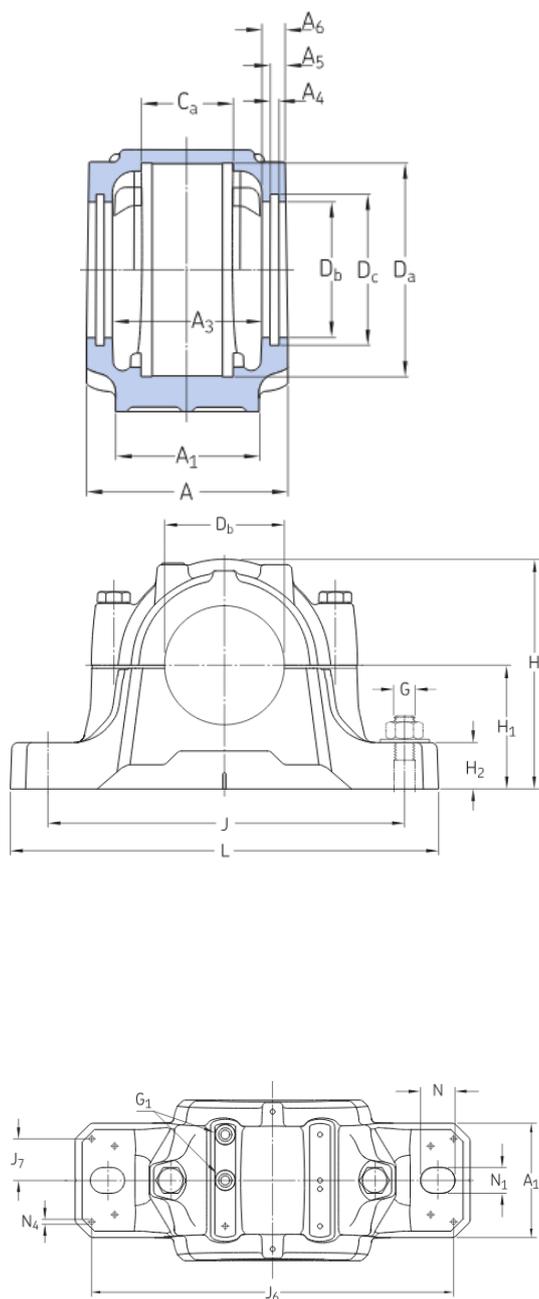
| | | |
|-------|-------|---|
| D_i | 85 mm | Diámetro del asiento del rodamiento |
| | G7 | Clase de tolerancia del diámetro del asiento del rodamiento |
| C_c | 30 mm | Ancho del asiento del rodamiento |
| H_c | 60 mm | Altura del centro del asiento del rodamiento |

Dimensiones exteriores

| | | |
|-------|-------------|---|
| D_b | 56.5 mm | Diámetro interno |
| A | 85 mm | Ancho total |
| A_1 | 60 mm | Ancho del pie |
| G_1 | 1/8-27 NPSF | Rosca de los agujeros de relubricación |
| H | 109 mm | Altura total |
| H_2 | 25 mm | Altura del pie |
| L | 205 mm | Longitud total |
| J | 170 mm | Distancia entre los tornillos de fijación |
| N | 20 mm | Longitud del agujero del tornillo de fijación |
| N_1 | 15 mm | Ancho del agujero del tornillo de fijación |

Ranuras de sello

| | | |
|-------|---------|--|
| A_c | 60 mm | Ancho interno entre ranuras de sello |
| A_d | 5 mm | Ancho de la ranura del sello |
| A_e | 9 mm | Distancia a la cara posterior de la ranura del sello |
| A_f | 12 mm | Ancho en diámetro del agujero |
| D_c | 64.5 mm | Diámetro de la ranura del sello |



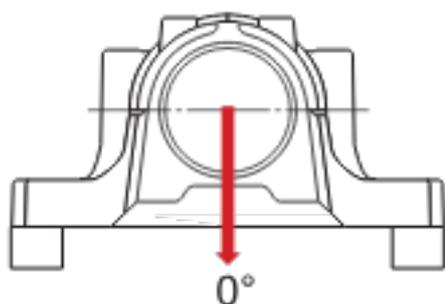
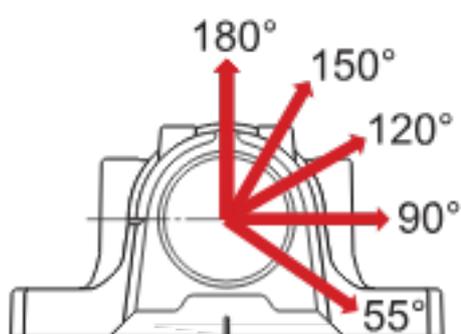
Fijas de situación

| | |
|-----------------|--|
| J_6 188 mm | Distancia entre fijas de situación |
| J_7 22 mm | Desplazamiento axial de las fijas de situación |
| N_i max. 6 mm | Diámetro de las fijas de situación |

Datos del cálculo

Cargas de rotura

| | |
|--------------|---|
| P_C 160 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 0° |
| P_E 230 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 55° |
| P_G 140 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 90° |
| P_1 100 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 120° |
| P_1 90 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 150° |
| P_1 115 kN | Carga de rotura a ángulo de carga de 180° |
| P_a 75 kN | Carga de rotura, axial |



Puntos de elasticidad de pernos de tapa

| | |
|--------------|---|
| Q_1 150 kN | Carga para llegar al límite de elasticidad, ángulo de carga de 120° |
| Q_1 85 kN | Carga para llegar al límite de elasticidad, ángulo de carga de 150° |
| Q_1 75 kN | Carga para llegar al límite de elasticidad, ángulo de carga de 180° |

Materiales

| | |
|--------------------------------|---|
| Material del soporte | Fundición |
| Protección contra la corrosión | Pintura - Según ISO 12944-2, categoría de corrosividad C2 |

Masa

| | |
|-----------------|---------|
| Masa de soporte | 3.13 kg |
|-----------------|---------|

Información de montaje

| | | |
|---|---|--------|
| Diámetro recomendado de los tornillos de fijación | G | 12 mm |
| Par de apriete recomendado para tornillos de fijación | | 80 N·m |
| Tamaño de pernos de tapa | | M10x50 |
| Par de apriete para pernos de tapa | | 50 N·m |
| Llenado inicial de grasa, 20% | | 40 g |
| Llenado inicial de grasa, 40% | | 60 g |

Productos incluidos

| | |
|----------------------|---------------|
| Boquilla engrasadora | AH 1/8-27 PTF |
|----------------------|---------------|

1209 EKTN9



Rodamiento de bolas a rótula con agujero cónico

Los rodamientos de bolas a rótula, con agujero cónico, tienen dos hileras de bolas, un camino de rodadura común esférico en el aro exterior y dos ranuras de rodadura profundas e ininterrumpidas en el aro interior. Son insensibles a la desalineación angular del eje con respecto al soporte, que puede ser causada, por ejemplo, por la flexión del eje. El agujero cónico facilita el montaje mediante los manguitos de fijación o los manguitos de desmontaje.

- Fácil montaje mediante manguitos de fijación o manguitos de desmontaje
- Admiten desalineaciones estáticas y dinámicas
- Excelente rendimiento a alta velocidad
- Excelente rendimiento con cargas livianas
- Baja fricción

Overview

Dimensiones

| | |
|-------------------|-------|
| Diámetro interno | 45 mm |
| Diámetro exterior | 85 mm |
| Ancho | 19 mm |

Rendimiento

| | |
|------------------------------------|--------------|
| Capacidad de carga dinámica básica | 22.9 kN |
| Capacidad de carga estática básica | 7.8 kN |
| Velocidad de referencia | 17 000 r/min |
| Velocidad límite | 11 000 r/min |

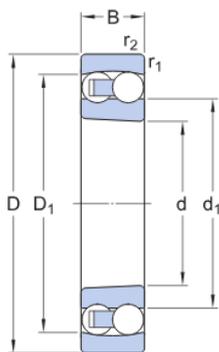
Propiedades

| | |
|---|------------------------|
| Elemento de retención, aro interior | Ninguna |
| Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento | Ninguna |
| Cantidad de hileras | 2 |
| Tipo de agujero | Cónicos 1:12 |
| Jaula | No metálico |
| Juego radial interno | CN |
| Clase de tolerancia | Normal |
| Material, rodamiento | Acero para rodamientos |
| Recubrimiento | Sin |
| Sellado | Sin |
| Lubricante | Ninguna |
| Característica de relubricación | Sin |

Especificación técnica

Tipo de agujero

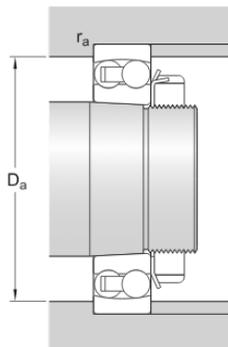
Cónicos 1:12



Dimensiones

| | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|
| d | 45 mm | Diámetro interno |
| D | 85 mm | Diámetro exterior |
| B | 19 mm | Ancho |
| d_1 | ≈ 57.51 mm | Diámetro del resalte del aro interior |
| D_1 | ≈ 72.5 mm | Diámetro del resalte del aro exterior |
| $r_{1,2}$ | min. 1.1 mm | Dimensión del chaflán |

Dimensiones de los resaltes



| | | |
|-------|-------------|----------------------------------|
| D_a | max. 78 mm | Diámetro del resalte del soporte |
| r_a | max. 1.1 mm | Radio de acuerdo |

Datos del cálculo

| | | |
|------------------------------------|-------|--------------|
| Capacidad de carga dinámica básica | C | 22.9 kN |
| Capacidad de carga estática básica | C_0 | 7.8 kN |
| Carga límite de fatiga | P_u | 0.4 kN |
| Velocidad de referencia | | 17 000 r/min |

| | | |
|---------------------------------|----------|--------------|
| Velocidad límite | | 11 000 r/min |
| Desalineación angular admisible | α | 2.5 ° |
| Factor de cálculo | k_r | 0.04 |
| Valor límite | e | 0.21 |
| Factor de cálculo | Y_0 | 3.2 |
| Factor de cálculo | Y_1 | 3 |
| Factor de cálculo | Y_2 | 4.6 |

Masa

| | |
|--------------------|---------|
| Masa de rodamiento | 0.47 kg |
|--------------------|---------|

HOJA DE DATOS

Convertidores de Frecuencia



Características principales

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| Referencia | : CFW500A04P3T4DB66DSH00G2 |
| Código de producto | : 14976687 |
| Referencia del producto | : CFW500 G2 |
| Módulo accesorio (control) | : Sin plug-in |

Datos básicos

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Tensión nominal de entrada | : 380-480 V |
| Tensión mínima/máxima de entrada | : 323-528 V |
| - De entrada | : 3 |
| - De salida | : 3 |

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Rango de tensión de alimentación | 380-480 V | |
| Regimen | Sobrecarga Normal (ND) | Sobrecarga Pesada (HD) |
| Corriente nominal | No aplicable | 4.3 A |
| Corriente de sobrecarga para 60 s | No aplicable | 6,5 A |
| Corriente de sobrecarga para 3 s | No aplicable | 8,6 A |

Motor aplicable máximo:

| Voltaje/frecuencia | Potencia (HP/kW) [1] | |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| | Sobrecarga Normal (ND) | Sobrecarga Pesada (HD) |
| 380V / 50Hz | No aplicable | 2 / 1,5 |
| 380V / 60Hz | No aplicable | 2 / 1,5 |
| 400V / 50Hz | No aplicable | 2 / 1,5 |
| 400V / 60Hz | No aplicable | 2 / 1,5 |
| 440V / 50Hz | No aplicable | 3 / 2,2 |
| 440V / 60Hz | No aplicable | 3 / 2,2 |
| 460V / 60Hz | No aplicable | 3 / 2,2 |
| 480V / 60Hz | No aplicable | 3 / 2,2 |

| | |
|---|--|
| Módulo accesorio (control) | : Sin plug-in |
| Frenado reostático [2] | : Estándar con frenado reostático |
| Alimentación externa de la electrónica en 24Vcc | : No disponible |
| Parada de seguridad | : Preparado para utilizar el módulo de seguridad (G2) |
| Filtro RFI interno | : Sin filtro |
| Filtro RFI externo | : No disponible |
| Inductor do Link | : No |
| Tarjeta e memoria | : No incluido en el producto |
| Puerta USB | : Solamente con plug-in |
| Frecuencia de la red | : 50/60Hz |
| Rango de Frecuencia de la red (mínima-máxima) | : 48-62 Hz |
| Desbalanceo de fase | : Menor o igual a 3% da la tensión de línea nominal de entrada |
| Tensiones transientes y sobretensiones | : Categoría III |
| Corriente de entrada monofásica [3] | : No aplicable |
| Corriente de entrada trifásica [3] | : 5,2 A |
| Factor de potencia típico de entrada | : 0,75 |
| Factor desplazamiento típico | : 0,98 |
| Rendimiento típico en condiciones nominales | : ≥ 97% |
| Numero máximo de interrupciones en la energización por hora | : 10 (1 a cada 6 minutos) |
| Alimentación da potencia en corriente continua | : Permite |
| Frecuencia de conmutación estándar | : 5 kHz |
| Frecuencia de conmutacion seleccionable | : 2,5 y 15 kHz |
| Reloj tiempo real | : No disponible |
| Función Copy | : Si, por MMF o plug-in |
| Potencia disipada: | |

| Tipo de montaje | Sobrecarga | |
|-----------------|--------------|--------------|
| | ND | HD |
| En superficie | No aplicable | 65 W |
| En brida | NO APLICABLE | NO APLICABLE |

Fuente disponible para el usuario

| | |
|-------------------|----------|
| Tensión de salida | : 24 Vcc |
| Capacidad máxima | : 150 mA |

Datos de control/rendimiento

| | |
|---|--|
| Alimentación | : Fuente de alimentación conmutada |
| Métodos de Control - Motor de inducción | : V/f, VVW, Sensorless, Encoder y VVW PM |
| Interfaz encoder | : Solamente con plug-in |
| Frecuencia de salida del control [5] | : 0-500 Hz |
| Resolución de frecuencia | : 0,015 Hz |

08/09/2023

Las informaciones contenidas son valores referencia. Sujetas a cambios sin previo aviso. Imagen meramente ilustrativo.

1 / 4

Datos de control/rendimiento

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Control V/F | |
| - Regulación de velocidad | : 1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:20 |
| Control VVV | |
| - Regulación de velocidad | : 1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:30 |
| Control vectorial sensorless | |
| - Regulación de velocidad | : 0,5% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:100 |
| Control vectorial con Encoder | |
| - Regulación de velocidad | : 0,1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : Hasta 0 rpm |

Entradas analógicas

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Cantidad (estándar) | : Solamente con plug-in |
| Niveles | : No aplicable |
| Impedancia para entrada de voltaje | : No aplicable |
| Impedancia para entrada en corriente | : No aplicable |
| Función | : No aplicable |
| Tensión máxima permitida | : No aplicable |

Entradas digitales

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad (estándar) | : Solamente con plug-in |
| Activación | : No aplicable |
| Máximo nivel bajo | : No aplicable |
| Nivel alto mínimo | : No aplicable |
| Corriente de entrada | : No aplicable |
| Corriente máxima de entrada | : No aplicable |
| Función | : No aplicable |
| Tensión máxima permitida | : No aplicable |

Salidas analógicas

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad (estándar) | : Solamente con plug-in |
| Niveles | : No aplicable |
| RL para salida en tensión | : No aplicable |
| RL para salida de corriente | : No aplicable |
| Función | : No aplicable |

Salidas digitales

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Cantidad (estándar) | : Solamente con plug-in |
| Tensión máxima | : No aplicable |
| Corriente máxima | : No aplicable |
| Función | : No aplicable |

Comunicación

- Modbus-RTU (con accesorio: Cualquier módulo plug-in)
- Modbus/TCP (con accesorio CFW500-CEMB-TCP)
- Profibus DP (con accesorio: CFW500-CPDP)
- Profibus DPV1 (con accesorio: CFW500-CPDP)
- Profinet (con accesorio CFW500-CEPN-IO)
- CANopen (con accesorio: CFW500-CCAN)
- DeviceNet (con accesorio: CFW500-CCAN)
- EtherNet/IP (with accesorio CFW500-CETH-IP)
- EtherCAT (No disponible)
- BACnet (CFW500 G2 / CFW501 G2 / MW500 G2 con accesorio: Cualquier módulo plug-in)

Protecciones disponibles

- Sobrecorriente/Cortocircuito fase-fase en la salida
- Sobrecorriente/Corto contra tierra en la salida
- Sub/Sobretensión en la potencia
- Sobretemperatura del disipador
- Sobrecarga del motor
- Sobrecarga en los módulos IGBT
- Falla / Alarma externo
- Error de programación

Interfaz de operación (HMI)

| | |
|---|------------------------------|
| Disponibilidad | : Incluido en el producto |
| Instalación HMI | : HMI fija |
| Cantidad de teclas HMI | : 9 |
| Display | : LCD Numérico |
| Exactitud de la indicación de corriente | : 5% de la corriente nominal |
| Resolución de velocidad | : 0,1 Hz |

HOJA DE DATOS

Convertidores de Frecuencia



Interfaz de operación (HMI)

| | |
|--|----------------|
| Grado de protección de la HMI estándar | : IP66 |
| Tipo de batería de la HMI | : No aplicable |
| Esperanza de vida de la batería | : No aplicable |
| Tipo de la HMI remota | : Accesorio |
| Marco de la HMI remota | : No aplicable |
| Grado de protección de la HMI remota | : IP54 |

Condiciones ambientales

| | |
|---|--------|
| Grado de protección | : IP66 |
| Grado de contaminación (EN50178 y UL508C) | : 2 |
| Temperatura alrededor del inversor: de -10 °C a 40 °C. Para temperaturas superiores a los especificados es necesario aplicar la reducción da corriente de 2 % por °C de 40 a 50 °C. | |
| Humedad relativa: 5% a 95% sin condensación. | |
| Altitud: hasta 1000 m (3281 ft) bajo condiciones normales. De 1000 m (3281 ft) 4000 m (13123 ft) reducir la corriente de 1% por cada 100 m arriba (0,3% por cada 100 pies arriba) de 1000 m (3281 ft). Reducir la tensión máxima (240 V para modelos 200...240 V, 480 V para modelos 380...480 V y 600 V para modelos 500...600 V) en 1,1% para cada 100 m arriba (0,3% por cada 100 pies arriba) de 2000 metros. | |

Directivas de sostenibilidad

| | |
|-------------------|----------------------------|
| RoHS | : Si |
| Conformal Coating | : 3C2 (IEC 60721-3-3:2002) |

Dimensiones y peso

| | |
|---------------|----------------------|
| - Tamaño | : A (IP66) |
| - Altura | : 265 mm / 10.4 in |
| - Anchura | : 165 mm / 6.5 in |
| - Profundidad | : 252.5 mm / 9.94 in |
| - Peso | : 6.5 kg / 14,3 lb |

Instalación mecánica

| | |
|---|------------------------|
| Posición de montaje | : En superficie |
| Tornillo de fijación | : M5 |
| Torque de apriete | : 5.5 N.m / 4.06 lb.ft |
| Permite montaje lado a lado | : No |
| Espacio mínimo alrededor del convertidor: | |
| - Superior | : 35 mm / 1.38 in |
| - Inferior | : 50 mm / 1.97 in |
| - Frontal | : 50 mm / 1.97 in |
| - Entre invertidores (IP20) | : 15 mm / 0.59 in |

Conexiones eléctricas

Calibres y pares de apriete:

| | Calibre del cable recomendado | Par de apriete recomendado |
|--------------|---|----------------------------|
| Potencia | 1,5 mm ² (16 AWG) | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |
| Frenado | 1,5 mm ² (16 AWG) | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |
| Aterramiento | 2,5 mm ² (14 AWG) | 0,5 N.m / 0,37 lb.ft |
| Control | 0,5 a 1,5 mm ² (20 a 14 AWG) | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |

| | |
|--|--------------------|
| SoftPLC | : Si, incorporado |
| Corriente máxima de frenado | : 6,0 A |
| Resistencia mínima para el resistor de frenado | : 127 Ω |
| Fusible aR recomendado [6] | : FNH00-20K-A |
| Interruptor recomendado [6] | : MPW18i-3-D063 |
| Seccionadora en la alimentación del invertidor | : Con seccionadora |
| Caja de adaptación del motor | : No aplicable |

Normas

| | |
|---------------------------------|--|
| Seguridad | <ul style="list-style-type: none"> - UL 508C - Power conversion equipment. - UL 840 - Coordinación del aislamiento incluyendo distancias y líneas de fuga para equipos eléctricos. - EN 61800-5-1 - Requisitos de seguridad eléctrica, térmica y energética. - EN 50178 - Equipo electrónico para instalaciones eléctricas. - EN 60204-1 - Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements. Nota: Para ter uma máquina em conformidade com essa norma, o fabricante da máquina é responsável pela instalação de um dispositivo de parada de emergência e um equipamento para seccionamento da rede. - EN 60146 (IEC 146) - Semiconductor converters. - EN 61800-2 - Adjustable speed electrical power drive systems - Part 2: General requirements - Rating specifications for low voltage adjustable frequency AC power drive systems. |
| Compatibilidad electromagnética | <ul style="list-style-type: none"> - EN 61800-3 - Velocidad de arranque de los controladores de energía eléctrica - Parte 3: EMC product standard incluyendo determinados métodos de ensayo. - EN 55011 - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment. |

Normas

- CISPR 11 - Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Electromagnetic disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- EN 61000-4-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Parte 4: Pruebas y medidas de medida - Sección 2: Electrostatic download immunity test.
- EN 61000-4-3 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.
- EN 61000-4-4 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test.
- EN 61000-4-5 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test.
- EN 61000-4-6 - Disposiciones de compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Pruebas y medidas de medida - Sección 6: Inmunidad a disturbios provocados por los campos de radio.

Construcción mecánica

- EN 60529, UL 50 y IEC 60721-3-3

Certificaciones

UL, CE, RCM, CS/IRAM, EAC, UKCA y RoHS
CHINA

Notas

- 1) Potencias de motores orientativas, válidas para motores WEG estándar de IV polos. El dimensionamiento correcto debe ser hecho en función de la corriente nominal del motor utilizado, que debe ser menor o igual a la corriente nominal de salida del convertidor;
- 2) Resistor de frenado no está incluido;
- 3) Considerando impedancia de red mínima 1%;
- 4) Para más información, consulte el manual del usuario de CFW500;
- 5) Todas las imágenes son meramente ilustrativas.
- 6) Para operación con frecuencia de conmutación por encima de la nominal, aplicar reducción en la corriente de salida (consulte el manual del usuario).

HOJA DE DATOS

Convertidores de Frecuencia



Características principales

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Referencia | : CFW500A04P3S2NB20C2G2 |
| Código de producto | : 15571951 |
| Referencia del producto | : CFW500 G2 |
| Módulo accesorio (control) | : CFW500-IOS |

Datos básicos

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Tensión nominal de entrada | : 200-240 V |
| Tensión mínima/máxima de entrada | : 170-264 V |
| - De entrada | : 1 |
| - De salida | : 3 |

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Rango de tensión de alimentación | 200-240 V | |
| Regimen | Sobrecarga Normal (ND) | Sobrecarga Pesada (HD) |
| Corriente nominal | No aplicable | 4.3 A |
| Corriente de sobrecarga para 60 s | No aplicable | 6,5 A |
| Corriente de sobrecarga para 3 s | No aplicable | 8,6 A |

Motor aplicable máximo:

| Voltaje/frecuencia | Potencia (HP/kW) [1] | |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| | Sobrecarga Normal (ND) | Sobrecarga Pesada (HD) |
| 220V / 50Hz | No aplicable | 1,5 / 1,1 |
| 220V / 60Hz | No aplicable | 1,5 / 1,1 |
| 230V / 50Hz | No aplicable | 1,5 / 1,1 |
| 230V / 60Hz | No aplicable | 1,5 / 1,1 |
| No aplicable | No aplicable | No aplicable |
| No aplicable | No aplicable | No aplicable |
| No aplicable | No aplicable | No aplicable |
| No aplicable | No aplicable | No aplicable |

| | |
|---|--|
| Módulo accesorio (control) | : CFW500-IOS |
| Frenado reostático [2] | : Estándar sin frenado reostático |
| Alimentación externa de la electrónica en 24Vcc | : No disponible |
| Parada de seguridad | : Preparado para utilizar el módulo de seguridad (G2) |
| Filtro RFI interno | : Con filtro (categoria C2) |
| Filtro RFI externo | : No disponible |
| Inductor do Link | : No |
| Tarjeta e memoria | : No incluido en el producto |
| Puerta USB | : Solamente con plug-in |
| Frecuencia de la red | : 50/60Hz |
| Rango de Frecuencia de la red (mínima-máxima) | : 48-62 Hz |
| Desbalanceo de fase | : Menor o igual a 3% da la tensión de línea nominal de entrada |
| Tensiones transientes y sobretensiones | : Categoría III |
| Corriente de entrada monofásica [3] | : 10,7 A |
| Corriente de entrada trifásica [3] | : No aplicable |
| Factor de potencia típico de entrada | : 0,70 |
| Factor desplazamiento típico | : 0,98 |
| Rendimiento típico en condiciones nominales | : ≥ 97% |
| Numero máximo de interrupciones en la energización por hora | : 10 (1 a cada 6 minutos) |
| Alimentación da potencia en corriente continua | : No permite |
| Frecuencia de conmutación estándar | : 5 kHz |
| Frecuencia de conmutacion seleccionable | : 2,5 y 15 kHz |
| Reloj tiempo real | : No disponible |
| Función Copy | : Si, por MMF o plug-in |
| Potencia disipada: | |

| Tipo de montaje | Sobrecarga | |
|-----------------|--------------|--------------|
| | ND | HD |
| En superficie | 49 W | 49 W |
| En brida | No aplicable | No aplicable |

Fuente disponible para el usuario

| | |
|-------------------|----------|
| Tensión de salida | : 24 Vcc |
| Capacidad máxima | : 150 mA |

Datos de control/rendimiento

| | |
|---|--|
| Alimentación | : Fuente de alimentación conmutada |
| Métodos de Control - Motor de inducción | : V/f, VVW, Sensorless, Encoder y VVW PM |
| Interfaz encoder | : Solamente con plug-in |
| Frecuencia de salida del control [5] | : 0-500 Hz |
| Resolución de frecuencia | : 0,015 Hz |

26/07/2023

Las informaciones contenidas son valores referencia. Sujetas a cambios sin previo aviso. Imagen meramente ilustrativo.

1 / 4

Datos de control/rendimiento

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Control V/F | |
| - Regulación de velocidad | : 1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:20 |
| Control VVW | |
| - Regulación de velocidad | : 1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:30 |
| Control vectorial sensorless | |
| - Regulación de velocidad | : 0,5% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : 1:100 |
| Control vectorial con Encoder | |
| - Regulación de velocidad | : 0,1% de la velocidad nominal |
| - Variación de velocidad | : Hasta 0 rpm |

Entradas analógicas

| | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Cantidad (estándar) | : 1 |
| Niveles | : 0-10V, 0-20mA y 4-20mA |
| Impedancia para entrada de voltaje | : 100 k Ω |
| Impedancia para entrada en corriente | : 500 Ω |
| Función | : Programable |
| Tensión máxima permitida | : 30 Vcc |

Entradas digitales

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Cantidad (estándar) | : 4 |
| Activación | : Activo bajo y alto |
| Máximo nivel bajo | : 5 V (bajo) e 15 V (alto) |
| Nivel alto mínimo | : 9 V (bajo) e 20 V (alto) |
| Corriente de entrada | : 4,5 mA |
| Corriente máxima de entrada | : 5,5 mA |
| Función | : Programable |
| Tensión máxima permitida | : 30 Vcc |

Salidas analógicas

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Cantidad (estándar) | : 1 |
| Niveles | : 0 a 10V, 0 a 20mA y 4 a 20mA |
| RL para salida en tensión | : 10 k Ω |
| RL para salida de corriente | : 500 Ω |
| Función | : Programable |

Salidas digitales

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Cantidad (estándar) | : 1 relé NA/NF y 1 transistor |
| Tensión máxima | : 240 Vca y 24 Vcc |
| Corriente máxima | : 0,5 A y 150 mA |
| Función | : Programable |

Comunicación

- Modbus-RTU (con accesorio: Cualquier módulo plug-in)
- Modbus/TCP (con accesorio CFW500-CEMB-TCP)
- Profibus DP (con accesorio: CFW500-CPDP)
- Profibus DPV1 (con accesorio: CFW500-CPDP)
- Profinet (con accesorio CFW500-CEPN-IO)
- CANopen (con accesorio: CFW500-CCAN)
- DeviceNet (con accesorio: CFW500-CCAN)
- EtherNet/IP (with accesorio CFW500-CETH-IP)
- EtherCAT (No disponible)
- BACnet (CFW500 G2 / CFW501 G2 / MW500 G2 con accesorio: Cualquier módulo plug-in)

Protecciones disponibles

- Sobrecorriente/Cortocircuito fase-fase en la salida
- Sobrecorriente/Corto contra tierra en la salida
- Sub/Sobretensión en la potencia
- Sobretemperatura del disipador
- Sobrecarga del motor
- Sobrecarga en los módulos IGBT
- Falla / Alarma externo
- Error de programación

Interfaz de operación (HMI)

| | |
|---|------------------------------|
| Disponibilidad | : Incluido en el producto |
| Instalación HMI | : HMI fija |
| Cantidad de teclas HMI | : 9 |
| Display | : LCD Numérico |
| Exactitud de la indicación de corriente | : 5% de la corriente nominal |
| Resolución de velocidad | : 0,1 Hz |

HOJA DE DATOS

Convertidores de Frecuencia



Interfaz de operación (HMI)

| | |
|--|----------------|
| Grado de protección de la HMI estándar | : IP20 |
| Tipo de batería de la HMI | : No aplicable |
| Esperanza de vida de la batería | : No aplicable |
| Tipo de la HMI remota | : Accesorio |
| Marco de la HMI remota | : No aplicable |
| Grado de protección de la HMI remota | : IP54 |

Condiciones ambientales

| | |
|---|--------|
| Grado de protección | : IP20 |
| Grado de contaminación (EN50178 y UL508C) | : 2 |
| Temperatura alrededor del inversor: de -10 °C a 40 °C. Para temperaturas superiores a los especificados es necesario aplicar la reducción da corriente de 2 % por °C de 50 a 60 °C. | |
| Humedad relativa: 5% a 95% sin condensación. | |
| Altitud: hasta 1000 m (3281 ft) bajo condiciones normales. De 1000 m (3281 ft) 4000 m (13123 ft) reducir la corriente de 1% por cada 100 m arriba (0,3% por cada 100 pies arriba) de 1000 m (3281 ft). Reducir la tensión máxima (240 V para modelos 200...240 V, 480 V para modelos 380...480 V y 600 V para modelos 500...600 V) en 1,1% para cada 100 m arriba (0,3% por cada 100 pies arriba) de 2000 metros. | |

Directivas de sostenibilidad

| | |
|-------------------|----------------------------|
| RoHS | : Si |
| Conformal Coating | : 3C2 (IEC 60721-3-3:2002) |

Dimensiones y peso

| | |
|---------------|--------------------|
| - Tamaño | : A |
| - Altura | : 189 mm / 7.4 in |
| - Anchura | : 75 mm / 2.95 in |
| - Profundidad | : 150 mm / 5.91 in |
| - Peso | : 0,8 kg / 1.8 lb |

Instalación mecánica

| | |
|---|--|
| Posición de montaje | : En superficie o riel DIN |
| Tornillo de fijación | : M4 |
| Torque de apriete | : 2 N.m / 1.48 lb.ft |
| Permite montaje lado a lado | : Sí, temperatura ambiente máxima 40°C |
| Espacio mínimo alrededor del convertidor: | |
| - Superior | : 15 mm / 0.59 in |
| - Inferior | : 40 mm / 1.57 in |
| - Frontal | : 30 mm / 1.18 in |
| - Entre invertidores (IP20) | : 10 mm / 0.39 in |

Conexiones eléctricas

Calibres y pares de apriete:

| | Calibre del cable recomendado | Par de apriete recomendado |
|--------------|---|----------------------------|
| Potencia | 1,5 mm ² (16 AWG) | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |
| Frenado | No aplicable | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |
| Aterramiento | 2,5 mm ² (14 AWG) | 0,5 N.m / 0,37 lb.ft |
| Control | 0,5 a 1,5 mm ² (20 a 14 AWG) | 0,5 N.m / 0.37 lb.ft |

| | |
|--|-------------------|
| SoftPLC | : Si, incorporado |
| Corriente máxima de frenado | : No disponible |
| Resistencia mínima para el resistor de frenado | : No disponible |
| Fusible aR recomendado [6] | : FNH00-25K-A |
| Interruptor recomendado [6] | : MPW18i-3-U016 |
| Seccionadora en la alimentación del invertidor | : No aplicable |
| Caja de adaptación del motor | : No aplicable |

Normas

| | |
|---------------------------------|--|
| Seguridad | <ul style="list-style-type: none"> - UL 508C - Power conversion equipment. - UL 840 - Coordinación del aislamiento incluyendo distancias y líneas de fuga para equipos eléctricos. - EN 61800-5-1 - Requisitos de seguridad eléctrica, térmica y energética. - EN 50178 - Equipo electrónico para instalaciones eléctricas. - EN 60204-1 - Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements. Nota: Para ter uma máquina em conformidade com essa norma, o fabricante da máquina é responsável pela instalação de um dispositivo de parada de emergência e um equipamento para seccionamento da rede. - EN 60146 (IEC 146) - Semiconductor converters. - EN 61800-2 - Adjustable speed electrical power drive systems - Part 2: General requirements - Rating specifications for low voltage adjustable frequency AC power drive systems. |
| Compatibilidad electromagnética | <ul style="list-style-type: none"> - EN 61800-3 - Velocidad de arranque de los controladores de energía eléctrica - Parte 3: EMC product standard incluyendo determinados métodos de ensayo. - EN 55011 - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment. |

HOJA DE DATOS

Convertidores de Frecuencia



Normas

- CISPR 11 - Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Electromagnetic disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- EN 61000-4-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Parte 4: Pruebas y medidas de medida - Sección 2: Electrostatic download immunity test.
- EN 61000-4-3 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.
- EN 61000-4-4 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test.
- EN 61000-4-5 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test.
- EN 61000-4-6 - Disposiciones de compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Pruebas y medidas de medida - Sección 6: Inmunidad a disturbios provocados por los campos de radio.

Construcción mecánica

- EN 60529, UL 50 y IEC 60721-3-3

Certificaciones

UL, CE, RCM, CS/IRAM, EAC, UKCA y RoHS
CHINA

Notas

- 1) Potencias de motores orientativas, válidas para motores WEG estándar de IV polos. El dimensionamiento correcto debe ser hecho en función de la corriente nominal del motor utilizado, que debe ser menor o igual a la corriente nominal de salida del convertidor;
- 2) Resistor de frenado no está incluido;
- 3) Considerando impedancia de red mínima 1%;
- 4) Para más información, consulte el manual del usuario de CFW500;
- 5) Todas las imágenes son meramente ilustrativas.
- 6) Para operación con frecuencia de conmutación por encima de la nominal, aplicar reducción en la corriente de salida (consulte el manual del usuario).



Siemens Low Voltage Molded Case Circuit Breakers Panelboard Mounting 240V Circuit Breakers - Type BL, 3-Pole, 240VAC are Circuit Protection Molded Case Circuit Breakers. Type: HBL Application: Electrical Distribution Standard: UL 489 Voltage Rating: 240V Amperage Rating: 60A Trip Range: Thermal Magnetic Interrupt Rating: 65 AIC Number Of Poles: 3P

| General technical data | |
|--------------------------------|-------------------------|
| number of poles | 3 |
| suitability for operation | Electrical Distribution |
| Electricity | |
| continuous current rated value | 60 A |
| Model | |
| product brand name | SIEMENS |
| type of electrical connection | BOLT-ON |
| Mechanical Design | |
| depth [in] | 3 in |
| design of the product | HBL |
| height [in] | 4 in |
| width [in] | 3 in |
| General product approval | |
| standard | UL 489 |

last modified:

1/6/2021 



Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10
 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 2,2...3,2 A Disparador de cortocircuito 42 A borne de tornillo poder de corte estándar

| | |
|---|----------------------------|
| nombre comercial del producto | SIRIUS |
| designación del producto | Interruptores automáticos |
| tipo de producto | para protección de motores |
| denominación del tipo de producto | 3RV2 |
| Datos técnicos generales | |
| tamaño constructivo del interruptor automático | S00 |
| tamaño del contactor combinable específico de la empresa | S00, S0 |
| ampliación del producto interruptor auxiliar | Sí |
| pérdidas [W] con valor asignado de la intensidad | |
| • con AC en estado operativo caliente | 7,25 W |
| • con AC en estado operativo caliente por polo | 2,4 W |
| tensión de aislamiento con grado de contaminación 3 con AC valor asignado | 690 V |
| resistencia a tensión de choque valor asignado | 6 kV |
| resistencia a choques según IEC 60068-2-27 | 25g / 11 ms |
| vida útil mecánica (ciclos de maniobra) | |
| • de contactos principales típico | 100 000 |
| • de los contactos auxiliares típico | 100 000 |
| durabilidad eléctrica (ciclos de maniobra) típico | 100 000 |
| modo de protección Ex según Directiva ATEX 2014/34/UE | Ex II (2) GD |
| certificado de idoneidad según Directiva ATEX 2014/34/UE | DMT 02 ATEX F 001 |
| designaciones de referencia según IEC 81346-2:2009 | Q |
| Directiva RoHS (fecha) | 10/01/2009 |
| Condiciones ambiente | |
| altitud de instalación con altura sobre el nivel del mar máx. | 2 000 m |
| temperatura ambiente | |
| • durante el funcionamiento | -20 ... +60 °C |
| • durante el almacenamiento | -50 ... +80 °C |
| • durante el transporte | -50 ... +80 °C |
| humedad relativa del aire durante el funcionamiento | 10 ... 95 % |
| Circuito de corriente principal | |
| número de polos para circuito principal | 3 |
| valor de respuesta ajustable para corriente del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente | 2,2 ... 3,2 A |
| tensión de empleo | |
| • valor asignado | 20 ... 690 V |
| • con AC-3 valor asignado máx. | 690 V |
| • con AC-3e valor asignado máx. | 690 V |
| frecuencia de empleo valor asignado | 50 ... 60 Hz |
| intensidad de empleo valor asignado | 3,2 A |
| intensidad de empleo | |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC-3 con 400 V valor asignado | 3,2 A |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC-3e con 400 V valor asignado | 3,2 A |
| potencia de empleo | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC-3 <ul style="list-style-type: none"> — con 230 V valor asignado — con 400 V valor asignado — con 500 V valor asignado — con 690 V valor asignado ● con AC-3e <ul style="list-style-type: none"> — con 230 V valor asignado — con 400 V valor asignado — con 500 V valor asignado — con 690 V valor asignado | 0,6 kW 1,1 kW 1,5 kW 2,2 kW 0,6 kW 1,1 kW 1,5 kW 2,2 kW |
| frecuencia de maniobra | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC-3 máx. ● con AC-3e máx. | 15 1/h 15 1/h |
| Circuito de corriente secundario | |
| número de contactos NC para contactos auxiliares | 0 |
| número de contactos NA para contactos auxiliares | 0 |
| número de contactos conmutados para contactos auxiliares | 0 |
| Protección/ Vigilancia | |
| función del producto | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● detección de defectos a tierra ● detección de pérdida de fase | No Sí |
| clase de disparo | CLASS 10 |
| tipo de disparador por sobrecarga | térmico |
| poder de corte corriente de cortocircuito límite (Icu) | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC con 240 V valor asignado ● con AC con 400 V valor asignado ● con AC con 500 V valor asignado ● con AC con 690 V valor asignado | 100 kA 100 kA 100 kA 10 kA |
| poder de corte corriente de cortocircuito de servicio (Ics) con AC | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 240 V valor asignado ● con 400 V valor asignado ● con 500 V valor asignado ● con 690 V valor asignado | 100 kA 100 kA 100 kA 10 kA |
| valor de respuesta de corriente del disparador instantáneo de cortocircuito | 42 A |
| Valores nominales UL/CSA | |
| corriente a plena carga (FLA) para motor trifásico | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 480 V valor asignado ● con 600 V valor asignado | 3,2 A 3,2 A |
| potencia mecánica entregada [hp] | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● por motor monofásico <ul style="list-style-type: none"> — con 110/120 V valor asignado — con 230 V valor asignado ● para motor trifásico <ul style="list-style-type: none"> — con 200/208 V valor asignado — con 220/230 V valor asignado — con 460/480 V valor asignado — con 575/600 V valor asignado | 0,1 hp 0,25 hp 0,5 hp 0,75 hp 2 hp 2 hp |
| Protección contra cortocircuitos | |
| función del producto protección de cortocircuito | Sí |
| tipo de disparador por cortocircuito | magnético |
| tipo de cartucho fusible con red IT para protección contra cortocircuitos del circuito principal | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 400 V ● con 500 V ● con 690 V | gL/gG 25 A gL/gG 32 A gL/gG 25 A |
| Instalación/ fijación/ dimensiones | |

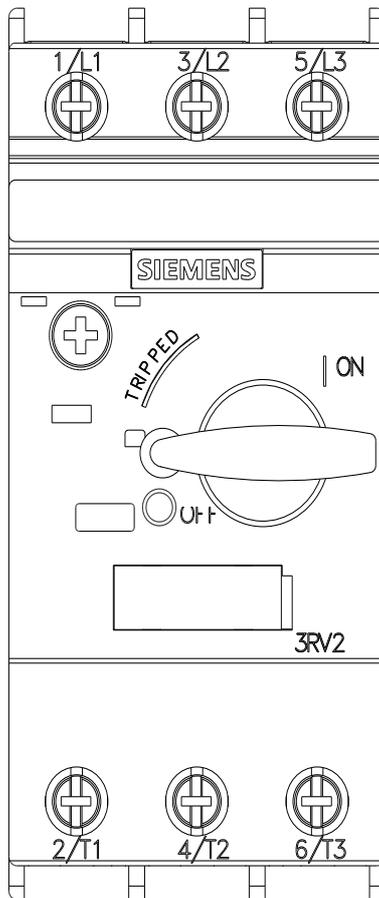
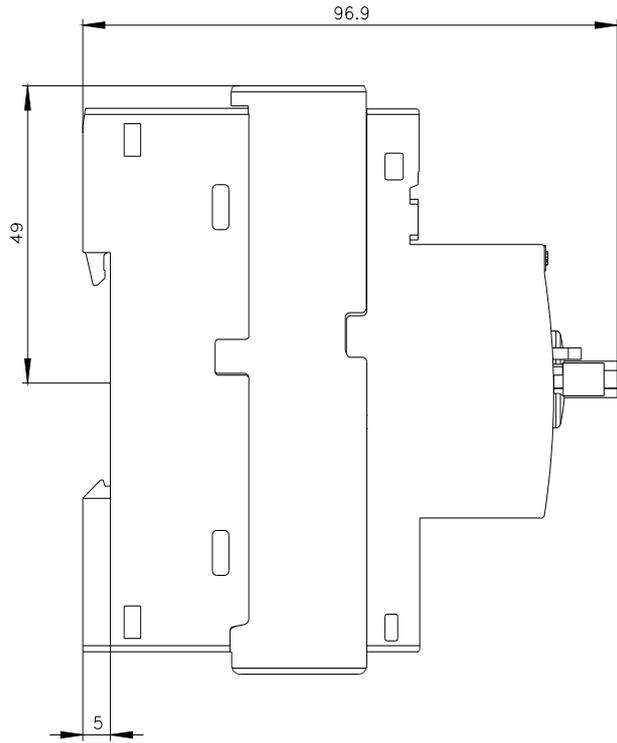
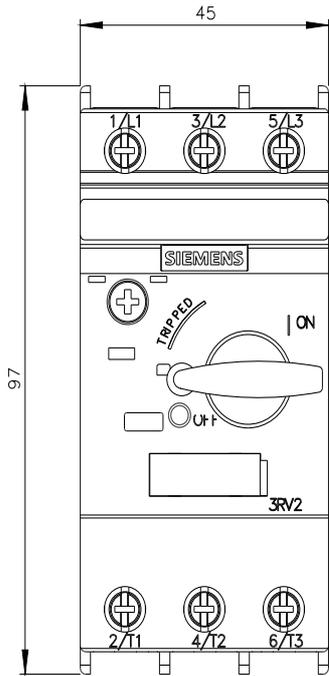
| | |
|---|--|
| posición de montaje | según las necesidades del usuario |
| tipo de fijación | fijación por tornillo y abroche a perfil DIN de 35 mm según DIN EN 60715 |
| altura | 97 mm |
| anchura | 45 mm |
| profundidad | 97 mm |
| distancia que debe respetarse | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● para montaje en serie hacia un lado ● a piezas puestas a tierra con 400 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia un lado ● a piezas bajo tensión con 400 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia un lado ● a piezas puestas a tierra con 500 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia un lado ● a piezas bajo tensión con 500 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia un lado ● a piezas puestas a tierra con 690 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia atrás — hacia un lado — hacia adelante ● a piezas bajo tensión con 690 V <ul style="list-style-type: none"> — hacia abajo — hacia arriba — hacia atrás — hacia un lado — hacia adelante | <ul style="list-style-type: none"> 0 mm 30 mm 30 mm 9 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm 50 mm 50 mm 0 mm 30 mm 0 mm |

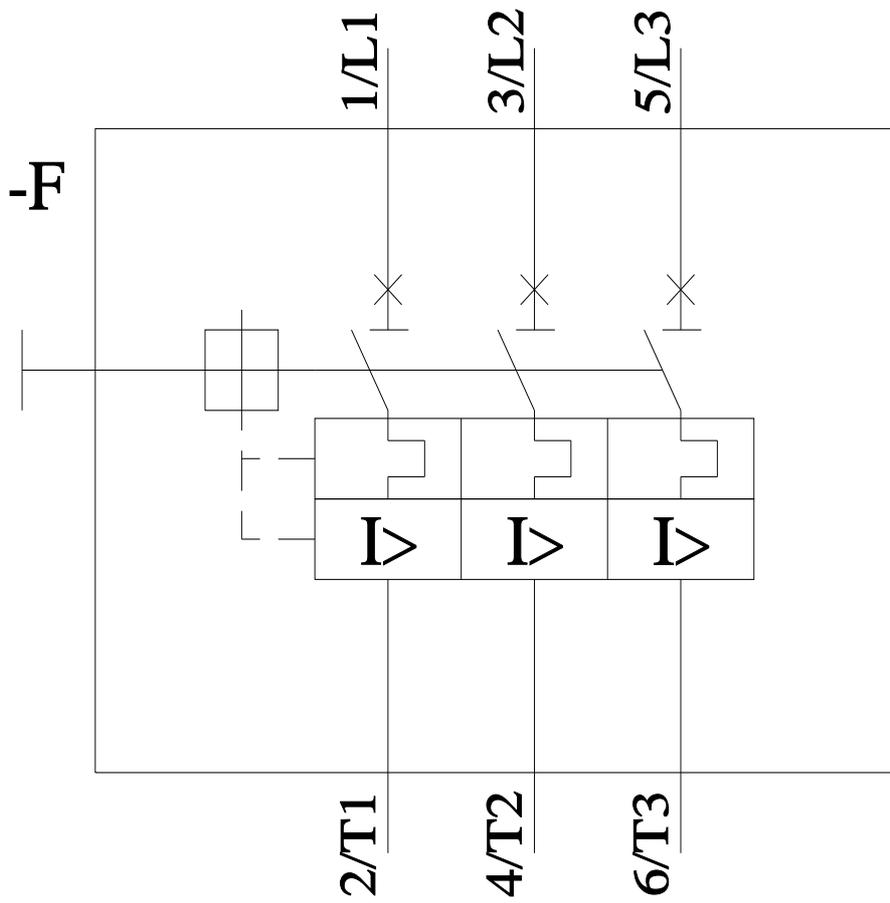
Conexiones/ Bornes

| | |
|---|---|
| tipo de conexión eléctrica | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● para circuito principal | conexión por tornillo |
| disposición de la conexión eléctrica para circuito principal | arriba y abajo |
| tipo de secciones de conductor conectables | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● para contactos principales <ul style="list-style-type: none"> — monofilar o multifilar — alma flexible con preparación de los extremos de cable ● con cables AWG para contactos principales | <ul style="list-style-type: none"> 2x (0,75 ... 2,5 mm²), 2x 4 mm² 2x (0,5 ... 1,5 mm²), 2x (0,75 ... 2,5 mm²) 2x (18 ... 14), 2x 12 |
| par de apriete | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● para contactos principales con bornes de tornillo | 0,8 ... 1,2 N·m |
| tipo de vástago del destornillador | Diámetro 5 ... 6 mm |
| tamaño de la punta del destornillador | Pozidriv tam. 2 |
| tipo de rosca del tornillo de conexión | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● para contactos principales | M3 |

Seguridad

| | |
|--|--|
| valor B10 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con alta tasa de demanda según SN 31920 | 5 000 |
| cuota de defectos peligrosos | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con baja tasa de demanda según SN 31920 ● con alta tasa de demanda según SN 31920 | <ul style="list-style-type: none"> 50 % 50 % |
| tasa de fallos [valor FIT] | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con baja tasa de demanda según SN 31920 | 50 FIT |
| valor T1 para intervalo entre pruebas o vida útil según IEC 61508 | 10 a |





Última modificación:

29/8/2023 



contactor de potencia, AC-3e/AC-3, 7 A, 3 kW/400 V, tripolar, 24 V AC, 50/60 Hz, contactos auxiliares: 1 NA, borne de tornillo, tamaño: S00,

| | |
|--|--|
| nombre comercial del producto | SIRIUS |
| designación del producto | Contactor de potencia |
| denominación del tipo de producto | 3RT2 |
| Datos técnicos generales | |
| tamaño del contactor | S00 |
| ampliación del producto | |
| <ul style="list-style-type: none"> módulo de función para comunicación interruptor auxiliar | <p>No</p> <p>Sí</p> |
| pérdidas [W] con valor asignado de la intensidad | |
| <ul style="list-style-type: none"> con AC en estado operativo caliente con AC en estado operativo caliente por polo sin componente de corriente de carga típico | <p>0,6 W</p> <p>0,2 W</p> <p>1,1 W</p> |
| tensión de aislamiento | |
| <ul style="list-style-type: none"> del circuito principal con grado de contaminación 3 valor asignado del circuito auxiliar con grado de contaminación 3 valor asignado | <p>690 V</p> <p>690 V</p> |
| resistencia a tensión de choque | |
| <ul style="list-style-type: none"> del circuito principal valor asignado del circuito auxiliar valor asignado | <p>6 kV</p> <p>6 kV</p> |
| tensión máxima admitida para separación de protección entre bobina y contactos principales según EN 60947-1 | 400 V |
| resistencia a choques con choque rectangular | |
| <ul style="list-style-type: none"> con AC | 6,7g / 5 ms, 4,2g / 10 ms |
| resistencia a choques con choque sinusoidal | |
| <ul style="list-style-type: none"> con AC | 10,5g / 5 ms, 6,6g / 10 ms |
| vida útil mecánica (ciclos de maniobra) | |
| <ul style="list-style-type: none"> del contactor típico del contactor con bloque de contactos auxiliares montado para equipo electrónico típico del contactor con bloque de contactos auxiliares montado típico | <p>30 000 000</p> <p>5 000 000</p> <p>10 000 000</p> |
| designaciones de referencia según IEC 81346-2:2009 | Q |
| Directiva RoHS (fecha) | 10/01/2009 |
| Condiciones ambiente | |
| altitud de instalación con altura sobre el nivel del mar máx. | 2 000 m |
| temperatura ambiente | |
| <ul style="list-style-type: none"> durante el funcionamiento durante el almacenamiento | <p>-25 ... +60 °C</p> <p>-55 ... +80 °C</p> |
| humedad relativa del aire mín. | 10 % |
| humedad relativa del aire con 55 °C según IEC 60068-2-30 máx. | 95 % |

Circuito de corriente principal

| | |
|---|---------------------|
| número de polos para circuito principal | 3 |
| número de contactos NA para contactos principales | 3 |
| tensión de empleo | |
| • con AC-3 valor asignado máx. | 690 V |
| • con AC-3e valor asignado máx. | 690 V |
| intensidad de empleo | |
| • con AC-1 con 400 V con temperatura ambiente de 40 °C valor asignado | 18 A |
| • con AC-1 | |
| — hasta 690 V con temperatura ambiente de 40 °C valor asignado | 18 A |
| — hasta 690 V con temperatura ambiente de 60 °C valor asignado | 16 A |
| • con AC-3 | |
| — con 400 V valor asignado | 7 A |
| — con 500 V valor asignado | 6 A |
| — con 690 V valor asignado | 4,9 A |
| • con AC-3e | |
| — con 400 V valor asignado | 7 A |
| — con 500 V valor asignado | 6 A |
| — con 690 V valor asignado | 4,9 A |
| • con AC-4 con 400 V valor asignado | 6,5 A |
| • con AC-5a hasta 690 V valor asignado | 15,8 A |
| • con AC-5b hasta 400 V valor asignado | 5,8 A |
| • con AC-6a | |
| — hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 4 A |
| — hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 4 A |
| — hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 3,8 A |
| — hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 3,6 A |
| • con AC-6a | |
| — hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,7 A |
| — hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,7 A |
| — hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,5 A |
| — hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,4 A |
| sección mínima en circuito principal con valor asignado máximo AC-1 | 2,5 mm ² |
| intensidad de empleo para aprox. 200000 ciclos de maniobras con AC-4 | |
| • con 400 V valor asignado | 2,6 A |
| • con 690 V valor asignado | 1,8 A |
| intensidad de empleo | |
| • con 1 vía de circulación de corriente con DC-1 | |
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 15 A |
| — con 110 V valor asignado | 1,5 A |
| — con 220 V valor asignado | 0,6 A |
| — con 440 V valor asignado | 0,42 A |
| — con 600 V valor asignado | 0,42 A |
| • con 2 vías de corriente en serie con DC-1 | |
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 15 A |
| — con 110 V valor asignado | 8,4 A |
| — con 220 V valor asignado | 1,2 A |
| — con 440 V valor asignado | 0,6 A |
| — con 600 V valor asignado | 0,5 A |
| • con 3 vías de corriente en serie con DC-1 | |

| | |
|--|--|
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 15 A |
| — con 110 V valor asignado | 15 A |
| — con 220 V valor asignado | 15 A |
| — con 440 V valor asignado | 0,9 A |
| — con 600 V valor asignado | 0,7 A |
| ● con 1 vía de circulación de corriente con DC-3 con DC-5 | |
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 0,35 A |
| — con 110 V valor asignado | 0,1 A |
| ● con 2 vías de corriente en serie con DC-3 con DC-5 | |
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 3,5 A |
| — con 110 V valor asignado | 0,25 A |
| ● con 3 vías de corriente en serie con DC-3 con DC-5 | |
| — con 24 V valor asignado | 15 A |
| — con 60 V valor asignado | 15 A |
| — con 110 V valor asignado | 15 A |
| — con 220 V valor asignado | 1,2 A |
| — con 440 V valor asignado | 0,14 A |
| — con 600 V valor asignado | 0,14 A |
| potencia de empleo | |
| ● con AC-3 | |
| — con 230 V valor asignado | 1,5 kW |
| — con 400 V valor asignado | 3 kW |
| — con 500 V valor asignado | 3 kW |
| — con 690 V valor asignado | 4 kW |
| ● con AC-3e | |
| — con 230 V valor asignado | 1,5 kW |
| — con 400 V valor asignado | 3 kW |
| — con 500 V valor asignado | 3 kW |
| — con 690 V valor asignado | 4 kW |
| potencia de empleo para aprox. 200000 ciclos de maniobras con AC-4 | |
| ● con 400 V valor asignado | 1,15 kW |
| ● con 690 V valor asignado | 1,15 kW |
| potencia aparente de empleo con AC-6a | |
| ● hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 1,5 kVA |
| ● hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 2,7 kVA |
| ● hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 3,3 kVA |
| ● hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado | 4,3 kVA |
| potencia aparente de empleo con AC-6a | |
| ● hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 1 kVA |
| ● hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 1,8 kVA |
| ● hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,2 kVA |
| ● hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado | 2,9 kVA |
| corriente de corta duración admisible con estado operativo frío hasta 40 °C | |
| ● limitada a 1 s con corte de corriente máx. | 120 A; Utilizar sección mínima de acuerdo con el valor asignado AC-1 |
| ● limitada a 5 s con corte de corriente máx. | 86 A; Utilizar sección mínima de acuerdo con el valor asignado AC-1 |
| ● limitada a 10 s con corte de corriente máx. | 67 A; Utilizar sección mínima de acuerdo con el valor asignado AC-1 |
| ● limitada a 30 s con corte de corriente máx. | 52 A; Utilizar sección mínima de acuerdo con el valor asignado AC-1 |
| ● limitada a 60 s con corte de corriente máx. | 43 A; Utilizar sección mínima de acuerdo con el valor asignado AC-1 |
| frecuencia de maniobra en vacío | |
| ● con AC | 10 000 1/h |

| | |
|---|---|
| frecuencia de maniobra | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC-1 máx. ● con AC-2 máx. ● con AC-3 máx. ● con AC-3e máx. ● con AC-4 máx. | <p>1 000 1/h</p> <p>750 1/h</p> <p>750 1/h</p> <p>750 1/h</p> <p>250 1/h</p> |
| Circuito de control/ Control por entrada | |
| tipo de corriente de la tensión de alimentación de mando | AC |
| tensión de alimentación del circuito de mando con AC | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz valor asignado ● con 60 Hz valor asignado | <p>24 V</p> <p>24 V</p> |
| factor de rango de trabajo tensión de alimentación de mando valor asignado de la bobina con AC | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz ● con 60 Hz | <p>0,8 ... 1,1</p> <p>0,85 ... 1,1</p> |
| potencia inicial aparente de la bobina con AC | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz ● con 60 Hz | <p>27 VA</p> <p>24,3 VA</p> |
| cos phi inductivo a la potencia de atracción de la bobina | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz ● con 60 Hz | <p>0,8</p> <p>0,75</p> |
| potencia de retención aparente de la bobina con AC | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz ● con 60 Hz | <p>4,2 VA</p> <p>3,3 VA</p> |
| cos phi inductivo con potencia de retención de la bobina | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 50 Hz ● con 60 Hz | <p>0,25</p> <p>0,25</p> |
| retardo de cierre | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC | 9 ... 35 ms |
| retardo de apertura | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con AC | 4 ... 15 ms |
| duración de arco | 10 ... 15 ms |
| tipo de control del accionamiento de maniobra | Standard A1 - A2 |
| Circuito de corriente secundario | |
| número de contactos NA para contactos auxiliares conmutación instantánea | 1 |
| intensidad de empleo con AC-12 máx. | 10 A |
| intensidad de empleo con AC-15 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 230 V valor asignado ● con 400 V valor asignado ● con 500 V valor asignado ● con 690 V valor asignado | <p>10 A</p> <p>3 A</p> <p>2 A</p> <p>1 A</p> |
| intensidad de empleo con DC-12 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 24 V valor asignado ● con 48 V valor asignado ● con 60 V valor asignado ● con 110 V valor asignado ● con 125 V valor asignado ● con 220 V valor asignado ● con 600 V valor asignado | <p>10 A</p> <p>6 A</p> <p>6 A</p> <p>3 A</p> <p>2 A</p> <p>1 A</p> <p>0,15 A</p> |
| intensidad de empleo con DC-13 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● con 24 V valor asignado ● con 48 V valor asignado ● con 60 V valor asignado ● con 110 V valor asignado ● con 125 V valor asignado ● con 220 V valor asignado ● con 600 V valor asignado | <p>10 A</p> <p>2 A</p> <p>2 A</p> <p>1 A</p> <p>0,9 A</p> <p>0,3 A</p> <p>0,1 A</p> |
| confiabilidad de contacto de los contactos auxiliares | una conexión errónea por 100 millones (17 V, 1 mA) |
| Valores nominales UL/CSA | |
| corriente a plena carga (FLA) para motor trifásico | |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • con 480 V valor asignado • con 600 V valor asignado | <p>4,8 A</p> <p>6,1 A</p> |
| <p>potencia mecánica entregada [hp]</p> <ul style="list-style-type: none"> • por motor monofásico <ul style="list-style-type: none"> — con 110/120 V valor asignado — con 230 V valor asignado • para motor trifásico <ul style="list-style-type: none"> — con 200/208 V valor asignado — con 220/230 V valor asignado — con 460/480 V valor asignado — con 575/600 V valor asignado | <p>0,25 hp</p> <p>0,75 hp</p> <p>1,5 hp</p> <p>2 hp</p> <p>3 hp</p> <p>5 hp</p> |
| <p>capacidad de carga de los contactos auxiliares según UL</p> | <p>A600 / Q600</p> |
| <p>Protección contra cortocircuitos</p> | |
| <p>tipo de cartucho fusible</p> <ul style="list-style-type: none"> • para protección contra cortocircuitos del circuito principal <ul style="list-style-type: none"> — con tipo de coordinación 1 necesario — con tipo de coordinación 2 necesario • para protección contra cortocircuitos del bloque de contactos auxiliares necesario | <p>gG: 35A (690V,100kA), aM: 20A (690V,100kA), BS88: 35A (415V,80kA)</p> <p>gG: 20A (690V,100kA), aM: 16A (690V, 100kA), BS88: 20A (415V, 80kA)</p> <p>gG: 10 A (500 V, 1 kA)</p> |
| <p>Instalación/ fijación/ dimensiones</p> | |
| <p>posición de montaje</p> | <p>con plano de montaje vertical, girable +/-180°; con plano de montaje vertical, inclinable +/-22,5° hacia delante y atrás</p> |
| <p>tipo de fijación</p> <ul style="list-style-type: none"> • montaje en serie | <p>fijación por tornillo y abroche a perfil DIN de 35 mm según DIN EN 60715</p> <p>Sí</p> |
| <p>altura</p> | <p>58 mm</p> |
| <p>anchura</p> | <p>45 mm</p> |
| <p>profundidad</p> | <p>73 mm</p> |
| <p>distancia que debe respetarse</p> <ul style="list-style-type: none"> • para montaje en serie <ul style="list-style-type: none"> — hacia adelante — hacia arriba — hacia abajo — hacia un lado • a piezas puestas a tierra <ul style="list-style-type: none"> — hacia adelante — hacia arriba — hacia un lado — hacia abajo • a piezas bajo tensión <ul style="list-style-type: none"> — hacia adelante — hacia arriba — hacia abajo — hacia un lado | <p>10 mm</p> <p>10 mm</p> <p>10 mm</p> <p>0 mm</p> <p>10 mm</p> <p>10 mm</p> <p>6 mm</p> <p>10 mm</p> <p>10 mm</p> <p>10 mm</p> <p>6 mm</p> |
| <p>Conexiones/ Bornes</p> | |
| <p>tipo de conexión eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • para circuito principal • para circuito auxiliar y circuito de mando • en contactor para contactos auxiliares • de la bobina | <p>conexión por tornillo</p> <p>conexión por tornillo</p> <p>Bornes de tornillo</p> <p>Bornes de tornillo</p> |
| <p>tipo de secciones de conductor conectables para contactos principales</p> <ul style="list-style-type: none"> • monofilar o multifilar • alma flexible con preparación de los extremos de cable | <p>2x (0,5 ... 1,5 mm²), 2x (0,75 ... 2,5 mm²), 2x 4 mm²</p> <p>2x (0,5 ... 1,5 mm²), 2x (0,75 ... 2,5 mm²)</p> |
| <p>sección de conductor conectable para contactos principales</p> <ul style="list-style-type: none"> • alma flexible con preparación de los extremos de cable | <p>0,5 ... 2,5 mm²</p> |
| <p>sección de conductor conectable para contactos auxiliares</p> <ul style="list-style-type: none"> • monofilar o multifilar • alma flexible con preparación de los extremos de cable | <p>0,5 ... 4 mm²</p> <p>0,5 ... 2,5 mm²</p> |
| <p>tipo de secciones de conductor conectables</p> <ul style="list-style-type: none"> • para contactos auxiliares <ul style="list-style-type: none"> — monofilar o multifilar | <p>2x (0,5 ... 1,5 mm²), 2x (0,75 ... 2,5 mm²), 2x 4 mm²</p> |

Generador CAx online

<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RT2015-1AB01>

Service&Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...)

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/ps/3RT2015-1AB01>

Base de datos de imágenes (fotos de producto, dibujos acotados 2D, modelos 3D, esquemas de conexiones, macros EPLAN, ...)

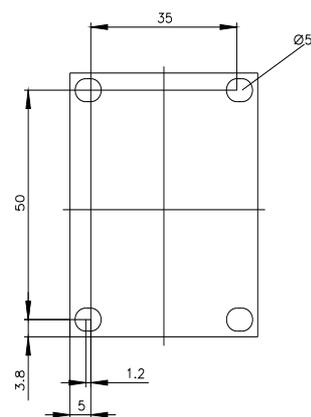
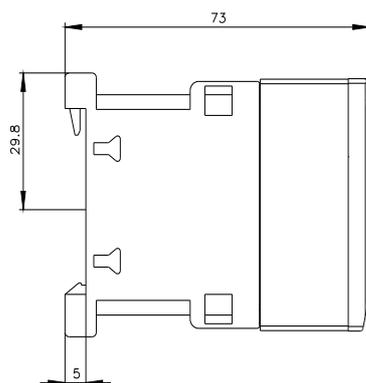
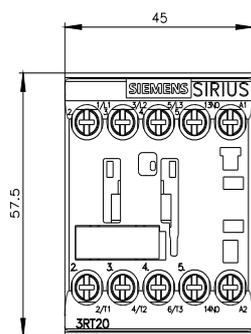
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3RT2015-1AB01&lang=en

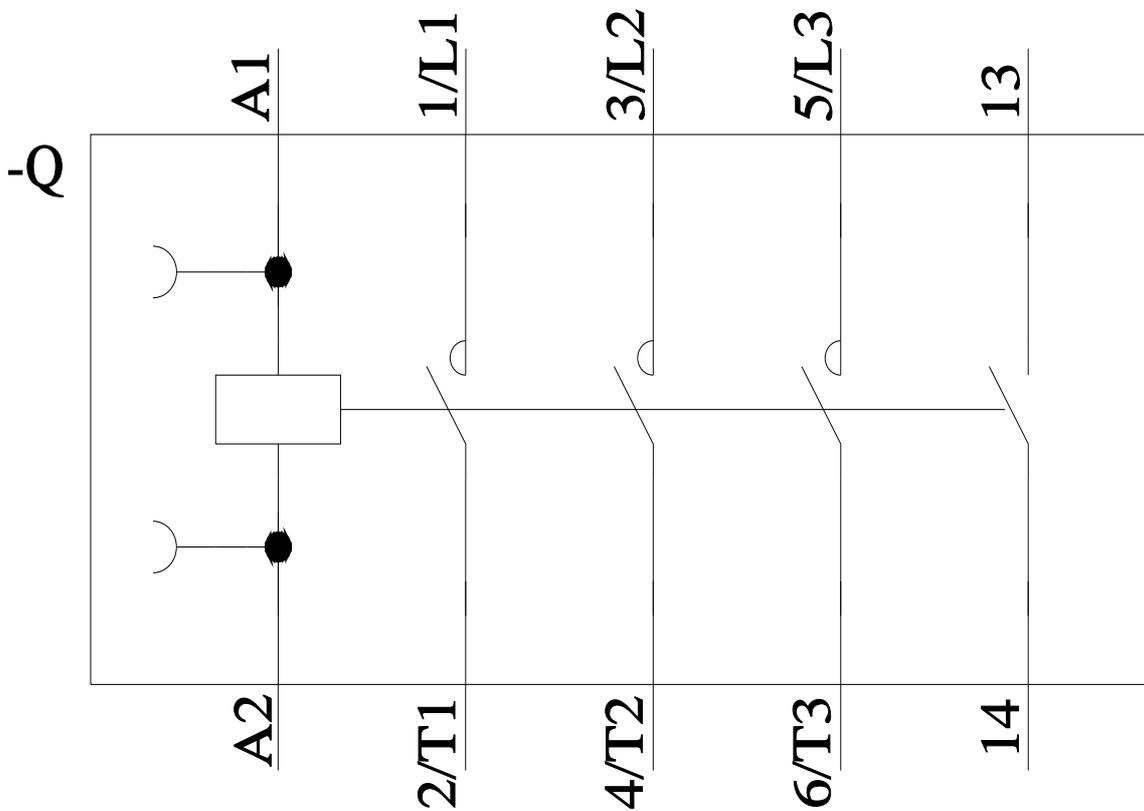
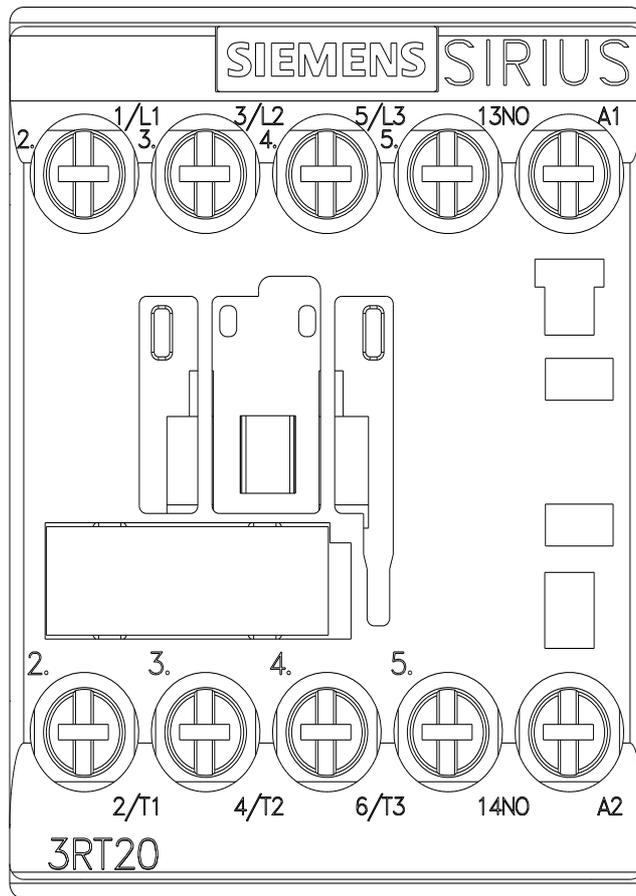
Curva característica: Comportamiento en disparo, I²t, Corriente de corte limitada

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RT2015-1AB01/char>

Otras características (p. ej. vida útil eléctrica, frecuencia de maniobras)

<http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?view=Search&mlfb=3RT2015-1AB01&objecttype=14&gridview=view1>





Ficha técnica del producto

Especificaciones



PARADA DE EMERGENCIA

XB7NS8442

Principal

| | |
|-------------------------------------|--|
| Gama de producto | Harmony XB7 |
| Tipo de Producto o Componente | Pulsador de parada de emergencia |
| Nombre Corto del Dispositivo | XB7 |
| Diámetro de montaje | 22 mm |
| Se vende en cantidades indivisibles | 10 |
| Forma del cabezal de unidad de | Redondo |
| Tipo de operario | enganche |
| Reset | Girar para liberar |
| Perfil de operador | Rojo Tipo Hongo Ø 40, Sin marca |
| Tipo y composición de contactos | 1 NC |
| Conexiones - terminales | Conexión tornillo de estribo, $\leq 2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo, $1 \times 0.34 \dots 2 \times 2.5 \text{ mm}^2$ sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1 |
| Presentación del dispositivo | Producto monolítico |

Complementario

| | |
|--------------------------------|---|
| Anchura global CAD | 40 mm |
| Altura global CAD | 40 mm |
| Fondo global CAD | 72 mm |
| Descripción terminales ISO nº1 | (11-12)NC |
| Peso del producto | 0,035 kg |
| Montaje del dispositivo | Orificio de fijación - diámetro: 22,5 mm 22.3 +0.4/0 conforme a EN/IEC 60947-1 |
| Centro de fijación | $\geq 30 \times 40 \text{ mm}$ (Panel de soporte) Metal - espesor: 1...6 mm $\geq 30 \times 40 \text{ mm}$ (Panel de soporte) plástico - espesor: 2...6 mm |
| Modo de fijación | Fijación de la tuerca bajo la cabeza: 2...2,4 N.m |
| Funcionamiento de contacto | Acción rápida |
| Uso de contactos | Estándar |
| Apertura positiva | Con conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo K |
| Endurancia mecánica | 100000 Ciclos |
| Par de apriete | 0,8...1,2 N.m conforme a EN 60947-1 |

| | |
|---|--|
| Forma de la cabeza de tornillo | Cruzado compatible con JIS No 1 destornillador Cruzado compatible con Philips n° 1 destornillador Cruzado compatible con Pozidriv n° 1 destornillador Con ranuras compatible con plano 4 mm Ø destornillador Con ranuras compatible con plano 5,5 mm Ø destornillador |
| Protección contra cortocircuito | 4 A Fusible de cartuchos tipo gG conforme a EN/IEC 60947-5-1 |
| Tensión asignada de aislamiento | 250 V (grado de polución 3) conforme a EN/IEC 60947-1 |
| [Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques | 4 kV conforme a EN/IEC 60947-1 |
| Intensidad asignada de empleo (Ie) | 0,1 A a 250 V, DC-13, R300 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0,22 A a 125 V, DC-13, R300 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0,75 A a 240 V, AC-15, C300 conforme a EN/IEC 60947-5-1 1,5 A a 120 V, AC-15, C300 conforme a EN/IEC 60947-5-1 |
| Endurancia eléctrica | 1000000 Ciclos, DC-13, 0,3 A a 24 V, velocidad de operado <216000 cyc/mn, factor de carga: 0,5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 Ciclos, AC-15, 0,03 A a 230 V, velocidad de operado <216000 cyc/mn, factor de carga: 0,5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 Ciclos, AC-15, 0,09 A a 240 V, velocidad de operado <108000 cyc/mn, factor de carga: 0,5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C |
| Fiabilidad eléctrica IEC 60947 | $\Lambda < 5 \times 10^{\exp(-7)}$ a 17 V y 5 mA conforme a IEC 60947-5-4 |

Entorno

| | |
|---|---|
| Tratamiento de Protección | TH |
| Temperatura ambiente de almacenamiento | -40...70 °C |
| Temperatura ambiente de funcionamiento | -25...70 °C |
| Tipo de protección contra descargas eléctricas | Clase II conforme a IEC 60536 |
| Grado de protección IP | IP20 conforme a IEC 60529 (Cara trasera) IP65 conforme a IEC 60529 (Cara frontal) |
| Grado de protección NEMA | NEMA 12 conforme a UL 50 NEMA 3 conforme a UL 50 |
| Estándares | EN/IEC 60947-1 UL 508 CSA C22.2 No 14 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-5 IEC 60364-5-53 EN/IEC 60204-1 EN/ISO 13850 |
| Certificaciones de Producto | CCC GOST |
| Resistencia a las vibraciones | 5 gn (f= 2...500 Hz) conforme a IEC 60068-2-6 |
| Resistencia a los choques | 15 gn (duración = 11 ms) para Aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27 |

Unidades de embalaje

| | |
|---|-------|
| Tipo de unidad de paquete 1 | PCE |
| Número de unidades en el paquete 1 | 1 |
| Paquete 1 Altura | 15 cm |
| Paquete 1 Ancho | 8 cm |
| Paquete 1 Longitud | 16 cm |
| Paquete 1 Peso | 46 g |
| Tipo de unidad de paquete 2 | BAG |
| Número de unidades en el paquete 2 | 10 |
| Paquete 2 Altura | 15 cm |

| | |
|------------------------------------|---------|
| Paquete 2 Ancho | 8 cm |
| Paquete 2 Longitud | 16 cm |
| Paquete 2 Peso | 468 g |
| Tipo de unidad de paquete 3 | S01 |
| Número de unidades en el paquete 3 | 50 |
| Paquete 3 Altura | 15 cm |
| Paquete 3 Ancho | 15 cm |
| Paquete 3 Longitud | 40 cm |
| Paquete 3 Peso | 2,67 kg |

Sostenibilidad de la oferta

| | |
|--------------------------------------|---|
| Estado de oferta sostenible | Producto verde premium |
| Reglamento REACh | Declaración de REACh |
| Conforme con REACh sin SVHC | Sí |
| Directiva RoHS UE | Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE |
| Sin metales pesados tóxicos | Sí |
| Sin mercurio | Sí |
| Normativa de RoHS China | Declaración RoHS China |
| Información sobre exenciones de RoHS | Sí |
| Comunicación ambiental | Perfil ambiental del producto |
| Perfil de circularidad | Información de fin de vida útil |
| RAEE | En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura. |

Garantía contractual

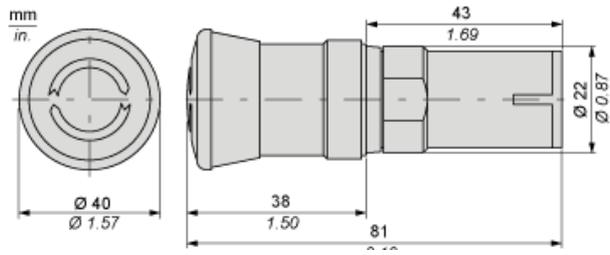
| | |
|---------------------|----------|
| Periodo de garantía | 18 Meses |
|---------------------|----------|

Ficha técnica del producto

XB7NS8442

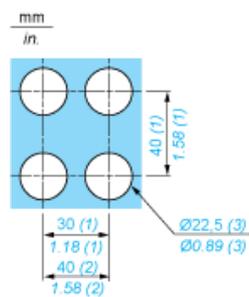
Esquemas de dimensiones

Pulsador no iluminado



Montaje

Diámetro de orificios de sujeción terminados



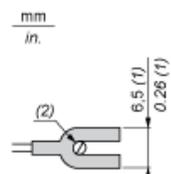
- (1) Valor mínimo.
- (2) 40 mm (1,58 in) solo para pulsador de parada de emergencia.
- (3) Valor estándar: Ø 22,3 (0; +0,4) mm (Ø 0,88 (0; +0,02) in).

Ficha técnica del producto

XB7NS8442

Montaje y aislamiento

Conexión con terminal de horquilla



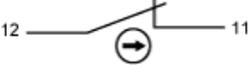
- (1) 6,5 mm (0,26 in) recomendado, 7 mm (0,28 in) máx.
- (2) Terminal con tornillo de presión M3.

Ficha técnica del producto

XB7NS8442

Conexiones y esquema

Cableado



Reemplazo(s) recomendado(s)

BURGERT S.A.

San Lorenzo 2162 | B1826GRB | R. de Escalada
 Pcia. de Buenos Aires | Tel.: (5411) 4246-9167
 Fax: (5411) 4246-4923 | www.pinturasburgert.com



Acabado blanco o coloreado brillante isocianato alifático, de muy buen brillo y retención de color, dureza, nivelación, resistente a la abrasión y a la intemperie. Puede ser usado en atmósfera industrial.

| | |
|--------------------|--|
| COMPOSICIÓN | Poliuretano acrílico con poliisocianato alifático y pigmentos inertes resistentes a la luz. |
| USOS | Exterior de tanques, contenedores y cisternas, cañerías, maquinarias y equipos, galpones y edificios, techos, carteles, carrocerías, automotores, etc. Acero, hierro, galvanizado, aluminio, madera y mampostería. |
| RESISTENCIA | Excelente: intemperie, humedad, abrasión, derivados del petróleo, ceras y grasas. |

| | |
|---------------------------------|---|
| ASPECTO | Brillante color blanco o colores por teñido con concentrados Vanguard. |
| VISCOSIDAD A 25°C | 50-60 UK de la mezcla (alrededor de 1' CF4 según color). |
| SECADO 25°C Y 50% DE HR. | Libre de tacto: menos de 1 hora. Repintar: 16-48 horas. Curado completo: 7 días. Se puede acelerar soplando aire tibio. |
| DILUYENTE | Dilución y limpieza: VDI5595004. VDI5595008 (invierno). |
| VOLUMEN DE SÓLIDOS | 40,5% promedio de la mezcla. |
| ESPESOR SECO RECOMENDADO | 25 – 40 micrones por mano, dependiendo del color y las condiciones de aplicación. |
| RENDIMIENTO TEÓRICO | 16 m ² /l a 25 micrones secos, variable según aplicación. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE | Todas las superficies a pintar deben estar limpias, secas, desengrasadas y libres de partes flojas. Se aplica directamente sobre fondo epoxi. Tratándose de superficies pintadas, lijar previamente, aplicar en una pequeña zona el producto y observar si no se produce remoción, arrugado u otros defectos antes de pintar. |
| APLICACIÓN | A soplete convencional diluido a 18-23 seg. CF4: dejar en reposo hasta eliminar aire, 2 / 3 manos, orear 10-20' entre manos. Se puede usar soplete sin aire. Dilución excesiva puede causar hervido en la película. Limpiar los equipos de pintado inmediatamente con los diluyentes mencionados, una vez terminado. Lijar suavemente entre manos si ha transcurrido más de 48 hs. Pincel o rodillo para retoques. |
| PRESENTACIÓN | VPU5570100 3 y 15 Litros. Base teñida: 3.41 y 17.05 Litros VPU5570111 3.7 y 18.5 Litros. Base teñida: 3.77 y 18.88 Litros Convertidor: 1, 4 y 20 Litros |
| RELACIÓN DE MEZCLA | Mezclar Base y Convertidor en relación 2 / 1 en volumen. |
| VIDA ÚTIL DE LA MEZCLA A 20°C | 1 a 3 horas., variable según la temperatura ambiente. |
| ALMACENAMIENTO | Conservar el producto en envase cerrado, en recinto ventilado y con temperatura entre 10 y 40°C. Validez: 2 años a partir de la fecha de fabricación. Por revalidaciones consultar al Dpto. Técnico. |

BURGERT S.A.

San Lorenzo 2162 | B1826GRB | R. de Escalada
 Pcia. de Buenos Aires | Tel.: (5411) 4246-9167
 Fax: (5411) 4246-4923 | www.pinturasburgert.com



| | |
|---|---|
| PRECAUCIÓN | Aplicar con temperatura mayor de 15° C y HR menor de 70% y mínimo 3° C por encima del punto de rocío. |
| SEGURIDAD Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE | <p>Mantener fuera del alcance de niños y animales. No ingerir. No inhalar los vapores. Evitar el contacto con la piel y los ojos. Mantener lejos de llama, calor, fuentes de ignición y no fumar mientras se aplica el producto. Trabajar en ambientes ventilados. Si se aplica a soplete usar máscara adecuada. Si hay que lijar utilizar protección ocular y máscara. No quemar pinturas viejas para removerlas de la superficie. No arrojar pintura en drenajes o cursos de agua. Solicitar hoja de seguridad a Burgert S.A.</p> |
| PRIMEROS AUXILIOS | <p>En caso de ingestión no provocar vómitos. Beber abundante agua. En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón la zona afectada, no utilizar solventes. En caso de contacto con los ojos, enjuagarlos inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos. Si tiene dificultades para respirar, salga en busca de aire fresco. Si la dificultad continúa contacte a un centro médico. Centro Nacional de Intoxicaciones: 0-800-333-0160 Centro Intoxicaciones Hospital Posadas: (011) 4658-7777</p> |

La información y los métodos presentados en esta ficha técnica están basados en los mejores datos y prácticas disponibles conocidas por Burgert S.A. hasta el presente. Sin embargo, estos no conforman implícitamente ninguna garantía de performance, resultados o desempeño. Burgert S.A. no asume responsabilidad alguna por el mal uso o incorrecta interpretación de la información aquí suministrada. Burgert S.A. sugiere a los usuarios que realicen sus propias determinaciones para la adecuación de la información a sus aplicaciones particulares como obligación propia de cada usuario. Para la aplicación en condiciones especiales contacte con nuestro departamento técnico vía telefónica a +54 11 4296 – 9167 o vía email a: laboratorio@pinturasburgert.com