

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA CORTAR RACACHAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER  
EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**AUTOR:**

Oscar Esnaider Olivari Vargas

**ASESOR:**

Benjamín Eliseo Barriga Gamarra

Setiembre, 2019



© 2019, Oscar Esnaider Olivari Vargas

Se autoriza la reproducción total o parcial,  
Con fines académicos a través de cualquier  
Medio o procedimiento, incluyendo la cita  
Bibliográfica del documento.

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló el diseño de una máquina, capaz de realizar diversos tipos de cortes a Racachas peladas, tales como tiras, cubos y rebanadas para su cocinado a una razón máxima de producción de 2000 kilogramos por hora, es encontrado la utilidad de este proyecto debido a que este vegetal que tiene buenas cualidades nutricionales, puede ser usado en diversas formas de cocinado diferentes a las actuales, de esta manera, es posible incrementar la producción y consumo de este vegetal en el Perú, lo cual traerá un impacto económico al país debido al incremento de la producción de Racachas a nivel nacional, además de aumentar la diversidad culinaria.

El diseño de la Máquina, se usó la metodología del diseño para poder organizar las funciones parciales y principal a cumplir por parte de la máquina, obteniendo un conceptos de solución para poder llegar a tener un proyecto óptimo, esto se logró mediante la evaluación técnica y económica parcial de cada proyecto, finalmente se obtuvo el prototipo de una máquina que puede cortar Racachas que utiliza un mecanismo neumático para accionar unos cortadores fijos, los cuales son intercambiables y configurables a necesidad del usuario, también consta de un motor eléctrico que sirve para dar movimiento a una navaja rotatoria para realizar otros tipos de corte adicionales, la máquina tiene un sentido de alimentación tal que las Racachas son vertidas en una tolva de carga, ingresan a una cámara de cortado, las Racachas luego son cortadas mediante los diversos mecanismos de corte, y finalmente pasan a salir por un ducto de salida. Aparte de los mecanismos necesarios para efectuar el corte en las Racachas, también fue necesario dimensionar los componentes más importantes de la máquina, tales como ejes, transmisión de potencia, selección de motor, selección de pistones neumáticos, diseños de estructuras y bastidores de acero inoxidable, tolvas, selección de lubricantes, rodamientos, entre otros, de tal manera que se logró obtener una máquina ergonómica y que pueda trabajar con alimentos sin contaminarlos.

En el desarrollo del presente proyecto, también fue necesario ejecutar ensayos de corte a Racachas, dado que la máquina necesita garantizar la ejecución de diversos tipos de cortes de Racachas y ser a la vez dimensionada utilizando la fuerza mínima necesaria para poder cortar una Racacha, es por ello que se realizó ensayos de corte en el Laboratorio de materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú para obtener dicho valor mediante una evaluación estadística de los diversos valores obtenidos, encontrando que la Racacha, tienen un núcleo relativamente más duro que el resto de su carnosidad.

Finalmente, el proyecto fue valorado en un costo de 21 078.90 soles más impuesto general a las ventas, en costes que involucran los componentes, piezas metálicas, componentes mecánicos diversos y ensamble.

## **TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA MECÁNICA**

TITULO : DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA CORTAR  
RACACHAS

AREA : Diseño

PROPUESTA POR : Ing. Eliseo Benjamín Barriga Gamarra

ASESOR : Ing. Eliseo Benjamín Barriga Gamarra

TESISTA : Oscar Esnaider Olivari Vargas

CODIGO : 20174063

FECHA : 25 de Setiembre de 2019

### **DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS:**

La Racacha es un tipo de opiácea, no es muy conocido en el país del Perú, a pesar de tener buenas propiedades nutricionales, algunas de ellas mejores que la papa, no hay mucho uso de esta hortaliza en la industria alimentaria del Perú, es posible que esto se deba a la falta de formas de cocinado y/o consumo de este vegetal, es por eso que se observa la posibilidad de hacer diversos tipos de corte en las Racachas, similares a los que se realizan en las papas, camotes y otros vegetales, con el fin de crear nuevas formas de cocinado y cocinado para este vegetal en la industria alimentaria que además incrementara la producción nacional de Racachas.

Es por tal motivo que se encuentra la posibilidad de diseñar una máquina electromecánica la cual pueda realizar diversos tipos de corte de Racachas, como cortes largos, cuadrados o rebanadas, de esta forma podrán ser freídas, similares a las papas fritas o camotes fritos, la máquina podrá tener una capacidad productiva de 2000 [kg/hr], el cual es un rango algo superior al promedio de máquinas similares para cortes en patatas. Para realizar el proyecto, se analizará, se diseñarán y se seleccionara los mecanismos, equipos eléctricos y componentes mecánicos involucrados en el proceso para obtener un proyecto óptimo, el cual podrá implementarse a futuro en una línea de producción más grande, para la producción alimenticia en masa, la cual constara de una línea de lavado del vegetal, pelado del vegetal, el corte del vegetal, freído de los cortes y empaquetado del producto terminado.



**TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER  
EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA CORTAR RACACHAS”**

Introducción

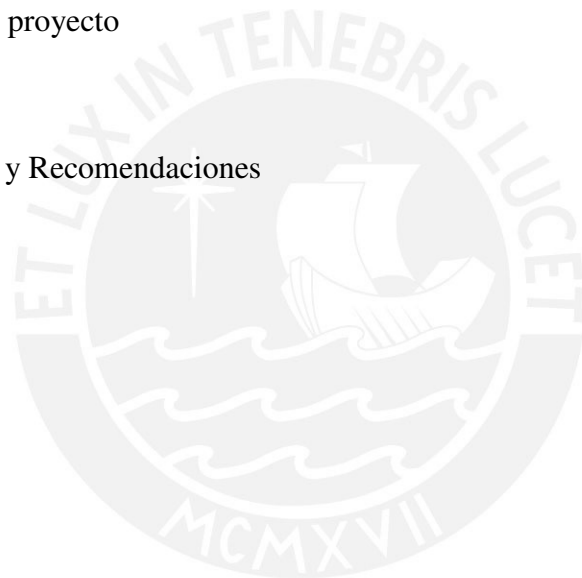
1. La racacha Peruana y Máquinas para cortar Vegetales
2. Estudio de fuerza de corte en Racachas
3. Diseño Conceptual
4. Análisis y cálculo del proyecto definitivo
5. Costos del proyecto

Conclusiones

Observaciones y Recomendaciones

Bibliografía

Anexos



---

Ing. Eliseo Benjamín Barriga Gamarra  
Asesor



*Dedicado a mi madre y a mi tío  
Wildor, quienes me ayudaron a  
realizar esta maestría.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Un especial agradecimiento al Laboratorio de Materiales de la especialidad de Ingeniería Mecánica de Pontificia Universidad Católica del Perú, donde se llevaron a cabo mediciones de fuerza de corte en Racachas, así mismo al jefe de laboratorio el ingeniero Anibal Rozas por permitir realizar dichos ensayos, y al ingeniero Jorge Pajuelo, quien estuvo presente en la realización de los ensayos.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                                          | Pág.      |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| APROBACION DE TEMARIO DE TESIS.....                                      | i         |
| DEDICATORIA.....                                                         | ii        |
| AGRADECIMIENTO.....                                                      | iv        |
| INDICE DE TABLAS.....                                                    | v         |
| INDICE DE FIGURAS.....                                                   | ix        |
| LISTA DE SIMBOLOS.....                                                   | xi        |
| INTRODUCCION.....                                                        | 1         |
| <b>1. LA RACACHA PERUANA Y MÁQUINAS PARA CORTAR</b>                      |           |
| <b>VEGETALES .....</b>                                                   | <b>3</b>  |
| 1.1. La Racacha Peruana .....                                            | 3         |
| 1.1.1. Tipos de Racachas.....                                            | 4         |
| 1.1.2. Zonas de Crecimiento .....                                        | 6         |
| 1.1.3. Proceso de producción y usos .....                                | 7         |
| 1.2. Problemática de uso de la Racacha en la industria alimentaria ..... | 9         |
| 1.3. Cortes en Vegetales.....                                            | 11        |
| 1.3.1. Proceso de cortes en Vegetales .....                              | 12        |
| 1.3.2. Tipos de cortes en Vegetales.....                                 | 14        |
| 1.3.3. Navajas para cortes en Vegetales.....                             | 15        |
| 1.4. Máquinas cortadoras de Vegetales.....                               | 16        |
| 1.4.1. Máquinas de corte automatizadas y semi-automatizadas .....        | 16        |
| 1.4.2. Máquinas de corte manuales .....                                  | 18        |
| <b>2. ESTUDIO DE FUERZA DE CORTE EN RACACHAS.....</b>                    | <b>19</b> |
| 2.1. Análisis de Corte en Vegetales .....                                | 19        |
| 2.2 Plan experimental para corte en Racachas .....                       | 21        |
| 2.2.1 Especímenes de prueba para corte experimental .....                | 22        |
| 2.2.2 Prototipo físico para experimento de corte en Racachas .....       | 23        |
| 2.3. Análisis y diagramas de corte en Racachas.....                      | 25        |
| 2.3.1 Resultados de cortes en Racachas .....                             | 27        |

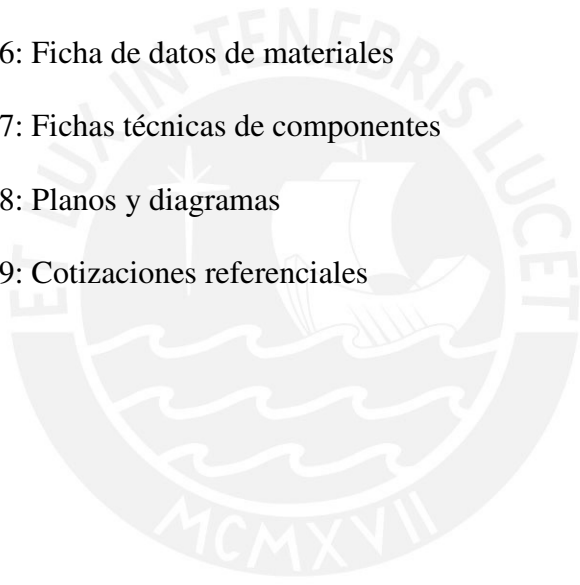
|           |                                                                 |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.2     | Fuerza promedio de corte por unidad de ancho en Racachas .....  | 28        |
| 2.3.3     | Fuerza máxima de corte registrada para corte de Racachas.....   | 29        |
| 2.3.4     | Energía de corte en Racachas.....                               | 29        |
| 2.3.5     | Determinación de la fuerza necesaria para cortar Racachas ..... | 30        |
| <b>3.</b> | <b>DISEÑO CONCEPTUAL .....</b>                                  | <b>32</b> |
| 3.1       | Consideraciones y requisitos de Diseño.....                     | 32        |
| 3.1.1     | Función Principal .....                                         | 33        |
| 3.1.2     | Recepción del Producto .....                                    | 33        |
| 3.1.3     | Energía .....                                                   | 33        |
| 3.1.4     | Seguridad .....                                                 | 34        |
| 3.1.5     | Señales de informaciones.....                                   | 34        |
| 3.1.6     | Ergonomía.....                                                  | 34        |
| 3.1.7     | Control de Calidad .....                                        | 35        |
| 3.1.8     | Mantenimiento .....                                             | 35        |
| 3.1.9     | Bases para Lista de Exigencias del Proyecto .....               | 35        |
| 3.2       | Función del sistema.....                                        | 37        |
| 3.2.1     | Entradas y salidas del sistema.....                             | 37        |
| 3.2.2     | Secuencia de trabajo.....                                       | 38        |
| 3.2.3     | Estructura de Funciones .....                                   | 39        |
| 3.2.4     | Funciones Parciales.....                                        | 41        |
| 3.3       | Diseño Conceptual .....                                         | 42        |
| 3.3.1     | Diseño Conceptual N° 1.....                                     | 43        |
| 3.3.2     | Diseño Conceptual N° 2.....                                     | 44        |
| 3.3.3     | Diseño Conceptual N° 3.....                                     | 45        |
| 3.3.4     | Diseño Conceptual N° 4.....                                     | 46        |
| 3.3.4     | Diseño Conceptual N° 5.....                                     | 47        |
| 3.3.5     | Elección del concepto óptimo .....                              | 48        |
| 3.4       | Diseño del proyecto óptimo .....                                | 49        |
| 3.4.1     | Proyecto N° 1 .....                                             | 49        |
| 3.4.2     | Proyecto N° 2 .....                                             | 50        |
| 3.4.3     | Proyecto N° 3 .....                                             | 51        |
| 3.4.4     | Proyecto N° 4 .....                                             | 51        |
| 3.4.5     | Proyecto N° 5 .....                                             | 52        |
| 3.4.6     | Elección del proyecto óptimo y definitivo .....                 | 53        |
| <b>4.</b> | <b>ANÁLISIS Y CÁLCULO DEL PROYECTO DEFINITIVO.....</b>          | <b>57</b> |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1 Estimación de masa en cámara de cortado.....                              | 57         |
| 4.1.1 Dimensiones de Racachas y volumen útil para cámara de corte .....       | 57         |
| 4.1.2 Masa útil de Racachas en cámara de corte.....                           | 59         |
| 4.1.3 Ciclo de trabajo .....                                                  | 62         |
| 4.2 Diseño de cortadores fijos.....                                           | 63         |
| 4.2.1 Calculo de resistencia por navaja en cortador fijo .....                | 63         |
| 4.2.2 Numero de navajas en cortador fijo .....                                | 67         |
| 4.2.3 Fuerza total producida por los cortadores fijos.....                    | 68         |
| 4.3 Diseño de cortador auxiliar de cámara de corte .....                      | 69         |
| 4.3.1 Dimensiones y resistencia de cortador auxiliar.....                     | 69         |
| 4.3.2 Resistencia en unión critica de cámara de corte .....                   | 70         |
| 4.4 Sistemas neumáticos .....                                                 | 72         |
| 4.4.1 Selección de cilindro neumático principal .....                         | 73         |
| 4.4.2 Selección de cilindro neumático auxiliar .....                          | 74         |
| 4.4.3 Caudal de alimentación y velocidad de cilindro principal .....          | 76         |
| 4.4.4 Secuencia de activación de cilindros neumáticos .....                   | 79         |
| 4.4.5 Componentes neumáticos .....                                            | 79         |
| 4.5 Diseño de cortador rotatorio.....                                         | 80         |
| 4.5.1 Cinemática de velocidad de corte y velocidad de giro.....               | 81         |
| 4.5.2 Potencia y resistencia en cortador rotatorio .....                      | 82         |
| 4.6 Diseño de la transmisión de potencia.....                                 | 88         |
| 4.7 Calculo de árbol 1 .....                                                  | 90         |
| 4.8 Calculo de árbol 2 .....                                                  | 98         |
| 4.9 Uniones entre arboles.....                                                | 102        |
| 4.9.1 Acoplamiento entre árbol 2 y el motor eléctrico.....                    | 102        |
| 4.9.2 Chavetas en arboles.....                                                | 102        |
| 4.10 Selección de rodajes, chumaceras y lubricante .....                      | 104        |
| 4.11 Cálculos estructurales.....                                              | 105        |
| 4.12 Análisis de miembro más esforzado y validación de elementos finitos..... | 107        |
| 4.13 Automatización y control de componentes. ....                            | 109        |
| <b>5. COSTOS DEL PROYECTO.....</b>                                            | <b>111</b> |
| 5.1 División de componentes en partidas.....                                  | 111        |
| 5.2 Costo del proyecto.....                                                   | 112        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| CONCLUSIONES.....                    | 116 |
| OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES..... | 118 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                    | 119 |

ANEXOS:

- ANEXO 1: Lista de exigencias
- ANEXO 2: Matriz Morfológica de conceptos
- ANEXO 3: Matriz Morfológica de proyectos
- ANEXO 4: Datos y gráficos de ensayos de corte de Racachas
- ANEXO 5: Fotos de ensayos de corte de Racachas
- ANEXO 6: Ficha de datos de materiales
- ANEXO 7: Fichas técnicas de componentes
- ANEXO 8: Planos y diagramas
- ANEXO 9: Cotizaciones referenciales

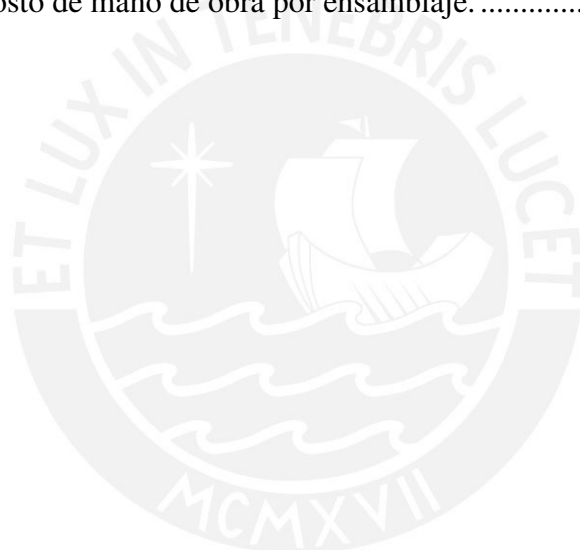


## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                  | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1.1.- Propiedades nutricionales de la Racacha 2.....                       | 4    |
| Tabla 1.2.- Variedades de Racacha 3.....                                         | 5    |
| Tabla 2.1.- Resumen de valores de corte. ....                                    | 30   |
| Tabla 3.1.- Resumen de Lista de Exigencias. ....                                 | 36   |
| Tabla 3.2.- Comparación Cualitativa de diseños conceptuales.....                 | 48   |
| Tabla 3.3.- Evaluación de criterios técnicos de proyectos. ....                  | 54   |
| Tabla 3.4.- Evaluación de criterios económicos de proyectos. ....                | 55   |
| Tabla 3.5.- Valores de criterios técnicos y económicos de proyectos. ....        | 55   |
| Tabla 4.1.- Tabla de medidas referenciales de Racachas.....                      | 58   |
| Tabla 4.2.- Resultados de llenado en cámara. ....                                | 61   |
| Tabla 4.3.- Valores de flexión y resistencia en navaja.....                      | 65   |
| Tabla 4.4.- Valores de resistencia a la fatiga en navajas fijas.....             | 66   |
| Tabla 4.5.- Resistencia en unión soldada de cámara de corte.....                 | 72   |
| Tabla 4.6.- Características de cilindro neumático principal.....                 | 73   |
| Tabla 4.7.- Esbeltez en barra de cilindro principal. ....                        | 74   |
| Tabla 4.8.- Características de cilindro neumático auxiliar.....                  | 75   |
| Tabla 4.9.- Pandeo en cilindro neumático auxiliar. ....                          | 75   |
| Tabla 4.10.- Calculo de caudal de alimentación a 6 bares. ....                   | 77   |
| Tabla 4.11.- Consumo instantáneo en cilindro principal. ....                     | 78   |
| Tabla 4.12.- Determinación de coeficiente de válvula principal. ....             | 78   |
| Tabla 4.13.- Componentes neumáticos del sistema. ....                            | 80   |
| Tabla 4.14.- Calculo velocidades de giro del árbol 1.....                        | 82   |
| Tabla 4.15.- Potencia de cortador rotatorio.....                                 | 84   |
| Tabla 4.16.- Resistencia por fluencia de la navaja rotatoria. ....               | 86   |
| Tabla 4.17.- Resistencia a la fatiga de la navaja rotatoria.....                 | 86   |
| Tabla 4.18.- Calculo de la unión soldada en porta navaja rotatorio.....          | 87   |
| Tabla 4.19.- Relaciones de transmisión. ....                                     | 88   |
| Tabla 4.20.- Dimensionamiento de poleas conducidas con diámetros primitivos..... | 89   |
| Tabla 4.21.- Potencia corregida de faja en V. ....                               | 89   |
| Tabla 4.22.- Fuerzas existentes aplicadas a árbol 1. ....                        | 93   |
| Tabla 4.23.- Resistencia a la fluencia en árbol 1.....                           | 97   |
| Tabla 4.24.- Resistencia a la fatiga en árbol 1. ....                            | 97   |
| Tabla 4.25.- Resistencia a la fluencia en árbol 2.....                           | 101  |
| Tabla 4.26.- Resistencia a la fatiga en árbol 2. ....                            | 101  |



|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 4.27.- Presiones de chavetas en árboles. ....                | 103 |
| Tabla 4.28.- Esfuerzos cortantes de chavetas en árboles. ....      | 103 |
| Tabla 4.29.- Duración de rodamientos. ....                         | 104 |
| Tabla 4.30.- Esfuerzos en miembro estructural más solicitado. .... | 108 |
| Tabla 5.1.- Costos de Árboles y chavetas. ....                     | 112 |
| Tabla 5.2.- Costos de Pernería. ....                               | 112 |
| Tabla 5.3.- Costos de Fabricaciones conformadas. ....              | 113 |
| Tabla 5.4.- Costos de Navajas. ....                                | 113 |
| Tabla 5.5.- Costos de Lanas antifricción. ....                     | 113 |
| Tabla 5.6.- Costos de Poleas. ....                                 | 113 |
| Tabla 5.7.- Costos de Equipos y accesorios de potencia. ....       | 113 |
| Tabla 5.8.- Costos de Sistema eléctrico. ....                      | 114 |
| Tabla 5.9.- Costos de Sistema neumático. ....                      | 114 |
| Tabla 5.10.- Costo de mano de obra por ensamblaje. ....            | 115 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                       | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1.1.- Imagen de vegetal de una Racacha común 1.....                                            | 3    |
| Figura 1.2.- Imagen de Carnes de Racachas 4.....                                                      | 5    |
| Figura 1.3.- Ilustración de cascara de colores 5.....                                                 | 6    |
| Figura 1.4.- Altitud de crecimiento de la Racacha 6.....                                              | 6    |
| Figura 1.5.- Distribución geográfica de la Racacha 7.....                                             | 7    |
| Figura 1.6.- Ciclo de uso de la Racacha.....                                                          | 8    |
| Figura 1.7.- Fritura de Racacha 8.....                                                                | 9    |
| Figura 1.8.- Comparativa de producción de Racacha Nacional 9.....                                     | 10   |
| Figura 1.9.- Corte paralelo al avance 10.....                                                         | 12   |
| Figura 1.10.- Corte perpendicular al avance 11.....                                                   | 13   |
| Figura 1.11.- Tipos de cortes comunes 12.....                                                         | 15   |
| Figura 1.12.- Navajas para cortar vegetales 13.....                                                   | 15   |
| Figura 1.13.- Máquina de cortar Cuttingmachine SFS 14.....                                            | 17   |
| Figura 1.14.- Máquina de cortar Cuttingmachine 3D 15.....                                             | 17   |
| Figura 1.15.- Máquina de corte manual 17.....                                                         | 18   |
| Figura 2.1.- Geometría de cuchilla de bisel simple.....                                               | 20   |
| Figura 2.2.- Grafico de corte vs. Profundidad de corte de un vegetal. ....                            | 20   |
| Figura 2.3.- Avance de Guillotina para corte de Racacha.....                                          | 22   |
| Figura 2.4.- Prisma para ensayo de corte de Racacha, albergando núcleo. ....                          | 23   |
| Figura 2.5.- Concepto de Base para Racacha.....                                                       | 24   |
| Figura 2.6.- Concepto de Guillotina de corte.....                                                     | 24   |
| Figura 2.7.- Montaje final de prototipo para corte de Racachas. ....                                  | 25   |
| Figura 2.8.- Fuerza en función de la profundidad de corte de un diagrama de corte<br>cualquiera. .... | 26   |
| Figura 2.9.- Zona de fuerza promedio por unidad de ancho en corte. ....                               | 26   |
| Figura 2.10.- Corte de Racacha por medio de Guillotina en Laboratorio.....                            | 27   |
| Figura 2.11.- Base y altura medibles de una sección de Racacha de prueba. ....                        | 28   |
| Figura 2.12.- Comparativa en barras de fuerza promedio de corte.....                                  | 28   |
| Figura 2.13.- Comparativa en barras de fuerza máxima de corte. ....                                   | 29   |
| Figura 2.14.- Comparativa en barras de energía de corte por unidad de sección. ....                   | 30   |
| Figura 3.1.- Secuencia básica de diseño.....                                                          | 32   |
| Figura 3.2.- Caja negra de la cortadora de Racachas. ....                                             | 37   |
| Figura 3.3.- Estructura de Funciones base de la máquina cortadora de Racachas.....                    | 40   |
| Figura 3.4.- Diseño Conceptual N°1.....                                                               | 43   |
| Figura 3.5.- Diseño Conceptual N°2.....                                                               | 44   |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.6.- Diseño Conceptual N°3. ....                                               | 45 |
| Figura 3.7.- Diseño Conceptual N°4. ....                                               | 46 |
| Figura 3.8.- Diseño Conceptual N°5. ....                                               | 47 |
| Figura 3.9.- Proyecto N°1. ....                                                        | 50 |
| Figura 3.10.- Proyecto N°2. ....                                                       | 50 |
| Figura 3.11.- Proyecto N°3. ....                                                       | 51 |
| Figura 3.12.- Proyecto N°4. ....                                                       | 52 |
| Figura 3.13.- Proyecto N°5. ....                                                       | 53 |
| Figura 3.14.- Grafico de valoración técnica y económica de proyectos. ....             | 56 |
| Figura 4.1.- Medidas referenciales de Racachas, unidades en milímetros.....            | 58 |
| Figura 4.2.- Contraste de una Racacha y un cilindro que la contiene. ....              | 59 |
| Figura 4.3.- Distribución en cámara de corte. ....                                     | 60 |
| Figura 4.4.- Distribución de Racachas en cámara de corte. ....                         | 61 |
| Figura 4.5.- Distribución de cortadores fijos. ....                                    | 63 |
| Figura 4.6.- Imagen de una navaja con un filo a doble bisel. ....                      | 63 |
| Figura 4.7.- Imagen de una navaja cortando en todo su filo. ....                       | 64 |
| Figura 4.8.- Distribución, momento flector y cortante en navaja fija. ....             | 64 |
| Figura 4.9.- Perfil de navaja de cortador fijo, unidades en [mm]. ....                 | 67 |
| Figura 4.10.-Determinación y distribución de navajas en cortador fijo.....             | 67 |
| Figura 4.11.-Imagen de tapa-cortador auxiliar.....                                     | 69 |
| Figura 4.12.-Reacciones de tracción en cámara de corte. ....                           | 70 |
| Figura 4.13.-Distribución de cilindros neumáticos. ....                                | 72 |
| Figura 4.14.-Esquema de cilindro principal. ....                                       | 73 |
| Figura 4.15.-Longitudes características de pandeo. ....                                | 74 |
| Figura 4.16.-Esquema de cilindro auxiliar. ....                                        | 75 |
| Figura 4.17.-Esquema espacio-fase de los cilindros en el tiempo. ....                  | 79 |
| Figura 4.18.-Elementos neumáticos del sistema. ....                                    | 80 |
| Figura 4.19.- Salida de Racacha cortada y encuentro con cortador rotatorio. ....       | 81 |
| Figura 4.20.- Fuerza ejercida por la navaja rotatoria a la velocidad de giro.....      | 82 |
| Figura 4.21.- diferencial de fuerza y velocidad tangencial en cortador rotatorio. .... | 83 |
| Figura 4.22.- Distribución, momento flector y cortante en porta navaja rotatorio. ...  | 84 |
| Figura 4.23.- Características de ángulo estructural de navaja rotatoria. ....          | 85 |
| Figura 4.24.- Unión soldada en Porta navaja rotatorio. ....                            | 87 |
| Figura 4.25.- Montaje conceptual de poleas para faja en V.....                         | 90 |
| Figura 4.26.- Posición de navaja rotatoria con respecto a polea conducida. ....        | 90 |
| Figura 4.27.- Fuerza efectiva en cortador rotatorio y ángulo de posición. ....         | 91 |
| Figura 4.28.- Ángulos y tensiones en polea mayor de transmisión 3. ....                | 92 |
| Figura 4.29.- Componentes en árbol 1 y DCL. ....                                       | 94 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.30.- Diagramas de árbol 1 en plano “Y-Z” .....                   | 95  |
| Figura 4.31.- Diagramas de árbol 1 en plano “X-Z” .....                   | 95  |
| Figura 4.32.- Ángulos y tensiones en polea menor de transmisión 1. ....   | 98  |
| Figura 4.33.- Componentes en árbol 2 y DCL. ....                          | 99  |
| Figura 4.34.- Diagramas de árbol 2 en plano “Y-Z” .....                   | 100 |
| Figura 4.35.- Diagramas de árbol 2 en plano “X-Z” .....                   | 100 |
| Figura 4.36.- Selección de viscosidad base para grasa de rodajes 18.....  | 105 |
| Figura 4.37.- Esfuerzos resultantes en la estructura en caso crítico..... | 106 |
| Figura 4.38.- Factores de seguridad de la estructura.....                 | 107 |
| Figura 4.39.- Miembro estructural más solicitado. ....                    | 107 |
| Figura 4.40.- Diagramas de miembro estructural más solicitado. ....       | 108 |
| Figura 4.41.- Mando de control. ....                                      | 110 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

|               |                                                        |                    |
|---------------|--------------------------------------------------------|--------------------|
| $A_b$         | : Sección de la barra                                  | [mm <sup>2</sup> ] |
| $A_{ca1}$     | : Área transversal del extensor de cortador auxiliar   | [mm <sup>2</sup> ] |
| $A_{em1}$     | : Área de embolo principal                             | [m <sup>2</sup> ]  |
| $b_{cha}$     | : Base de la chaveta                                   | [mm]               |
| $B_{con}$     | : Concentrador de esfuerzo                             | -                  |
| $C_{apc}$     | : Capacidad de carga dinámica                          | [N]                |
| $C_{ca1}$     | : Distancia de eje neutro a fibra en cortador auxiliar | [mm]               |
| $C_{conf}$    | : Coeficiente de confiabilidad                         | -                  |
| $C_{faj}$     | : Distancia entre centros de poleas                    | [mm]               |
| $C_N$         | : Distancia de fibra a eje neutro                      | [mm]               |
| $C_{sup}$     | : Coeficiente de superficie                            | -                  |
| $C_{tam}$     | : Coeficiente de tamaño                                | -                  |
| $C_{tcarg}$   | : Coeficiente de tipo de carga                         | -                  |
| $C_{temp}$    | : Coeficiente de temperatura                           | -                  |
| $C_v$         | : Coeficiente de caudal de válvula                     | -                  |
| $d_{arb}$     | : Diámetro de árbol                                    | [mm]               |
| $D_{cam}$     | : Diámetro interior de cámara de corte                 | [mm]               |
| $dF$          | : Diferencial de fuerza                                | [N]                |
| $D_{faj}$     | : Diámetro de polea mayor                              | [mm]               |
| $d_{faj}$     | : Diámetro de polea menor                              | [mm]               |
| $dP$          | : Diferencial de potencia                              | [N.mm/s]           |
| $d_{pR}$      | : Diámetro promedio de Racacha                         | [mm]               |
| $dx$          | : Diferencial de coordenada x                          | [mm]               |
| $E$           | : Módulo de elasticidad del material                   | [Mpa]              |
| $E_N$         | : Espesor de navaja                                    | [mm]               |
| $E_{naux}$    | : Espesor de cortador auxiliar                         | [mm]               |
| $F_b$         | : Fuerza ejercida axialmente en la barra               | [N]                |
| $F_{EfCR}$    | : Fuerza efectiva en cortador rotatorio                | [N]                |
| $F_{naux}$    | : Fuerza en cortador auxiliar                          | [N]                |
| $FS_{fat}$    | : Factor de seguridad a la fatiga                      | -                  |
| $FS_{flu}$    | : Factor de seguridad a la fluencia                    | -                  |
| $F_{Tef1}$    | : Fuerza tangencial mayor                              | [N]                |
| $F_{Tef2}$    | : Fuerza tangencial menor                              | [N]                |
| $F_{X-FefCR}$ | : Fuerza producida en eje X del cortador rotatorio     | [N]                |
| $F_{X-PC}$    | : Fuerza producida en eje X de la polea conducida      | [N]                |
| $F_{X-Pm}$    | : Fuerza producida en eje X de la polea motriz         | [N]                |
| $F_{Y-FefCR}$ | : Fuerza producida en eje Y del cortador rotatorio     | [N]                |
| $F_{Y-PC}$    | : Fuerza producida en eje Y de la polea conducida      | [N]                |
| $F_{Y-Pm}$    | : Fuerza producida en eje Y de la polea motriz         | [N]                |
| $h_{pR}$      | : Altura promedio de Racachas                          | [mm]               |
| $I_b$         | : Momento de inercia de la sección de la barra         | [mm <sup>4</sup> ] |
| $I_{ca1}$     | : Momento de inercia del extensor                      | [mm <sup>4</sup> ] |
| $I_N$         | : Momento de inercia fuerte en flexión de la navaja    | [mm <sup>4</sup> ] |
| $K_\phi$      | : Factor de corrección por arco de contacto            | -                  |

|               |                                                                 |                      |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|
| $L_{10h}$     | : Duración nominal en rodamientos                               | [hr]                 |
| $L_C$         | : Factor de corrección de la longitud de correa                 | -                    |
| $L_{cha}$     | : Longitud de efectiva de chaveta                               | [mm]                 |
| $L_{EfCR}$    | : Longitud efectiva de corte en cortador rotatorio              | [mm]                 |
| $L_{faj}$     | : Longitud de faja en V                                         | [mm]                 |
| $l_0$         | : Longitud característica al pandeo                             | [mm]                 |
| $L_{sc}$      | : Longitud de pedazo de Racacha a la salida de cortadores fijos | [mm]                 |
| $M_{fca1}$    | : Momento flector en extensor del cortador auxiliar             | [N.mm]               |
| $M_{fN}$      | : Momento flector en navaja máximo                              | [N.mm]               |
| $M_{rRcam}$   | : Masa real de Racachas en cámara de cortado                    | [g]                  |
| $n_{elc}$     | : Número de elementos en cámara                                 | [mm]                 |
| $n_{fexal}$   | : Esfuerzo de flexión alternante en plano de estudio            | [Mpa]                |
| $n_{fexm}$    | : Esfuerzo a flexión Medio                                      | [Mpa]                |
| $n_N$         | : Numero de navajas                                             | -                    |
| $n_{nal}$     | : Esfuerzo normal alternante en plano de estudio                | [Mpa]                |
| $n_{nm}$      | : Esfuerzo de tracción medio                                    | [Mpa]                |
| $n_{rev}$     | : Velocidad de giro del rodaje                                  | [rpm]                |
| $P_{1abs}$    | : Presión absoluta de trabajo                                   | [bar]                |
| $P_{1v}$      | : Presión absoluta a la entrada de la válvula                   | [bar]                |
| $P_{2v}$      | : Presión absoluta a la salida de la válvula                    | [bar]                |
| $P_{apl}$     | : Presión de aplastamiento                                      | [Mpa]                |
| $P_{atm}$     | : Presión atmosférica                                           | [bar]                |
| $P_{die}$     | : Carga dinámica equivalente                                    | [N]                  |
| $P_{faj}$     | : Potencia transmitida por faja                                 | [hp]                 |
| $P_{faj-co}$  | : Potencia corregida por faja                                   | [hp]                 |
| $P_{fajplu}$  | : Potencia añadida debido a relación de transmisión             | [hp]                 |
| $P_{naux}$    | : Perímetro efectivo en navaja auxiliar                         | [mm]                 |
| $p_{ofc}$     | : Profundidad de chaveta                                        | [mm]                 |
| $P_{otcr}$    | : Potencia de cortador rotatorio                                | [N.mm/s]             |
| $Q_c$         | : Caudal del compresor a 6 bares                                | [cm <sup>3</sup> /s] |
| $Q_N$         | : Consume de aire en condiciones normales                       | [m <sup>3</sup> /s]  |
| $Q_{N2}$      | : Consumo de aire en condición normal                           | [m <sup>3</sup> /hr] |
| $R_{cam}$     | : Radio de llenado de círculos internos                         | [mm]                 |
| $R_{ca-Ra}$   | : Relación entre áreas de Racachas y Cámara de corte            | -                    |
| $r_{el-tran}$ | : Relación de trasmisión                                        | -                    |
| $R_{X-Ch1}$   | : Reacción en X de chumacera 1                                  | [N]                  |
| $R_{X-Ch2}$   | : Reacción en X de chumacera 2                                  | [N]                  |
| $R_{X-Ch3}$   | : Reacción en X de chumacera 3                                  | [N]                  |
| $R_{X-Ch4}$   | : Reacción en X de chumacera 4                                  | [N]                  |
| $R_{Y-Ch1}$   | : Reacción en Y de chumacera 1                                  | [N]                  |
| $R_{Y-Ch2}$   | : Reacción en Y de chumacera 2                                  | [N]                  |
| $R_{Y-Ch3}$   | : Reacción en Y de chumacera 3                                  | [N]                  |
| $R_{Y-Ch4}$   | : Reacción en Y de chumacera 4                                  | [N]                  |

|                   |                                                                    |                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| $S_{A1}$          | : Separación entre centro de árbol 1 y cámara de corte             | [mm]                 |
| $S_{iN}$          | : Separación entre navajas                                         | [mm]                 |
| $t_{aal}$         | : Esfuerzo cortante alternante axial en plano de estudio           | [Mpa]                |
| $T_{air0}$        | : Temperatura del aire a condición normal                          | [K]                  |
| $T_{air1}$        | : Temperatura del aire de servicio                                 | [K]                  |
| $t_{am}$          | : Esfuerzo cortante medio axial en plano de estudio                | [Mpa]                |
| $t_{cicil}$       | : Tiempo del ciclo del cilindro                                    | [s]                  |
| $t_{cicilA}$      | : Tiempo del ciclo del cilindro auxiliar                           | [s]                  |
| $t_{cimaq}$       | : Tiempo del ciclo total de la máquina                             | [s]                  |
| $t_{gA1}$         | : Tiempo para completar un ciclo del árbol 1                       | [s]                  |
| $t_{cicilP}$      | : Tiempo del ciclo del cilindro principal                          | [s]                  |
| $t_{llen}$        | : Tiempo de llenado                                                | [s]                  |
| $t_{nal}$         | : Esfuerzo cortante alternante perpendicular en plano de estudio   | [Mpa]                |
| $t_{nm}$          | : Esfuerzo cortante medio perpendicular en plano de estudio        | [Mpa]                |
| $T_{orEf}$        | : Torque efectivo                                                  | [N.mm]               |
| $T_{orEf1}$       | : Torque efectivo en árbol 1                                       | [N.mm]               |
| $T_{orEf2}$       | : Torque efectivo en árbol 2                                       | [N.mm]               |
| $\mu_r$           | : Coeficiente de fricción entre faja y polea                       | -                    |
| $V_{cam}$         | : Volumen de la cámara de corte                                    | [mm <sup>3</sup> ]   |
| $V_{elem1}$       | : Velocidad de avance de embolo principal                          | [m/s]                |
| $V_{elsc}$        | : Velocidad de salida de pedazo de Racacha de cortadores fijos     | [mm/s]               |
| $V_{eltan}$       | : Velocidad tangencial                                             | [mm/s]               |
| $V_{ol1}$         | : Volumen a llenar                                                 | [cm <sup>3</sup> ]   |
| $V_{olC1}$        | : volumen del cilindro en avance                                   | [cm <sup>3</sup> ]   |
| $V_{olC2}$        | : Volumen del cilindro en retorno                                  | [cm <sup>3</sup> ]   |
| $V_{pca1}$        | : Cortante en extensor de cortador auxiliar                        | [N]                  |
| $V_{tRcam}$       | : Volumen teórico de Racachas en cámara de corte acorde a cilindro | [mm <sup>3</sup> ]   |
| $V_{1c}$          | : Factor de forma en soldadura a corte                             | -                    |
| $V_{1f}$          | : Factor de forma en soldadura a flexión                           | -                    |
| $V_{1n}$          | : Factor de forma en soldadura a tracción                          | -                    |
| $V_{2so}$         | : Factor de la calidad de la soldadura                             | -                    |
| $w_{A1}$          | : Velocidad de giro del árbol 1                                    | [rad/s]              |
| $x$               | : Coordenada en eje x                                              | -                    |
| $\theta_{dis}$    | : Ángulo de distribución interna                                   | [grados]             |
| $\rho_R$          | : Densidad de Racachas                                             | [g/mm <sup>3</sup> ] |
| $\Phi_{con}$      | : Angulo de contacto entre faja y polea                            | [grados]             |
| $\emptyset_{PCR}$ | : Angulo de posición del cortador rotatorio                        | [grados]             |
| $\sigma_{ad}$     | : Esfuerzo admisible                                               | [Mpa]                |
| $\sigma_B$        | : Esfuerzo de rotura del material                                  | [Mpa]                |
| $\sigma_{eq}$     | : Esfuerzo equivalente                                             | [Mpa]                |
| $\sigma'_{eq.a}$  | : Esfuerzo equivalente alternante                                  | [Mpa]                |

|                  |                                                              |       |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------|
| $\sigma_{eq.as}$ | : Esfuerzo equivalente alternante rectificado para soldadura | [Mpa] |
| $\sigma_{eq.m}$  | : Esfuerzo equivalente medio                                 | [Mpa] |
| $\sigma_{eq.ms}$ | : Esfuerzo equivalente medio para soldadura                  | [Mpa] |
| $\sigma'_{fa}$   | : Esfuerzo alternante normal de flexión modificado           | [Mpa] |
| $\sigma_{fa}$    | : Esfuerzo alternante de flexión                             | [Mpa] |
| $\sigma_{FAL}$   | : Esfuerzo límite de fatiga                                  | [MPa] |
| $\sigma_{fcau}$  | : Esfuerzo por flexión en extensor de cortador auxiliar      | [Mpa] |
| $\sigma_{fLM1}$  | : Esfuerzo límite de fluencia del material AISI 440C         | [MPa] |
| $\sigma_{fLM2}$  | : Esfuerzo límite de fluencia del material AISI 304L         | [Mpa] |
| $\sigma_{flu}$   | : Esfuerzo de fluencia del material                          | [Mpa] |
| $\sigma_{fm}$    | : Esfuerzo medio de flexión                                  | [Mpa] |
| $\sigma_{fN}$    | : Esfuerzo por flexión en navaja                             | [MPa] |
| $\sigma_{Nnaux}$ | : Esfuerzo normal en cortador auxiliar                       | [Mpa] |
| $\sigma_{nor}$   | : Esfuerzo normal                                            | [Mpa] |
| $\sigma_{PCr}$   | : Esfuerzo crítico de pandeo en barra                        | [Mpa] |
| $\sigma_{vm}$    | : Esfuerzo equivalente según Von Mises                       | [Mpa] |
| $\tau$           | : Esfuerzo cortante                                          | [Mpa] |
| $\tau_a$         | : Esfuerzo cortante alternante                               | [Mpa] |
| $\tau'_a$        | : Esfuerzo cortante alternante modificado                    | [Mpa] |
| $\tau_{adm}$     | : Esfuerzo admisible al corte                                | [Mpa] |
| $\tau_{cau}$     | : Esfuerzo cortante promedio                                 | [Mpa] |
| $\tau_m$         | : Esfuerzo cortante medio                                    | [Mpa] |



## INTRODUCCIÓN

El Perú, es un país donde crece una gran variedad de vegetales, al tener diversas zonas geográficas, permite el crecimiento de diferentes tipos de plantas, muchas de las cuales son para el consumo humano, a pesar de tener este potencial de diversidad, muchos vegetales no son consumidos a gran escala si es que se comparara con otros, este es el caso de la Racacha peruana, una opiácea con algunas características parecidas a la papa, aunque esta guarde más relación genética con una zanahoria, esta hortaliza tiene buenas propiedades nutricionales, y por tales motivos, además de su sabor después de cocinado, se encuentra un potencial para producir y consumir más este vegetal.

Cabe mencionar, que incrementar las formas de consumo de este vegetal, no solo ayudara al incremento de producción del mismo, el cual actualmente no supera el 10% de la producción de papa nacional según el Compendio Estadístico del Perú del año 2014, sino que además puede producir o crear la oportunidad de exportarlo a otros países, creando lógicamente, nuevas fuentes de ingreso, trabajo y progreso para el país, para lograr esto, es necesario crear nuevas formas de consumo de dicho vegetal, las ya conocidas formas de consumo del mismo, son relativamente limitas, partiendo desde una Racacha cocida hasta un puré de la misma, no obstante, si se contrasta este vegetal con una papa, dada la cualidad de ser una hortaliza, esta puede tener similares preparaciones, obteniendo así Racachas fritas, ya sean en palitos, en cubos, o rebanadas similares a los “*chips*”, encontrando entonces que es posible hacer esto, es posible convertir estas preparaciones en un proceso de cocinado más industrializado, el cual puede darse en un proceso de producción, y para lograr esto, sería necesario diseñar una máquina que pueda realizar la labor de cortar las Racachas a petición del tipo de corte deseado, en cantidad y de una manera eficiente. Es de inferir que, con una máquina capaz de realizar cortes de Racacha, esta máquina es capaz de ingresar a

una línea de producción más completa, teniendo en cuenta esto es posible imaginar una línea de producción de 5 etapas, iniciando por lavado, pelado, cortado, preparado y empaquetado, esto visto de una manera más industrializada y automatizada.

Cabe destacar, que para poder fabricar una máquina que realice cortes de Racachas de múltiples tipos, es necesario previamente, realizar ensayos experimentales de corte, a fin de saber con qué magnitud mínima de fuerza, es posible cortar por completo una determinada sección de Racacha, esto debido a que no se cuenta con información específica para cortar este vegetal, es por ello que se encuentra la necesidad de usar un laboratorio y obtener estos valores de fuerza de manera experimental.

Por otra parte, una vez obtenido los parámetros de fuerza requeridos para cortar una Racacha, es necesario pasar al diseño de una máquina que ejecute la labor de corte tal y como se desea, para ello se seguirá la metodología del diseño, según la norma VDI 2221, la cual ayudará a dar con conceptos y proyectos óptimos de máquinas las cuales ejecutaran dicha función de cortado, de esta manera, se prevé que la metodología del diseño, sumado a los resultados experimentales de fuerza de corte, hará posible obtener una máquina eficiente la cual podrá tener una capacidad productiva, a manera de prototipo, de 2000 [kg/hr], además lógicamente, en el empleo de la metodología del diseño, el estudio producirá todos los cálculos con análisis y diseño de partes y componentes necesarios para dar la seguridad y certeza de funcionalidad y operación de la máquina, sin mencionar que también serán obtenidos planos de diseño, ya sean de ensamblaje o detalle, para poder fabricar al menos un primer prototipo de la máquina cortadora de Racachas.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. LA RACACHA PERUANA Y MÁQUINAS PARA CORTAR VEGETALES**

En el presente capítulo, se presenta algunas de las propiedades de las Racachas, así como las variedades más conocidas que existen en el Perú y las zonas de crecimiento, de esta manera se mostrará los usos que se le da a este vegetal. Es mencionado también algunos tipos de Máquinas que Cortan vegetales (mayormente y comúnmente papas), así como los tipos de corte más conocidos y usados.

#### **1.1. La Racacha Peruana**

La Racacha, es un vegetal que crece en las zonas andinas del Perú, la raíz es la parte comestible, el nombre científico de este vegetal es *Arracacia Xanthorrhiza*, es también conocida por el nombre de Arracacha o Racacha, es un vegetal de alto contenido nutricional, si se comparara con una papa común, esta tiene más calcio, magnesio y hierro, además de que el almidón que esta posee es más fina, por lo que es de más fácil digestión en el ser humano, este vegetal se reproduce mediante semillas y también mediante los brotes que tiene, las partes principales son la raíz, los brotes, el tallo, la flor y hojas.



Figura 1.1.- Imagen de vegetal de una Racacha común <sup>1</sup>.

Cabe mencionar que como dato informativo, este vegetal alimenticio, es la única de la familia de las zanahorias que ha sido domesticada en el continente Sudamericano, es por ello que fue muy utilizada en la época incaica, como parte adicional de la dieta promedio de los antiguos pobladores Peruanos, quienes no solo la usaban como un alimento más, sino que además la usaban por las propiedades medicinales que tiene.

La Racacha tiene una densidad aproximada de 1.108 [g/ml], las dimensiones geométricas no suele superar longitudes desde los 6 [cm] a 20 [cm], las propiedades nutricionales generales en promedio, de una Racacha, son las que se detallan a continuación:

Tabla 1.1.- Propiedades nutricionales de la Racacha <sup>2</sup>.

| Característica en 100 [g] | Valor        |
|---------------------------|--------------|
| Energía                   | 469 calorías |
| Proteínas                 | 15.3 [g]     |
| Grasas                    | 31.9 [g]     |
| Fibra dietética           | 1.8 [g]      |
| Calcio                    | 36.8 [g]     |
| Hierro                    | 1.6 [g]      |
| Retinol                   | 20.2 [mg]    |
| Vitamina C                | 6 [g]        |
| Vitamina A                | 1.8 [g]      |

### 1.1.1. Tipos de Racachas

No existe una sola variedad de Racacha en el mundo, es posible catalogar los tipos de racachas más comunes que pueden ser encontrados en el Perú, sin la necesidad de encontrar especímenes exóticos del mismo, se puede encontrar más de 60 tipos de variedades de Racachas que crecen en el Perú, la característica más distintiva entre las Racachas, es el color que tiene la carne del Vegetal y en algunas otras el color de su piel, las variedades de la forma que tienen son variadas, aunque la mayoría más del tipo tubulares gruesas.

<sup>1</sup> Figura extraída de la página web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia\\_xanthorrhiza](https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia_xanthorrhiza) (visitado 30/10/17).

<sup>2</sup> Fuente de la página web: <https://www.dimebeneficios.com/propiedades-de-la-arracacha> (visitado 30/10/17).

Obviando algunos nombres locales de las zonas las cuales diferencia una Racacha de otra, como lo son los nombres Chufa, Espelma, Sonarca, Shinguila, entre otras, algunas de las Racachas pueden ser diferenciadas con las siguientes características:

Tabla 1.2.- Variedades de Racacha <sup>3</sup>.

| Variedad    | Color de carne                       | Cascara         |
|-------------|--------------------------------------|-----------------|
| Yurac       | Blanco, anillo vascular crema        | Blanco          |
| Qello       | Amarillo                             | Amarillo        |
| Pasña qello | Amarillo, anillo vascular morado     | Rosado          |
| Allqo       | Amarillo, anillo vascular anaranjado | Amarillo        |
| Qulli       | Crema, anillo vascular morado        | Blanco          |
| Ñutu        | Amarillo, de tamaño pequeño          | Amarillo        |
| Toctocho    | Amarillo claro                       | Amarillo oscuro |
| Arruz       | Amarillo claro                       | Amarillo        |
| Walla       | Blanco, anillo vascular morado       | Blanco/rosado   |
| Yana        | Morado claro, anillo vascular negro  | Morado          |

Las características de color sobre las Racachas, tanto el de la cascara como el de la carne comestible, son ilustradas en las siguientes imágenes para la mejor comprensión de los vegetales:



Figura 1.2.- Imagen de Carnes de Racachas <sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Fuente: Mario E. Tapia, A. Maria Fries. (Juni 2007). GUIA DE CAMPO DE LOS CULTIVOS ANDINOS, Capitulo 4, disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf> (visitado 30/10/17).

<sup>4</sup> Figura extraída de la página web: <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2013/08/arrachacha.jpg> (visitado 30/10/17).



Figura 1.3.- Ilustración de cascara de colores <sup>5</sup>.

### 1.1.2. Zonas de Crecimiento

La racacha, es un vegetal autóctono de Sudamérica y que además crece en zonas andinas, las Racachas pueden encontrarse generalmente desde los 1500 msnm hasta los 3200 msnm, es decir las zonas geográficas Peruanas de Yunga Alta y Quechua baja, donde generalmente hay lluvia abundante, a pesar de crecer en zonas frías y tener una buena adaptabilidad en diferentes zonas, este vegetal no soporta las heladas fuertes, por lo que ante estas, el vegetal perece.

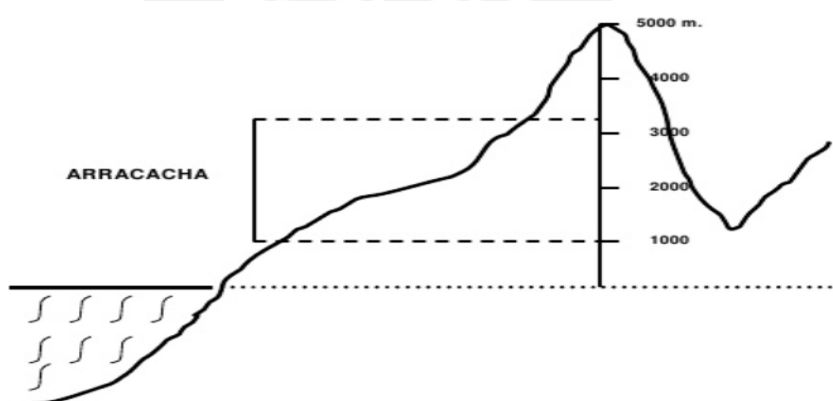


Figura 1.4.- Altitud de crecimiento de la Racacha <sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Figura extraída de la página web:

<http://minagri.gob.pe/porta/images/stories/2017/JUNIO/12/01feriah.jpg> (visitado 30/10/17).

<sup>6</sup> Figura extraída de la página web: <https://image.slidesharecdn.com/arrecacha-100930173926-phpapp02/95/caracteristicas-nutricionales-de-la-arrecacha-5-728.jpg?cb=1285869322> (visitado 30/10/17).

Es de mencionar, que la Racacha no solo crece en el territorio Peruano, sino que es un vegetal, que crece en las zonas andinas de Sudamérica, por lo que también es posible encontrarla, además del Perú, en Colombia, Venezuela, Bolivia, Parte de Brasil, y otros pequeños sectores fuera de estos países.



Figura 1.5.- Distribución geográfica de la Racacha <sup>7</sup>.

### 1.1.3. Proceso de producción y usos

La Racacha, es un vegetal que requiere de suelos sueltos que requiere una fertilización promedio, similar al de otros vegetales y que el nivel de acidez del terreno sea relativamente neutral a un poco alcalino, la Racacha también demuestra ser un vegetal resistente ante sequías, aunque no se debe abusar en cuanto a la cantidad de agua en el riego. El tiempo promedio para que las Racachas maduren, es alrededor de 12 meses, cada planta de Racacha produce alrededor de 4 [kg] de raíces de Racachas. Las Racachas requieren ser consumidas preferentemente lo antes posible, esto quiere decir, que ante la falta de un buen almacenamiento, estas pueden deteriorarse. El proceso productivo se resume de la siguiente manera, el agricultor siembra la Racacha, deja que esta madure para luego extraerla, corta los tallos y hojas dejando las carnosas raíces para el consumo, el cual es transportado a diversas zonas del país para su consumo.

<sup>7</sup> Figura extraída de la página web: <https://image.slidesharecdn.com/arrecacha-100930173926-phpapp02/95/caracteristicas-nutricionales-de-la-arrecacha-10-728.jpg?cb=1285869322> (visitado 30/10/17).

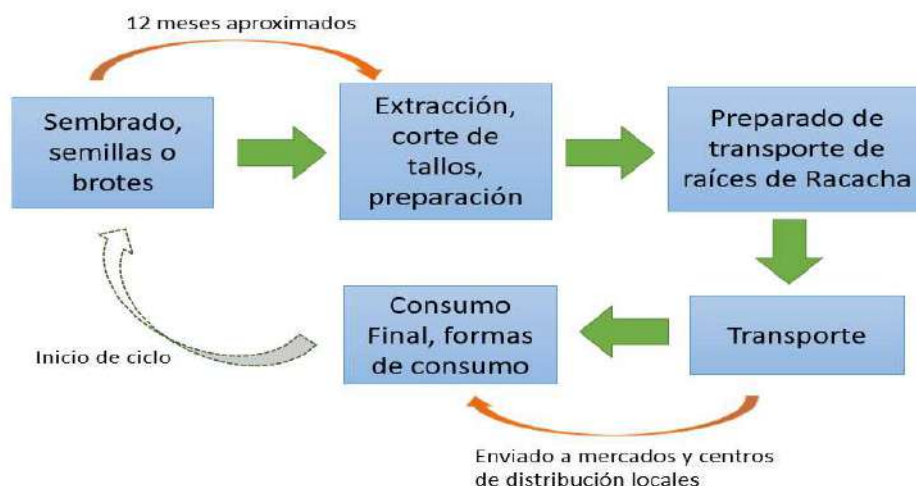


Figura 1.6.- Ciclo de uso de la Racacha.

Cabe mencionar que en el Perú, no hay técnicas especiales en la producción de Racachas, más que el de las habituales y rusticas.

Los usos de la Racacha, son predominantemente alimenticios, como se mencionó anteriormente, la Racacha no es única del Perú, esto es mencionado porque la forma de usar y consumir este vegetal, varía de país en país, lógicamente habiendo similitud de consumo. A continuación se detallan de manera general como son consumidas las Rachas en algunos países, incluido el Perú, con las formas más conocidas de consumo:

- **Perú:** La Racacha es usada en la producción de un dulce conocido como Rallado de Racacha, en la cual es adherida la miel; también es usado en sopas y en purés, aunque esto es más usual en zonas de la sierra peruana.
- **Colombia:** Es usada en la preparación de sopas, en reemplazo de otros vegetales, también es usado en la preparación de puré, similar al hecho con papa, entre otros.
- **Brasil:** Es consumido en forma de frituras, similares a las hechas con papas o camotes; también se produce harinas a partir de este vegetal.





Figura 1.7.- Fritura de Racacha <sup>8</sup>.

## 1.2. Problemática de uso de la Racacha en la industria alimentaria

La Racacha es buen alimento para las personas, tiene altos contenidos de nutrientes, vitaminas y minerales, también ha sido encontrado que este vegetal es adaptativo a diferentes zonas de cultivo, a pesar de estas cualidades, el consumo de Racachas en el Perú no es muy difundido, no es como el uso que se le da a las papas, yuca, camote u otros vegetales, es necesario entender el potencial alimenticio que puede tener este vegetal, por lo que es posible implementar nuevas técnicas de consumo de este vegetal en el Perú.

El problema puede deberse a la falta de conocimiento de productos andinos, no es que la Racacha sea el único vegetal cuyo consumo no sea tan elevado, existen otros casos similares a este, es por esto que se observa la posibilidad de consumir más productos oriundos y autóctonos que crecen en el Perú, lo cual producirá buenos impactos no solo tanto a nivel económico y alimenticio, sino que además ayudará a incrementar la diversidad de productos de consumo alimenticio en el país.

---

<sup>8</sup> Figura extraída de la página web: [http://2.bp.blogspot.com/-y9C\\_A9os66c/UMuZvOAEkMI/AAAAAAAAAbU/lp-rTa59D08/s640/P6240105.JPG](http://2.bp.blogspot.com/-y9C_A9os66c/UMuZvOAEkMI/AAAAAAAAAbU/lp-rTa59D08/s640/P6240105.JPG) (visitado 30/10/17).

Es posible hacer una comparativa de producción anual entre la Racacha y la Papa, para entender el consumo de racachas, a continuación un cuadro comparativo, en el cual se detallan las producciones nacionales en toneladas métricas entre los años 2007 y 2013:

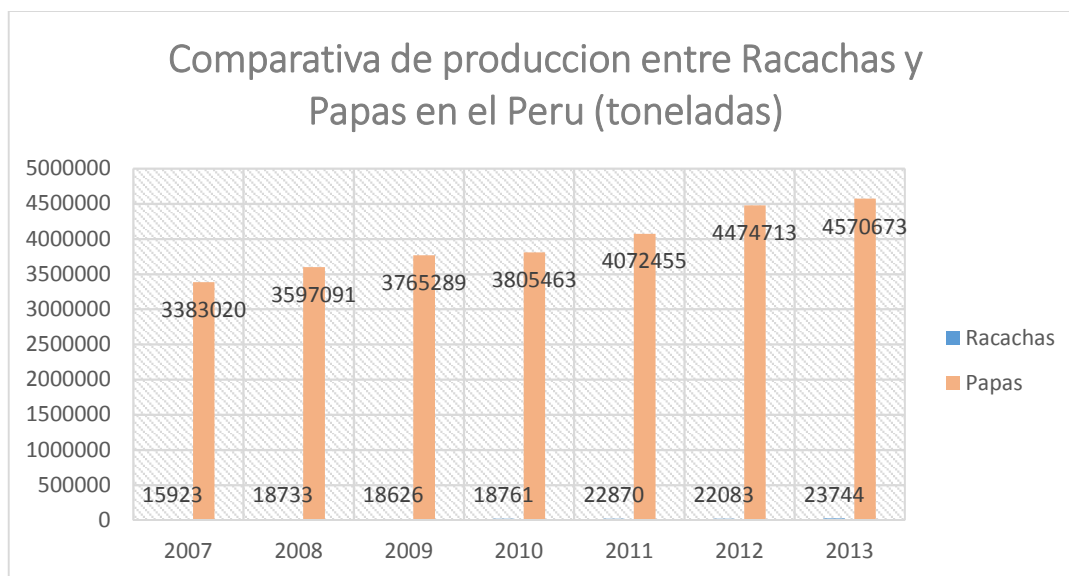


Figura 1.8.- Comparativa de producción de Racacha Nacional <sup>9</sup>.

Es de observar que la producción de Racachas es muy baja en comparación al de las papas, está en el orden de los miles de toneladas mientras que las papas están en el orden los millones, a pesar de tener algunas propiedades mejores a las de las papas estas tienen una producción menor, por ende es fácil preguntarse el por qué un este vegetal no alcanza una producción más elevada.

Las oportunidades de crear o implementar nuevas formas de consumo de Racacha es posible, una manera de hacerlo es mediante una máquina especializada de corte para Racachas, en diferentes formas, similares a los que se practican en las papas, de esta forma pueden ser hervidas en sopa, fritas como palitos, crear rebanadas como chips, entre otras, todo esto para incrementar las formas de consumo de este vegetal, directa e indirectamente traerían varios beneficios:

<sup>9</sup> Fuente: COMPENDIO ESTADISTICO PERU 2014-INEI, CAPITULO AGRARIO. Disponible en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf) (visitado 30/10/17).

- **Económico:** Las Racachas son usualmente producidas en comunidades campesinas, las cuales son en muchos casos de condición pobre, el hecho de crear nuevas formas de consumo repercutirá directamente en los cosechadores, los cuales tendrán otra rama más de negocio, el cual exigirá una demanda mayor y por ende en una mayor producción. Por otra parte, también se crearan nuevas oportunidades de trabajo, no solo creara nuevos cultivos, también creara nuevas logísticas para transporte el cual las llevara a la venta para el consumidor final.
- **Diversidad:** Ayuda a incrementar la variedad de productos producidos y consumidos en el Perú en lo que respecta a vegetales, creando posibilidad de llegar a ser consumidas en muchas formas y presentaciones, como es el ejemplo de cortar racachas para producción en masa en cortes del tipo tajada, el cual traera la creación de nuevos mercados para este producto en el ámbito culinario doméstico e industrial.
- **Alimenticio:** Son buenas las cualidades nutricionales que tiene la Racacha, por lo que puede ser una fuente más de nutrientes necesarios para el cuerpo, siendo un alimento saludable, puede además contribuir al mejor desarrollo del ser humano, combatiendo los problemas de desnutrición.
- **Exportación:** Indirectamente, en el caso de hacer más conocido este vegetal, como consecuencia de uso, hay un potencial de exportación de este vegetal a otros países, como los Europeos, podrían tener un impacto positivo y una buena acogida debido a las propiedades de las Racachas y encontrando los usos nuevos a los que se les puede dar.

### 1.3. Cortes en Vegetales

Los vegetales son consumidos de varias formas, en muchos casos, dependiendo del tipo de vegetal, el corte que se les hace a ellos influye en su consumo, a manera de ejemplo, cabe mencionar los *sticks* de papas, comúnmente conocido simplemente como papas fritas, otro ejemplo son las rebanadas fritas de papas, más conocidos como

*chips* de papas, por último los cortes simples, encontrados en cualquier preparación habitual de comida, los vegetales cortados son muy variados, gruesos, finos, amorfos, entre otros, usualmente estos cortes están enlazados a la presentación del producto final, por ellos es posible identificar, la forma como estos vegetales son cortados antes de la respectiva preparación.

### 1.3.1. Proceso de cortes en Vegetales

Los Procesos de corte son muy variados, el corte consiste básicamente en cortar con una navaja de un material duro y tenaz, cuyo espesor va desde alrededor de los 0.25 [mm] con filo a un lado, con una determinada fuerza al vegetal, comenzando este a cortarse, generalmente estas navajas son de acero inoxidable, para que sea de grado alimenticio. Es posible identificar dos tipos de cortes de vegetales, los demás serán variaciones o combinaciones de ellos.

#### Proceso de Corte paralelo al sentido de avance del vegetal:

Generalmente usado para obtener secciones múltiples, este proceso consiste en empujar un determinado vegetal o vegetales en un ducto con un pistón usualmente cuadrado y con protuberancias a través de una rejilla de navajas, de manera que el vegetal pasara y será cortado en múltiples secciones cuadradas, en este caso el sentido de corte es paralelo al sentido de avance del vegetal:



Figura 1.9.- Corte paralelo al avance <sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Figura extraída de la página web: <https://i.ebayimg.com/images/g/-JgAAOSwImRYIbLg/s-l300.jpg> (visitado 30/10/17).

Este proceso generalmente se aplica para obtener secciones cuadradas. Cabe entender que el proceso de corte puede ser a fuerza humana o por medio de maquinaria y en varios tipos de combinaciones y formas diferentes.

#### **Proceso de corte transversal al sentido de avance del vegetal:**

Usualmente aplicado para obtención de rebanadas, el proceso de corte consiste en obtener rebanadas o laminas del vegetal, de similar manera al anterior descrito, el vegetal pasa a través de un ducto y es cortado de manera transversal al sentido de avance del vegetal, usualmente para una producción más rápida se consta de varias navajas que giran alrededor de un determinado eje, las cuales guardan cierta luz con una base la cual determinara el espesor de la tajada.



Figura 1.10.- Corte perpendicular al avance <sup>11</sup>.

#### **Proceso de corte Mixto:**

Este proceso es una unión en proceso de los dos anteriores ya mencionados, algunas máquinas automatizadas tiene la opción de combinar los diferentes tipos de cortes en una máquina con algún tipo de selector, estos cortes se pueden dar secuencialmente en proceso, un ejemplo claro es el proceso para obtener cubos, se entiende que se usa un proceso de corte paralelo para obtener Tiras en una primera etapa para luego aplicar procesos de cortes transversales para obtener los cubos, dos proceso para obtener un tipo de corte.

<sup>11</sup> Figura extraída de la página web: <http://i.ebayimg.com/images/i/111718994692-0-1/s-11000.jpg> (visitado 30/10/17).

### 1.3.2. Tipos de cortes en Vegetales

Existen varios tipos de cortes que se pueden aplicar a vegetales como papas, yucas, camotes, racachas, etc., básicamente podría decirse que dependerá de la imaginación del usuario, se considera para este caso que los cortes son realizados al vegetal en su estado puro sin haber sido afectado en su forma física o química, a excepción de haber sido pelados (es decir sin haber sido remojados, hervidos, fritos, etc.), en este ámbito, las más conocidas y características pueden ser los cortes:

- **Toume:** Se puede decir que el corte es el más básico, porque simplemente es el vegetal sin su piel o cascara, procurando mantener su forma original, se entiende que puede haber variedad de estos tamaños.
- **Tiras:** Son cortes largos, bastante comunes, de longitud larga y de secciones cuadradas variables alrededor de 4 [mm] x 4 [mm] hasta alrededor de 15 [mm] x 15 [mm], las más usadas para las papas fritas caseras como ejemplo.
- **Batonnet:** Derivada de tiras, de una sección de 5mm por 5mm con un considerable largo, en varias longitudes siempre y cuando no se asemejen a un cubo.
- **Julienne:** Similares a las Batonnet, pero mucho más delgadas en su sección, muchas veces obtenidas por rayado.
- **Cubos:** Son cortes de vegetales en los que se procura tener una forma cubica, generalmente entre 2 [cm] de arista hasta los más pequeños de 2 [mm] de arista.
- **Rebanada:** Son tajadas delgadas de gran sección y espesores muy bajos en relación al diámetro nominal, también conocidas como los chips.
- **Rondelle:** Troncos de cilindro, de diámetros variados y espesores conservadores y semejantes proporcionalmente a su respectivo diámetro.

|                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                    |                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Tourné:</b><br>2 in. long $\times$ $\frac{3}{4}$ in. diameter,<br>with 7 sides, and flat-ended.                                       |  | <b>Rondelle:</b><br>round or bias-round cuts,<br>varied diameter or thickness.                                                              |
|  | <b>Large dice:</b><br>$\frac{3}{4}$ in. $\times$ $\frac{3}{4}$ in. $\times$ $\frac{3}{4}$ in. (2 cm $\times$<br>2 cm $\times$ 2 cm).     |  | <b>Paysanne:</b><br>$\frac{1}{2}$ in. $\times$ $\frac{1}{2}$ in. $\times$ $\frac{1}{8}$ in. (round,<br>square, or rectangular).             |
|  | <b>Medium dice:</b><br>$\frac{1}{2}$ in. $\times$ $\frac{1}{2}$ in. $\times$ $\frac{1}{2}$ in. (12 mm<br>$\times$ 12 mm $\times$ 12 mm). |  | <b>Batonnet:</b><br>$\frac{1}{4}$ in. $\times$ $\frac{1}{4}$ in. $\times$ 2 $\frac{1}{2}$ –3 in.<br>(6 mm $\times$ 6 mm $\times$ 6–7.5 mm). |
|  | <b>Small dice:</b><br>$\frac{1}{4}$ in. $\times$ $\frac{1}{4}$ in. $\times$ $\frac{1}{4}$ in. (6 mm<br>$\times$ 6 mm $\times$ 6 mm).     |  | <b>Julienne:</b><br>$\frac{1}{8}$ in. $\times$ $\frac{1}{8}$ in. $\times$ 2 $\frac{1}{2}$ in.<br>(3 mm $\times$ 3 mm $\times$ 63 mm).       |
|  | <b>Brunoise:</b><br>$\frac{1}{8}$ in. $\times$ $\frac{1}{8}$ in. $\times$ $\frac{1}{8}$ in. (3 mm<br>$\times$ 3 mm $\times$ 3 mm).       |  | <b>Fine julienne:</b><br>2 in. long $\times$ $\frac{1}{16}$ in. $\times$ $\frac{1}{16}$ in.                                                 |
|  | <b>Fine brunoise:</b><br>$\frac{1}{16}$ in. $\times$ $\frac{1}{16}$ in. $\times$ $\frac{1}{16}$ in.                                      |                                                                                    |                                                                                                                                             |

Figura 1.11.- Tipos de cortes comunes <sup>12</sup>.

### 1.3.3. Navajas para cortes en Vegetales

Las navajas para cortar son variadas, independientemente de la longitud que tengan o superficie que tengan, lo que las diferencian son el espesor y tipo de filo que tengan, a continuación unas imágenes de navajas para cortar vegetales en el rubro industrial:

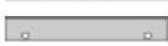
| <b>Cuchillos para patatas chips / Cuchillos para verduras</b>                       | <b>Longitud (mm)</b> | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Grosor (mm)</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
|  | 106.5                | 18.9              | 0.38               |
|  | 66.0                 | 22.0              | 0.20               |
|  | 106.6                | 18.9              | 0.20               |
|  | 107.8                | 18.9              | 0.13               |
|  | 107.5                | 18.8              | 0.13               |
|  | 107.5                | 18.9              | 0.13               |
|  | 105.9                | 14.3              | 0.20               |

Figura 1.12.- Navajas para cortar vegetales <sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Figura extraída de la página web:

[https://etravelweek.com/hmattachments/26\\_2010050823412632fqtI.gif](https://etravelweek.com/hmattachments/26_2010050823412632fqtI.gif) (visitado 30/10/17).

<sup>13</sup> Figura extraída de la página web: <https://www.lutz-blades.com/es/productos/clases-de-cuchillas/cuchillos-para-patatas-chips.html> (visitado 30/10/17).

Las cuchillas de uso doméstico tienen un grosor de alrededor de 1.1 [mm] sea así para poder ser utilizado en otros cortes ajenos a los vegetales, mientras que los especiales en cortar papas y otras verduras están alrededor de 0.40 [mm]. El material de las cuchillas, debe ser de acero inoxidable, claro entendimiento por el contacto con alimentos.

#### **1.4. Máquinas cortadoras de Vegetales**

Existen diversos tipos de máquinas cortadoras de vegetales, desde las automatizadas y semi-automatizadas, que requieren de cierta señal para dar inicio a su trabajo, y las manuales, accionadas por fuerza humana, estas máquinas están generalmente hechas con componentes de acero inoxidable o que sean de grado alimenticio, algunos modelos semiautónomos no son comunes en el Perú, a diferencia de otros países más industrializados, como en Europa, estas máquinas, en muchos casos, están especializadas en producir un tipo de corte en especial y aun solo tipo de vegetal, algunas pocas pueden producir cortes de varios tipos a costa de la capacidad productiva, cabe destacar, que dentro de la gama de productos que estas máquinas pueden cortar, no se encuentran las racachas, se puede inferir el motivo al poco conocimiento y uso de la misma, es por lo tanto correcto precisar que la analogía más cercana de una máquina para cortar Racachas, son las máquinas de cortar papas.

##### **1.4.1. Máquinas de corte automatizadas y semi-automatizadas**

La palabra automatizada, en el caso de máquinas cortadoras de vegetales, está referida a que la activación puede darse por una señal directamente a la máquina o a través de algún otro tipo de control, como por ejemplo un circuito eléctrico, circuitos electrónicos y control con PLC, además, la energía que produce los cortes, son del tipo electromecánico, dando pocas actividades físicas a realizar por el operario quien solo acciona la máquina seleccionando las funciones de cortado.

Estas máquinas son muy variables, de diversos tamaños, capacidades y tipos de cortes que pueden producir, el promedio productivo de este tipo de máquinas es de alrededor de 1000 [kg/hr], aunque es posible encontrar máquinas de usos más industriales llegando a los 4000 [kg/hr].



Como ejemplo se tiene la cortadora “Cuttingmachine SFS” de la empresa Marcelissen, con capacidad de hasta 3500 [kg/hr], especializada en corte de patatas, la patata llega a un rotor donde se coloca contra un cuchillo de rebanada, después de esto, la rebanada es roscada por una cuchilla, donde hay unos cuchillos giratorios que cortan las patatas en largas o rebanadas, para el desecho de almidón, se agrega agua fresca al proceso.



Figura 1.13.- Máquina de cortar Cuttingmachine SFS <sup>14</sup>.

Existen máquinas de otros usos similares y compatibles con otros vegetales, el “Cuttingmachine 3D” de la empresa Marcelissen, no solo corta patatas, sino algunos otros vegetales, a través de un túnel de alimentación, esta produce alrededor de 2000 [kg/hr], el rotor recogerá el producto y lo empujará a través del cuchillo de corte, dependiendo del tipo de corte seleccionado, la máquina cortará palos, los cuales a su vez pueden ser cortados para formar cubos, la máquina completa se puede abrir para su limpieza y cambio de cuchillas.



Figura 1.14.- Máquina de cortar Cuttingmachine 3D <sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Fuente: MARCELISSEN CUTTINGMACHINE SFS DATA SHEET, disponible en <http://www.marcelissen.nl/img/gebruikersmappen/PDF/Slitmaster%20E.pdf> (visitado 30/10/17).

<sup>15</sup> Fuente: MARCELISSEN CUTTINGMACHINE 3D DATA SHEET, disponible en <http://www.marcelissen.nl/img/gebruikersmappen/PDF/DC-202%20EN%20B.pdf> (visitado 30/10/17).

Por último, se menciona una máquina especializada en cortar papas capaz de producir cortes de cubos a razón de 4000 [kg/hr], de tipo industrial, con capacidad de hacer puré de papas, este cortador de papas es del fabricante Dofra.



Figura 1.15.- Máquina de cortar Belt Slicer <sup>16</sup>.

Mayormente estos cortadores, cuenta con un sistema de tipo tolva en el que los vegetales son vertidos para proceder al sistema de cortado, luego estos salen a través de una boca de salida y cuya capacidad productiva es en promedio 1000 [kg/hr].

#### 1.4.2. Máquinas de corte manuales

Estas máquinas son activadas manualmente, de menor costo, el trabajo se realiza a través de fuerza humana, usualmente son pequeñas, alrededor de 40 [cm] de longitud, la capacidad productiva es menor que una automatizada, alrededor de 500 [kg/hr] a no más de 1000 [kg/hr] en la mayoría de los casos, existen varias marcas de estos tipos de cortadores, que son relativamente de simple funcionamiento y mecanismos.



Figura 1.15.- Máquina de corte manual <sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Fuente: CATALOGO MACHINERY FOR THE PROCESSING OF POTATOS, disponible en <http://ftnondofra.com/documents/Dofra%20Potato%20Processing%20machines%20-%201.1%20->

<sup>17</sup> Figura extraída de la página web:

[https://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDUwMA==/z/RBUAAOSwm8VUxn97/\\$\\_20.JPG](https://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDUwMA==/z/RBUAAOSwm8VUxn97/$_20.JPG) (visitado 30/10/17).

## **CAPÍTULO 2**

### **2. ESTUDIO DE FUERZA DE CORTE EN RACACHAS**

En el presente capítulo, se realizará el estudio de corte en Racachas, se estudiará como son los procesos de corte aplicado a vegetales y qué fuerza es la necesaria para poder cortarlos, así como de los parámetros involucrados en un corte, para ello, se realizó un análisis experimental de la fuerza necesaria de corte en Racachas obtenida experimentalmente en laboratorio; cabe mencionar que en la realización de dichos ensayos, fue necesario establecer la geometría de los especímenes de prueba de corte, es decir dimensiones, zonas de cortado, posicionamiento, cuchilla de corte, etc., además de establecer la secuencia y plan para poder obtener dichos valores experimentales, finalmente con los resultados, es posible establecer la fuerza mínima necesaria para cortar una Racacha promedio, la cual recaerá con gran importancia en el diseño de la máquina.

#### **2.1. Análisis de Corte en Vegetales**

Los cortes realizados a vegetales, son realizados mediante cuchillas, las cuales avanzan en un determinado sentido, con el vegetal relativamente fijo, estas logran cortar dicho vegetal, alguna de las características de estos cuchillo, a un nivel simple, son la geometría y material, el material no debe ser contaminante ni tóxico, por otra parte, dentro de la geometría, si bien es cierto, las cuchillas deben resistir los esfuerzos de flexión, cortante y pandeo existentes, es también importante el ángulo de filo que tengan, existen varios tipos de filos de navajas, para máquinas cortadoras de vegetales, es usual el filo a un solo lado de la navaja o de bisel simple.

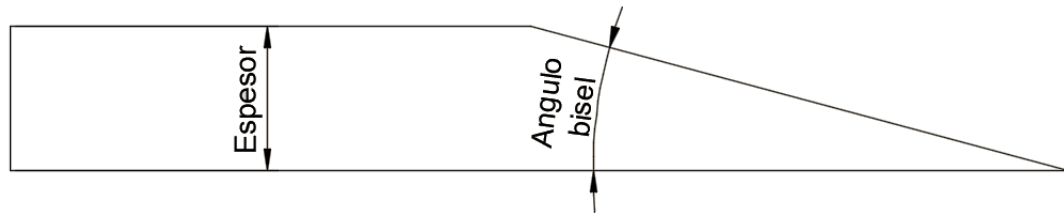


Figura 2.1.- Geometría de cuchilla de bisel simple.

Experimentalmente, estudios previos han revelado que la variación del ángulo de bisel de la cuchilla, cuando este se encuentra entre los  $10^\circ$  y  $25^\circ$ , no tiene mucho impacto en la fuerza resultante promedio y máxima para el corte de un vegetal, por lo que un filo adecuado y común, es el de  $15^\circ$  en el bisel, así mismo, la mayoría de las cuchillas, más aun las de tipo industrial), no sobrepasan el 1 [mm] de espesor.

Los resultados de laboratorio, referente al corte específico bajo unas determinadas condiciones, muestran que el desarrollo de la fuerza efectiva de corte esta mas relacionada con el ancho efectivo cortado del vegetal con avance paralelo, esto quiere decir que, si hipotéticamente se corta un vegetal, y este tiene una forma ovalada, la fuerza de corte efectiva ira cortando hasta un máximo el cual se da en la medida de mayor dimensión del vegetal (diámetro mayor).

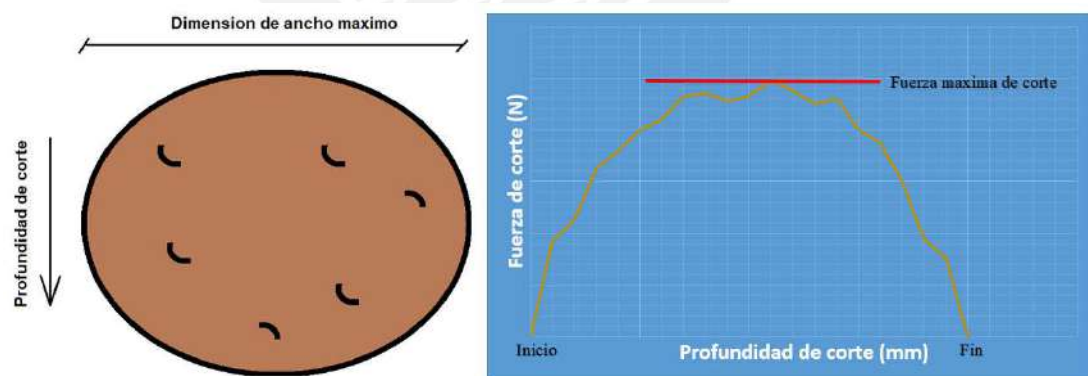


Figura 2.2.- Grafico de corte vs. Profundidad de corte de un vegetal.

No obstante, el diagrama de corte versus la profundidad a la que está cortando la cuchilla, no es totalmente lineal, esto lógicamente se debe a que el material, en este caso el vegetal, no es del todo isotrópico, esto refleja el porque las curvas no son suaves, y que además presentan quiebres abruptos entre algunos puntos, es por ello

que al momento de analizar las curvas, es prudente encontrar el máximo valor de la fuerza de corte, y en lo posible, realizar una línea tendencia que se ajuste al diagrama, de esta manera es posible establecer la fuerza de corte efectiva en función de la profundidad de corte.

## **2.2 Plan experimental para corte en Racachas**

El objetivo del plan experimental de corte en Racachas, tiene por finalidad determinar el procedimiento para poder determinar la fuerza necesaria para poder cortar una racacha de una determinada sección, de la misma manera y como producto del mismo se podrá determinar la fuerza necesaria de corte en una sección variable. La finalidad es poder obtener valores experimentales para poder diseñar una máquina para corte de racachas y dejar un precedente del experimento llevado a cabo.

### **Materiales para realizar los ensayos:**

- Racacha pelada, cortada en prisma, con una determinada sección para medición, de preferencia de sección rectangular, para la facilidad de medición, lo más frescas posibles, el espécimen deberá albergar necesariamente el núcleo del vegetal.
- Hoja de acero inoxidable para cortar vegetales, con filo a un lado, con ángulo de bisel simple a  $15^\circ$ , de 0.90 [mm] de espesor, de acero inoxidable de serie AISI 3XX, recta, plana y lisa en el resto de su superficie.
- Base para sujeción de racacha, empotrarle en la máquina compresora que medirá la fuerza de corte.
- Guillotina de enganche de cuchilla, la cual albergara la navaja y servirá de conexión con la máquina compresora, que descenderá con la cuchilla y realizara el corte.
- Máquina de medición de fuerza aplicada a espécimen.

En el procedimiento de los ensayos de corte, se tomó nota de la sección de la racacha y el valor de las fuerzas medidas para el corte a una determinada velocidad de corte, se repitió el ensayo unas 30 veces, ya sea con el mismo espécimen o con otros

especímenes de Racachas, a una relación de 10 cortes a una velocidad de 20 [mm/s], 10 cortes a una velocidad de 30 [mm/s] y 10 cortes a una velocidad de 40 [mm/s], de esta manera para cada ensayo se determinó las características de la sección cortada, registrando el desarrollo de la fuerza ejercida durante el experimento, trabajo ejercido, tiempo de corte y desplazamiento, el corte se realizó de manera que la inclinación de la navaja sea perpendicular al sentido de corte y paralelo a la base, para registrar la mayor fuerza posible de corte como indicado en la figura:

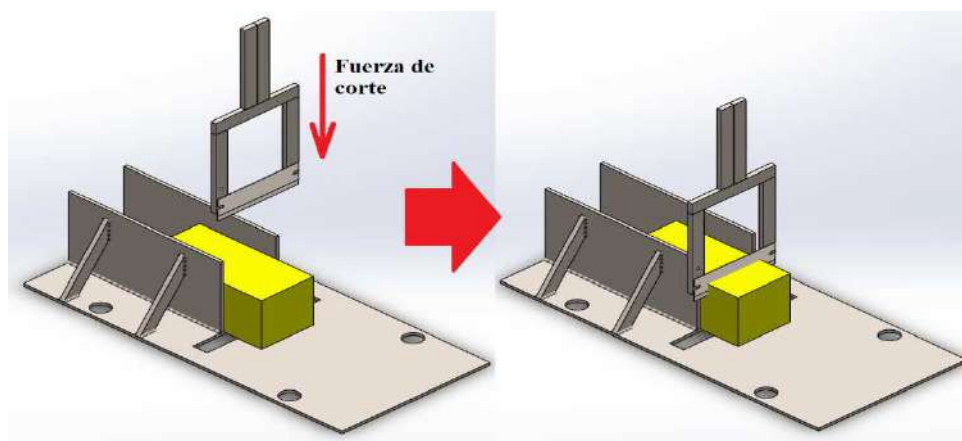


Figura 2.3.- Avance de Guillotina para corte de Racacha.

Los registros del corte contendrán el número de ensayo, el espécimen de prueba, velocidad de corte, característica de la cuchilla, dimensiones del rectángulo cortado de la Racacha, luego con los parámetros de corte experimentales obtenidos es posible obtener la fuerza mínima para poder cortar una racacha típica.

### 2.2.1 Especímenes de prueba para corte experimental

Los especímenes de prueba, serán racachas comunes, específicamente la Racacha Blanca, las racachas deben ser las más frescas posibles, las cuales serán puestas a prueba de corte sin su piel (deben estar peladas), dado que en esta parte de la línea de producción, las racachas ingresarían ya peladas, los especímenes a considerar serán cortados a fin de tener una sección medible de la misma, la cual a su vez contendrá en su centro el núcleo mismo de la racacha, esto con el propósito de obtener la fuerza mínima de corte, dado que el núcleo de la racacha es más denso y resistente, y por ende ofrece mayor fuerza al corte.

El ensayo consta en poner Racachas peladas cortadas en prismas, con sección alrededor de 25 [mm] por 25 [mm] a más, conservando lógicamente una sección rectangular.

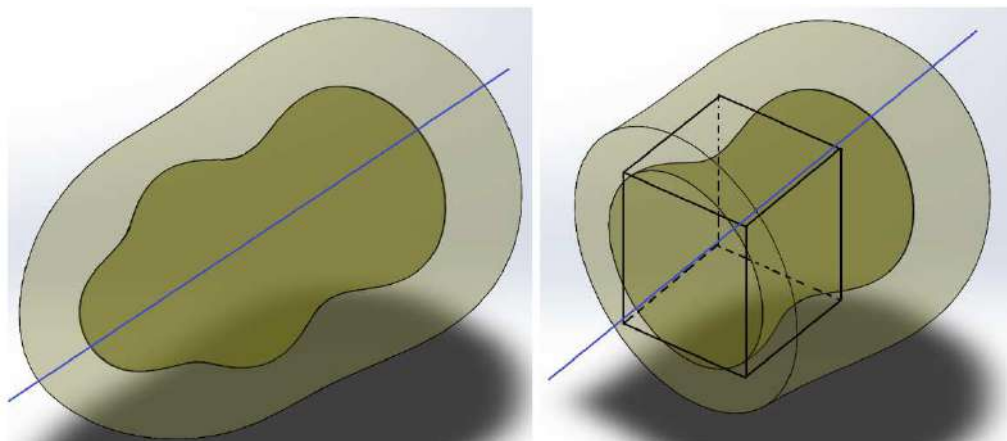


Figura 2.4.- Prisma para ensayo de corte de Racacha, albergando núcleo.

Se plantea además que el prisma de Racacha, que debe contener el núcleo del vegetal el cual es duro, sea colocado en una base especial, en la que estará sujeta para que no se mueva durante el procedimiento, es decir no tenga movimientos en el plano “X-Y” en caso la guillotina se mueva en el eje “Z”, además de que el eje imaginario del núcleo (línea azul en la figura 2.2) este lo más paralelo a la base de la máquina y a la vez perpendicular a la hoja de corte del ensayo, de esta manera se procurara tener la máxima resistencia al corte.

### 2.2.2 Prototipo físico para experimento de corte en Racachas

En los ensayos de corte de racachas, se usó un equipo el cual pueda permitir la instalación de los diferentes especímenes de prueba de racachas y someterlos a corte, de manera que estas se mantengan relativamente fijas y no se muevan durante el ensayo de corte, esta base debe ir empotrada en la máquina medidora de fuerza “Zwick/Roell Z050” del 2013 del laboratorio de materiales de la especialidad de Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, y al mismo tiempo, la guillotina que contiene la navaja de corte, debe ir sujeta en una de las mordazas de la máquina medidora para que pueda descender y cortar las Racachas.

El concepto básico de la base que retendrá las Racachas, y al mismo tiempo ir empotrada a la base de la máquina medidora de fuerza, fue de que esta debe sujetar las Racachas en su interior, tener agujeros para que pueda ser empotrada en la máquina medidora de fuerza y además una ranura por la cual pueda pasar las guillotina:

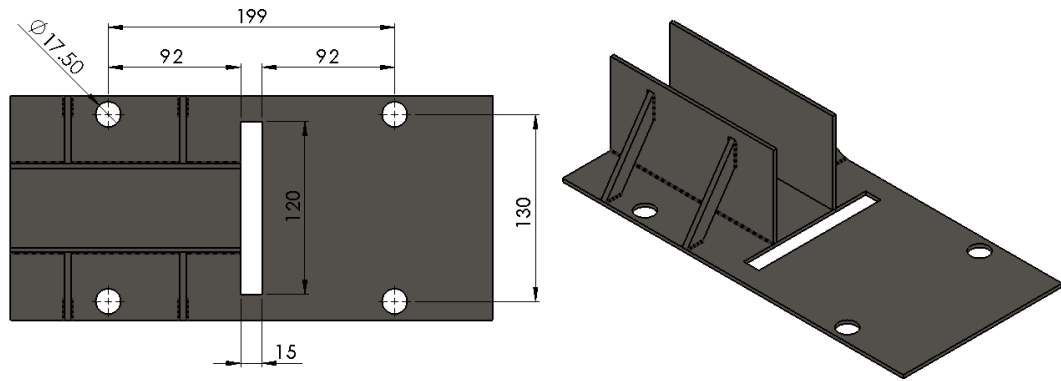


Figura 2.5.- Concepto de Base para Racacha.

De la misma manera, el concepto de la guillotina es básico, un sujetador de navaja, la cual descenderá cortando las Racachas, deberá tener un extensor largo para que pueda ser apretado y sujetado por las mordazas de la máquina medidora de fuerza del laboratorio:

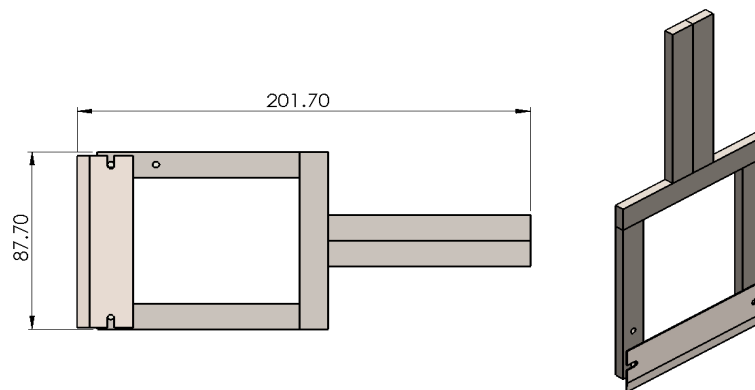


Figura 2.6.- Concepto de Guillotina de corte.

Finalmente, el concepto del montaje completo del prototipo, el cual albergara los especímenes de corte, quedara como el de la figura 2.7, un prototipo que impide el movimiento de las Racachas para que no se desalineen pero que al mismo tiempo, al ser cortada la Racacha, esta permite que el trozo cortado de la Racacha salga



libremente a un lado de la base, cabe notar que debido a la ranura del prototipo, la navaja y la guillotina podrán pasar sin problemas:

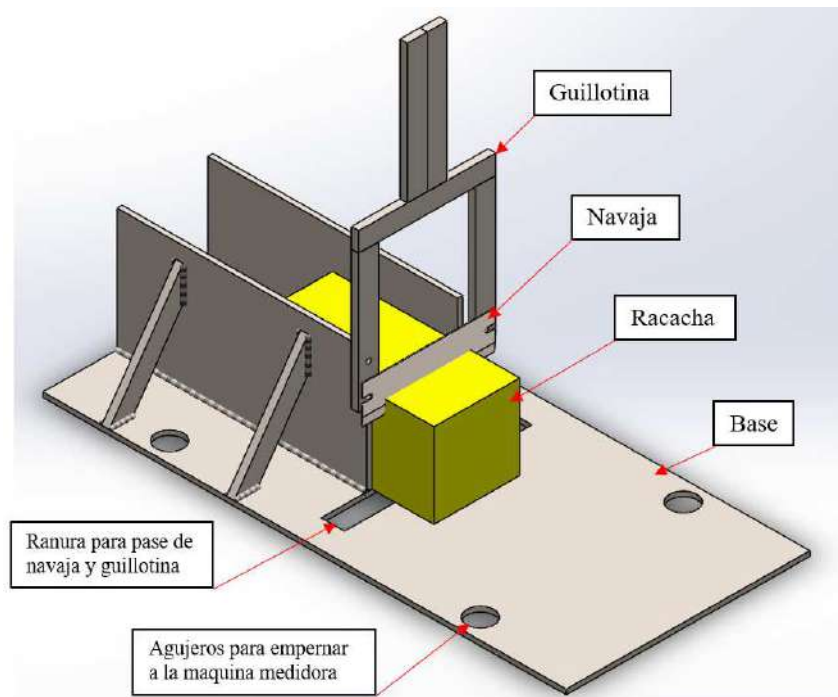


Figura 2.7.- Montaje final de prototipo para corte de Racachas.

### 2.3. Análisis y diagramas de corte en Racachas

En el estudio de los resultados obtenidos por la máquina “Zwick/Roell Z050”, se analizan los diversos diagramas obtenidos experimentalmente en los cuales se refleja la fuerza existente a medida que avanza la guillotina cortando las Racachas, bajo estos diagramas, se registró los siguientes valores:

- Fuerza máxima registrada en corte de Racachas
- Fuerza promedio de corte por unidad de ancho en Racachas
- Energía total de corte de Racachas por unidad de sección

Dado cada diagrama de corte, se podría encontrar la energía necesaria para cortar una determinada sección, esta vendría a ser dada por la integral de la fuerza y la profundidad, es decir el área bajo la curva en la figura 2.8, es decir:

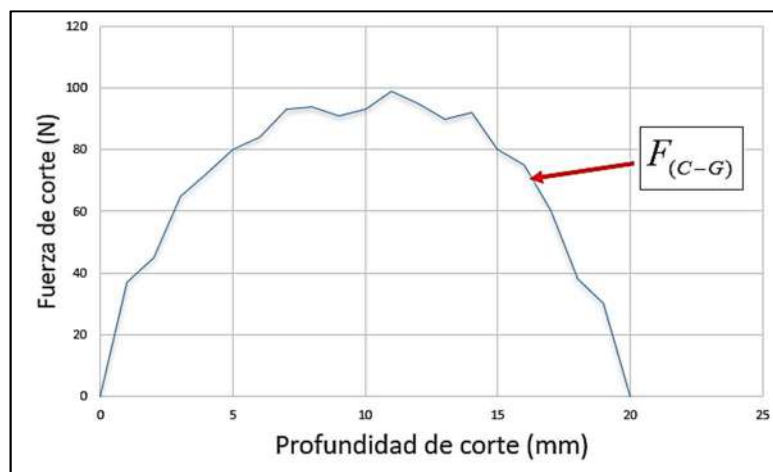


Figura 2.8.- Fuerza en función de la profundidad de corte de un diagrama de corte cualquiera.

$$\bullet \quad W_{(G)} = \int_{\text{inicio}}^{\text{fin}} F_{(C-G)} dx$$

$W_{(G)} = \text{Energía general necesaria para cortar el vegetal [N.mm]}$

En la fuerza máxima existente de corte de Racachas, bastara con encontrar la máxima fuerza registrada por ensayo, mientras que la fuerza de corte promedio por unidad de ancho, fue necesario evaluar la zona donde la fuerza de corte procura mantenerse constante de acuerdo a la sección, a continuación, como ejemplo se muestra el diagrama de corte del espécimen 11 del ensayo donde el límite del dominio (entre líneas azules) indica que en dicha zona se encuentra la fuerza promedio de corte indicada por la línea roja paralela al eje de la profundidad:

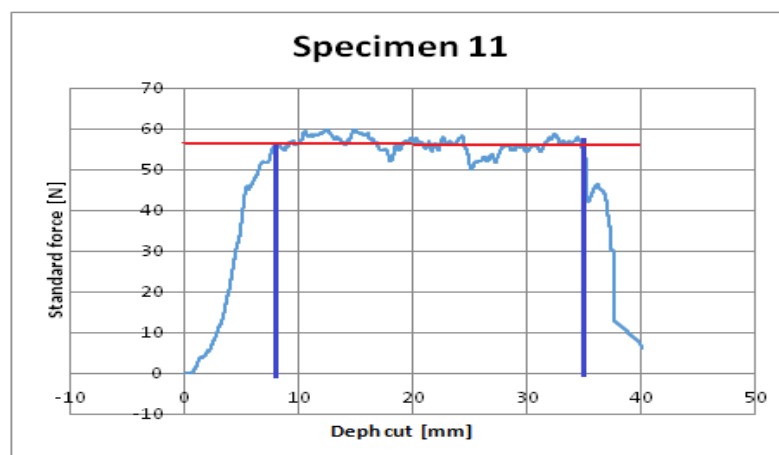


Figura 2.9.- Zona de fuerza promedio por unidad de ancho en corte.

En la determinación de dicha fuerza promedio, esta será igual al promedio de las fuerzas existentes en dicha zona.

### 2.3.1 Resultados de cortes en Racachas

Los resultados de corte de racachas, fueron realizados en el Laboratorio de materiales de la especialidad de Ingeniería Mecánica, el día viernes 17 de Noviembre del año 2017, para ello se llegó a usar 7 Racachas, los cuales produjeron 32 cortes, la máquina que censo las fuerzas actuantes para lograr cortar una racacha fue “Zwick/Roell Z050” del 2013, con prensa superior e inferior “Zwick/Roell tipo 8497.50.00”, la cual tiene un alcance de medir hasta 50 [kN] de fuerza.

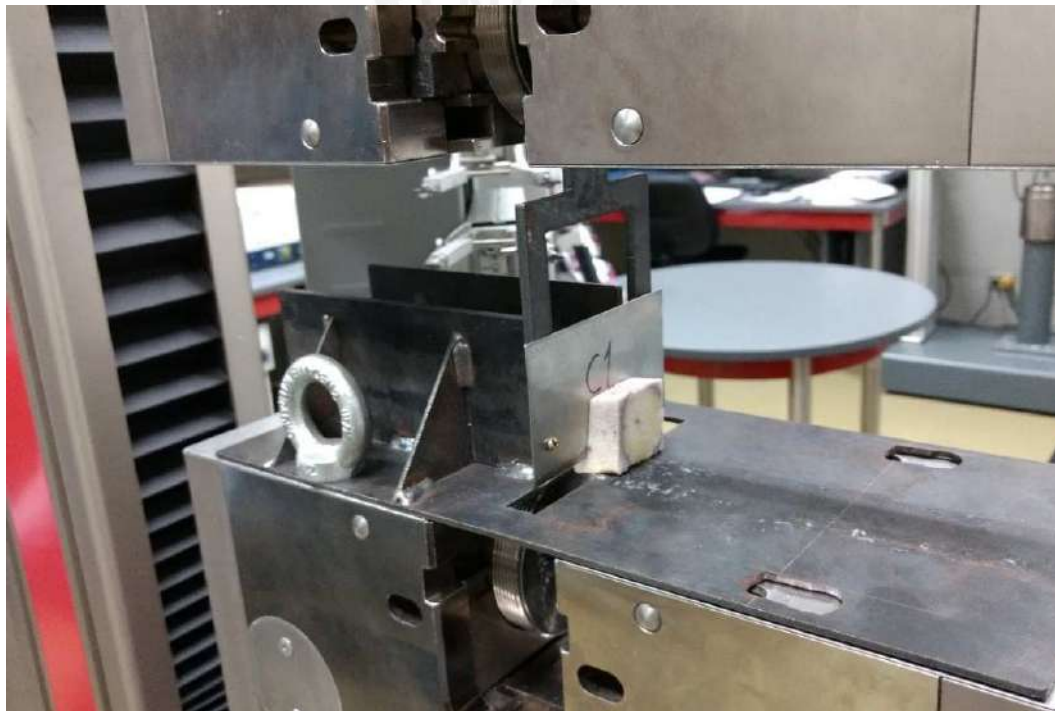


Figura 2.10.- Corte de Racacha por medio de Guillotina en Laboratorio.

Los resultados de los cortes, son variados, dado que es difícil obtener una sección homogénea y ortogonal, no obstante se realizaron cortes lo más parejos posibles asemejándolos a un rectángulo, las medidas de base y altura de dicha sección rectangular se realizaron en los puntos medios, para que sean los más cercanos a un rectángulo y poder medirlos.

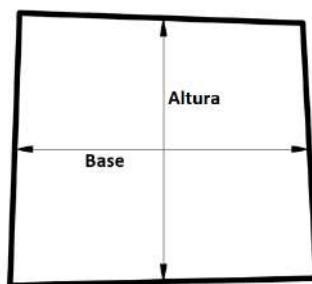


Figura 2.11.- Base y altura medibles de una sección de Racacha de prueba.

### 2.3.2 Fuerza promedio de corte por unidad de ancho en Racachas

En la determinación de la fuerza promedio por unidad de longitud de ancho, se utilizaron los respectivos diagramas donde la fuerza comienza a estabilizarse hasta encontrar la desestabilización de la fuerza en el corte, como estipulado en el subcapítulo 2.3 del presente, realizando la respectiva grafica de barras en base a los datos de fuerza de corte de los valores para poder observar las diferencias existentes:

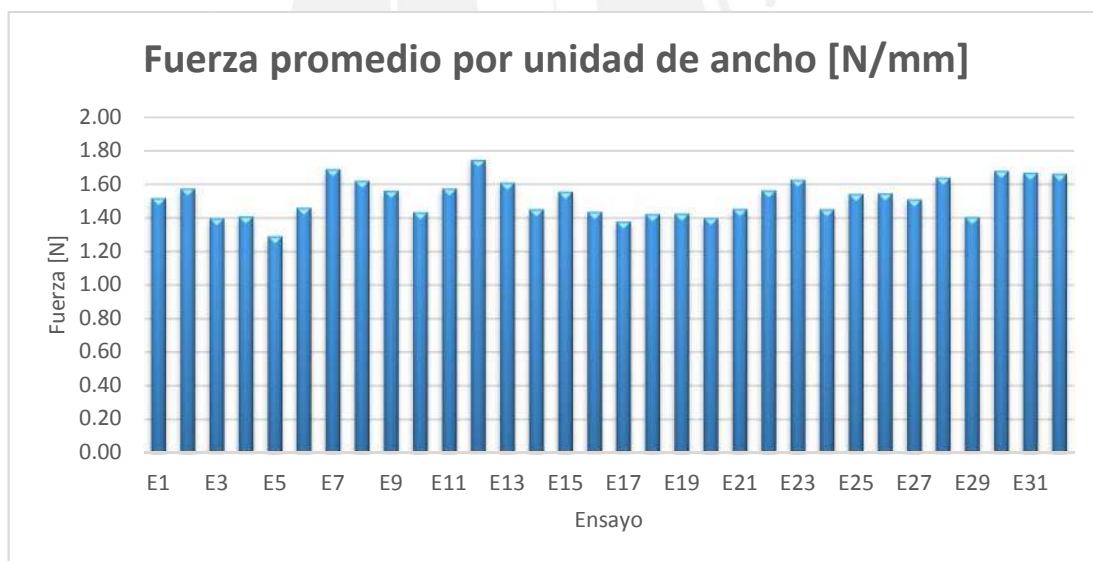


Figura 2.12.- Comparativa en barras de fuerza promedio de corte.

Los valores encontrados **son consistentes**, se encuentra que la fuerza promedio de corte tiene un mínimo de 1.29 [N/mm] y un máximo de 1.74 [N/mm], y en promedio 1.52 [N/mm], a manera de entender este dato, el significado indica que por ejemplo una cuchilla que ejerza 1.52 [N] de fuerza debería poder cortar una Racacha de un diámetro máximo de 1.52 [mm].

### 2.3.3 Fuerza máxima de corte registrada para corte de Racachas

La fuerza máxima de corte en Racachas, será asumida como la máxima fuerza registrada en la ejecución del ensayo de corte de Racachas, cabe observar que las fuerzas máximas de corte son entre 6% y 23% más elevadas que las fuerzas promedio, a continuación se realiza la respectiva grafica de barras de los valores para poder observar las diferencias existentes en la fuerza de corte por unidad de ancho en los diferentes ensayos realizados:

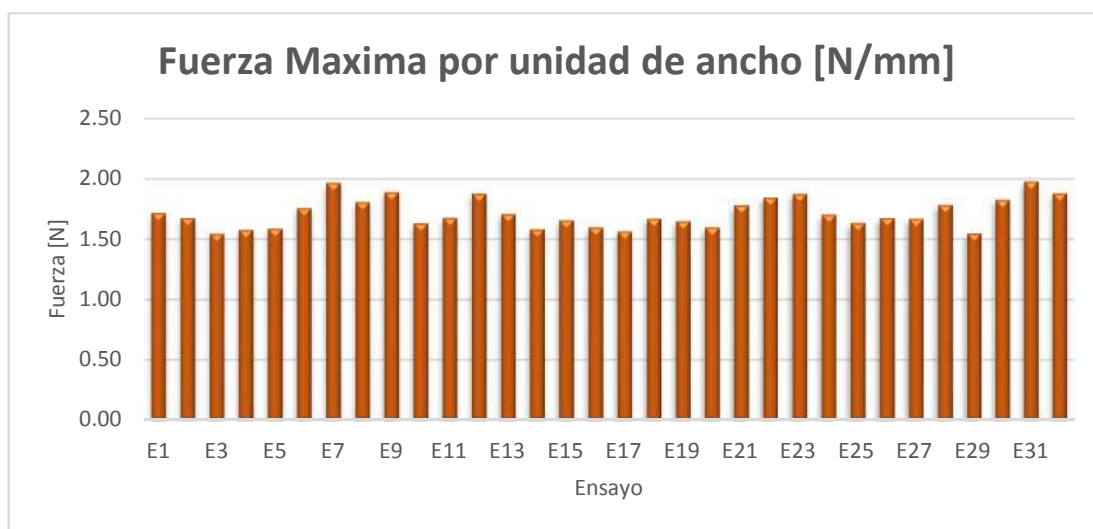


Figura 2.13.- Comparativa de barras de fuerza máxima de corte.

Es encontrado que la fuerza máxima de corte tiene un mínimo de 1.54 [N/mm] y un máximo de 1.97 [N/mm], y en promedio 1.71 [N/mm], esto indica, analizando los valores promedio entre las fuerza máxima y la fuerza promedio de corte por unidad de ancho, la fuerza máxima está alrededor de 13% más en relación a la fuerza de corte promedio.

### 2.3.4 Energía de corte en Racachas

La energía de corte, es la energía total utilizada para cortar una determinada sección de Racacha, derivado de la teoría mencionada en el subcapítulo 2.3 de la presente tesis, como información adicional, realizando la respectiva grafica de comparación de las energías necesarias para cortar una determinada sección:

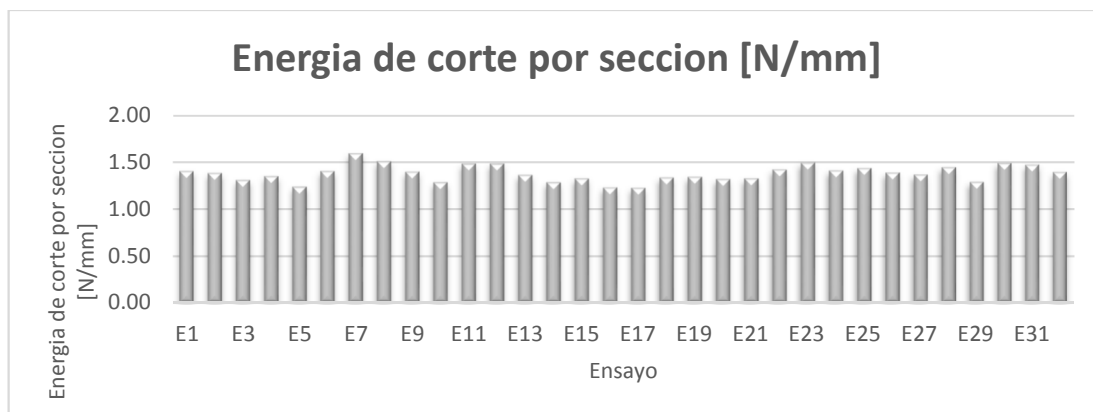


Figura 2.14.- Comparativa en barras de energía de corte por unidad de sección.

Es observable que la energía de corte promedio, acorde al gráfico de barras es de 1.38 [N.mm/mm<sup>2</sup>], es observable que en general los diversos valores medidos son consistentes y similares.

### 2.3.5 Determinación de la fuerza necesaria para cortar Racachas

Experimentalmente se ha encontrado diversos valores experimentales a las fuerzas existentes a la hora de cortar una Racacha, es necesario saber que magnitud debe tener la fuerza, con el fin de garantizar que una Racacha sea cortada, en este caso se tiene dos fuerzas obtenidas experimentalmente, la fuerza promedio de corte por longitud de ancho, y la fuerza máxima detectada en el corte por longitud de ancho.

Es en este punto donde debe evaluarse cuál de las fuerzas debe considerarse como parámetro de diseño necesario para cortar una Racacha, es necesario realizar un cuadro comparativo entre ambos tipos de fuerzas, teniendo los mínimos, máximos y promedios de ambos para tener mejor entendido los datos obtenidos experimentalmente:

Tabla 2.1.- Resumen de valores de corte.

|                                              | Promedio de los 32 ensayos | Mínimo valor de los 32 ensayos | Máximo valor de los 32 ensayos |
|----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Fuerza promedio por longitud de ancho [N/mm] | 1.52                       | 1.29                           | 1.74                           |
| Fuerza máxima por longitud de ancho [N/mm]   | 1.71                       | 1.54                           | 1.97                           |

De manera global, analizando los datos de los ensayos obtenidos, es de observar en los valores promedios que, la fuerza máxima es 1.25 veces el promedio de las fuerzas promedios de corte, no obstante, se debe garantizar el corte de las Racachas, por lo que se utilizara el valor de 1.71 [N/mm], al cual debe aplicarse un pequeño factor de incertidumbre de aproximadamente 15%, obteniendo así 2.00 [N/mm], el cual es un valor óptimo que abarca todos los obtenidos, de esta manera es asegurado que, cualquier diseño que use este valor de fuerza de corte, pueda cortar cualquier Racacha, así ocurra una situación crítica, y que además pueda sobrepasar sin problemas cualquier requerimiento de magnitud de fuerza en el corte, por otro lado, no se aplica este criterio en base a la fuerza máxima de corte debido a que la probabilidad de recurrencia es mucho menor que la media, que vendría a ser la fuerza de corte promedio antes mencionada; los valores provenientes de los gráficos están ubicados en el anexo de la presente tesis para su observación y entendimiento.



## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO CONCEPTUAL

En este capítulo, se empleara la metodología del diseño según la norma VDI 2221 a fin de poder obtener un diseño funcional y óptimo a través de un proceso lógico y ordenado, por lo que se empleara una lista de exigencias y una secuencia de funciones de trabajo, con las que se creara diseños conceptuales hasta obtener un modelo óptimo, se toma en consideración primordial que la máquina especializada en cortar Racachas, será capaz de realizar los tipos de cortes Tiras (incluyendo variaciones dimensionales de Tiras), Cubos (incluyendo variaciones dimensionales de cubos) y Rebanadas (incluyendo variaciones dimensionales de Rebanadas), se escogen estos tipos de cortes porque son los más usados en la alimentación.

#### 3.1 Consideraciones y requisitos de Diseño

Las consideraciones de diseño son aquellos parámetros, cualitativos y cuantitativos que sirven como objetivo de diseño, la máquina debe ser capaz de satisfacer dichas consideraciones, de esta manera, se tienen bases de consideración a la hora de obtener un diseño conceptual, e ir mejorándolo hasta obtener un proyecto óptimo, el esquema a seguir para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

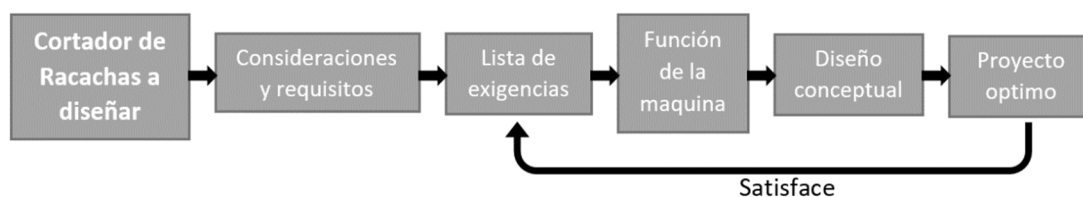


Figura 3.1.- Secuencia básica de diseño.



### 3.1.1 Función Principal

La función principal de la máquina a diseñar, es una máquina capaz de realizar cortes del tipo Tiras, Cubos y Rebanadas de Racachas, la máquina es especializada en estos cortes ya que ejercerá las fuerzas de corte necesarias para cortar específicamente Racachas, la máquina tendrá una producción máxima de 2000 [kg/hr], además como parámetros de corte en el análisis de componentes, las geometrías de los cortes antes descritos serán los siguientes:

- **Tiras:** Con cortes ajustables a fin de obtener dimensiones de sección entre 10 [mm] por 10 [mm] hasta cortes de 20 [mm] por 20 [mm], 3 variedades.
- **Cubos:** Con cortes ajustables con cubos de arista desde 10 [mm] hasta 20 [mm], al menos 3 variedades, la longitud de largo de los cubos podrá ser ajustada para obtener cubos de medidas homogéneas.
- **Rebanadas:** Con cortes a fin de obtener espesores desde de 5 [mm].

### 3.1.2 Recepción del Producto

La recepción del producto refiere a cómo es que ingresaran las Racachas a la máquina para poder ser cortadas, las Racachas ingresaran al sistema estando ya peladas y lavadas, es decir sin su cascara, lo más frescas posibles, es por lo tanto deducible que en una determinada línea de producción, las Racachas que salen peladas, ya sea por un proceso con alguna máquina o realizado el corte manualmente, ingresaran al cortador, se espera que las Racachas estén lo mejor peladas posibles, dado que no se tiene la certeza de cómo podría influenciar en la dureza de la cascara de una Racacha en la fuerza de corte, ya que esta podría aumentar la solicitud de fuerza necesaria para cortar.

### 3.1.3 Energía

La energía de alimentación que usara la máquina cortadora de Racachas será eléctrica, del tipo trifásica, de 380 voltios y a una frecuencia de 60 [hz], se utiliza este tipo de energía eléctrica dado que es suficiente para poder alimentar a la máquina, la energía

eléctrica será transformada en energía mecánica necesaria para realizar los cortes en las Racachas.

#### **3.1.4 Seguridad**

Es claro que el diseño de la máquina para cortar Racachas, debe ser una máquina segura de usar por parte de un operario, esto quiere decir que no debe tener ningún borde punzante o cortante que pueda herir a una persona, por lo que no tendrá partes rotativas, cadenas, fajas, arboles, o cualquier otro componente en movimiento que estén expuestos al contacto simple con alguna persona, de esta manera la máquina no podrá atrapar accidentalmente algún miembro humano o ropa; La máquina además no representara un elemento contaminante ni dañino al medio ambiente en el cual trabaje, por lo que no expelerá elementos contaminantes no lubricantes al exterior.

#### **3.1.5 Señales de informaciones**

El diseño tendrá indicadores de funcionamiento, a nivel básico, esta tendrá una luz piloto de encendido, el cual indicara que la máquina está trabajando, también tendrá una luz piloto de traba, los dos anteriores antes descritos, son las señales básicas de información, por otra parte tendrá indicadores propios de la selección de tipo de corte, del tipo eléctrico y analógico, entre otros más que puedan ser adicionados en el proceso de diseño de la máquina.

#### **3.1.6 Ergonomía**

El diseño de la máquina debe tener una geometría y conformación final de tal manera que el mando de control global este a una altura alcanzable para un operario común promedio, el vertido de Racachas a la máquina no exceda los 1.40 [m] de altura, y que los productos de salida del equipo no salgan a gran altura de la máquina, de manera que sean fácilmente recogidas por el personal encargado, en resumen se puede decir que la máquina, tanto en su alimentación, control y retirada de productos finales no requerirá de gran esfuerzo por parte del personal operativo.

### **3.1.7 Control de Calidad**

La calidad puede ser dividida en dos partes, la primera está arraigada a la función principal de la máquina, lo cual indica que la máquina deberá producir cortes homogéneos de Racachas en su funcionamiento y acorde al tipo de corte seleccionado, por otra parte, la máquina debe ser segura en su funcionalidad, y debe cumplir con estándares de calidad e higiene a nivel de diseño, garantizando así una nula contaminación a los productos de Racachas cortados, por lo que se tomara la norma Británica BS EN 1672-2:2005, la cual toma nociones importantes de consideración en lo que respecta al diseño de máquinas procesadoras de alimentos.

### **3.1.8 Mantenimiento**

El equipo estará conformado de tal manera, y cumpliendo con la ergonomía propuesta, que no requiera mantenimientos exhaustivos, por lo que los planes de mantenimiento preventivos serán de ciclos largos en lo posible, es importante notar que cualquier lubricante liquido o grasa en los puntos de fricción, deberán ser de grado alimenticio, de la misma manera cualquier componente que tenga un desgaste prematuro en comparación con el equipo en sí, no deberá contaminar las Racachas, ni en la entrada, ni durante el proceso, ni a la salida de la máquina.

### **3.1.9 Bases para Lista de Exigencias del Proyecto**

Como se comentó anteriormente, se tienen los criterios básicos a cumplir cuando se tenga el proyecto óptimo, por lo que es posible conformar un resumen de la lista de exigencias, en la cual estará plasmada la finalidad y algunas propiedades de la máquina, no obstante en el Anexo se encuentra la Lista de Exigencias completa con todos los parámetros completos referentes a los requisitos que cumple la Máquina para cortar Racachas.

Tabla 3.1.- Resumen de Lista de Exigencias.

| <b><u>RESUMEN LISTA DE EXIGENCIAS</u></b> |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b>                          | <b>Máquina para cortar Racachas</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>CLIENTE:</b>                           | <b>Pontificia Universidad Católica de Lima</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>N°</b>                                 | <b>TIPO ESPECIFICACION:</b>                     | <b>DESCRIPCION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>1</b>                                  | <b><i>Función Principal:</i></b>                | La máquina debe ser capaz de recepcionar Racachas para poder hacer cortes a las Racachas, de manera que puedan producirse cortes del tipo Tiras, Cubos y Rebanadas de Racachas, con una capacidad productiva máxima de 2000 [kg/hr], las cuales saldrán por una tolva de descarga.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>2</b>                                  | <b><i>Recepción del Producto:</i></b>           | Se ingresaran Racachas peladas (sin cascara) y lavadas previamente antes de ser vertidas en un tolva de la máquina para que puedan ser cortadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>3</b>                                  | <b><i>Energía:</i></b>                          | La máquina usara energía eléctrica de 380 Voltios trifásica y 60 [Hz] de frecuencia, la cual será transformada en energía mecánica para la función del equipo.<br>La máquina usara energía neumática, en forma de presión no menor a 7 bares y un caudal de alimentación no menor 700 litros por minuto.                                                                                                                                                                                                    |
| <b>4</b>                                  | <b><i>Seguridad:</i></b>                        | La máquina no tendrá mecanismos expuestos que puedan dañar al operario ni al medio ambiente en el funcionamiento de la máquina, así mismo no habrá cables que puedan causar choque eléctrico al operador, y no habrá fugas de lubricante.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>5</b>                                  | <b><i>Señales/Indicadores/accionadores:</i></b> | La máquina tendrá un piloto de que indicara que la máquina esta lista para operar, un piloto que indica que la máquina está funcionando, selectores de tipos de corte y un señalador que indique que hay problemas de atasco al corte de Racachas                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>6</b>                                  | <b><i>Ergonomía:</i></b>                        | La máquina tendrá los pulsadores a una altura adecuada a fin de que una persona promedio pueda operar la máquina, así mismo los pilotos serán de fácil observación por el operario. La forma de verter las racachas en la máquina será en lo más posible cómoda para el operario, sin que tenga que elevarlas a una altura superior a 1.40 metros de altura. Las racachas cortadas saldrán a una altura menor de 1.20 metros para que sean fácilmente transportada a otra área o recogidas por un operario. |
| <b>7</b>                                  | <b><i>Control de Calidad:</i></b>               | La máquina debe ser apta para producir alimentos y utilizara componentes de grado alimenticio o que estén aprobados por la FDA, además será fabricada cumpliendo los criterios de diseño de la norma BS EN 1672-2:2005                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>8</b>                                  | <b><i>Mantenimiento:</i></b>                    | Se procurara hacer que los mantenimientos periódicos sean de ciclos relativamente largos.<br>Se hará la máquina a fin de que use lubricantes de grado alimenticio. La máquina debe poder ser desarmable a fin de mostrar las uniones o partes móviles para poder repararlas o lubricarlas.                                                                                                                                                                                                                  |

### 3.2 Función del sistema

El objetivo de la máquina es poder cortar Racachas, de manera que los cortes que pueda producir la máquina sean de diversos tipos, la máquina debe ser capaz de Recepcionar Racachas peladas y ser capaz de realizar los cortes sin necesidad de intervención de operadores, excepto cuando se seleccione los cortes a realizar, encenderla o apagarla, por el resto deberá ser autónoma, dado lo anterior mencionado, por lo tanto es posible observar, a manera de esquema cual es funcionamiento de la máquina, en relación a lo que se desea obtener:

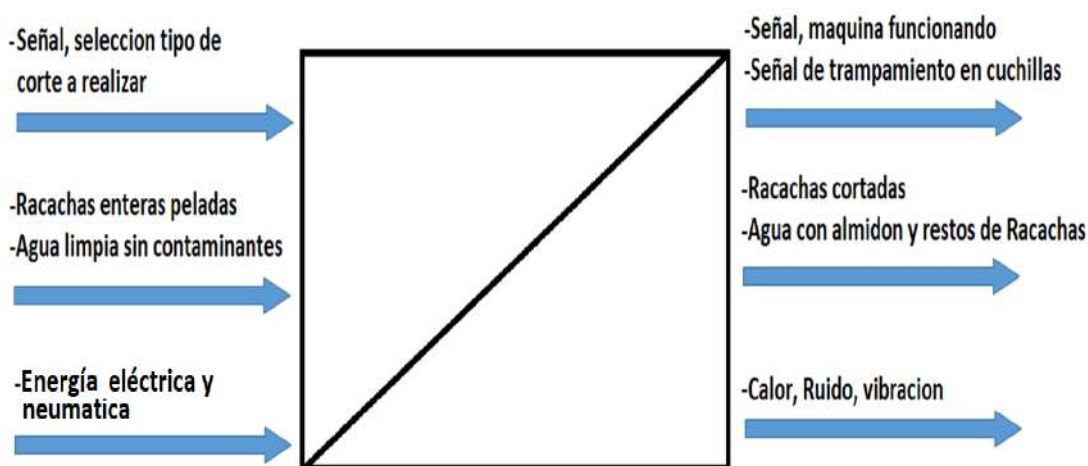


Figura 3.2.- Caja negra de la cortadora de Racachas.

#### 3.2.1 Entradas y salidas del sistema

Las entradas al sistema es todo aquel material o energía las cuales son transformadas en un sistema (en este caso la cortadora de Racachas) con la finalidad de obtener una determinada acción o producto (las cortes de Racachas), a continuación es detallado las entradas y salidas del sistema:

##### Entradas:

- Racachas peladas y lavadas previamente al ingreso.
- Energía eléctrica y neumática para activación de la máquina y energía humana adicional requerida.

- Agua limpia del pre-proceso de pelado, el agua no debe estar contaminada y se considera que cumple los requisitos del Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano indicado en el DS N° 031-2010-SA del Ministerios de Salud del Perú.
- Controles y señales que darán inicio a las actividades de corte en la máquina.

#### **Salidas:**

- Racachas cortadas, ya sean en tipo tiras, cubos o rebanadas.
- Restos de materiales usados en el corte de Racachas, como agua con almidón y otros componentes físicos y químicos producto del proceso de corte de Racachas.
- Señales indicadoras del estado de funcionamiento de la máquina.
- Energía no usada por el sistema, en forma de sonido, vibración, aire, etc.

#### **3.2.2 Secuencia de trabajo**

La máquina a diseñar, requiere de un proceso lógico de funcionamiento, se determinan cuatro etapas básicas para el funcionamiento del equipo, en base a cual se consideran en la concepción el diseño de un modelo de funcionamiento:

##### **Etapas 1: Preparación**

- Tener las Racachas peladas previamente antes del vertido en la máquina.
- Conectar las respectivas fuentes de energía, así como la toma de agua limpia.
- Posicionar los recipientes respectivos para el vertido de las Racachas cortadas y en caso de ser necesario, para el agua utilizada posterior al proceso de corte.

##### **Etapas 2: Ejecución**

- La máquina lleva las Racachas a la zona de cortado, para así obtener los cortes preseleccionados.

- La máquina corta las Racachas conforme a lo preseleccionado, se emplean tres cortes para obtención del producto cortado.
- La máquina llevara las Racachas ya cortadas a su respectiva zona de descargo.

### **Etapa 3: Control**

- Encendido y apagado del sistema.
- Configuración de corte deseado en las Racachas.
- Control de traba en sistema de corte de Racachas, apagado del sistema.

### **Etapa 4: Fase Final**

- Obtención de Racachas cortadas a necesidad.
- Estado de espera para volver a iniciar proceso de cortado.

#### **3.2.3 Estructura de Funciones**

Se obtuvo la caja negra de funcionamiento de la cortadora de Racacha, con la secuencia de trabajo, en adición con las entradas y salidas del sistema, es posible determinar la estructura de funciones que tiene la máquina, la estructura contiene las funciones parciales que debe realizar el sistema, ello además ayudara a encontrar determinados subsistemas que en conjunto, conforman la función total de la máquina, a continuación, en la figura 3.3 se muestra la estructura de funciones, englobando los elementos de entrada, salida y procesos internos de la estructura:

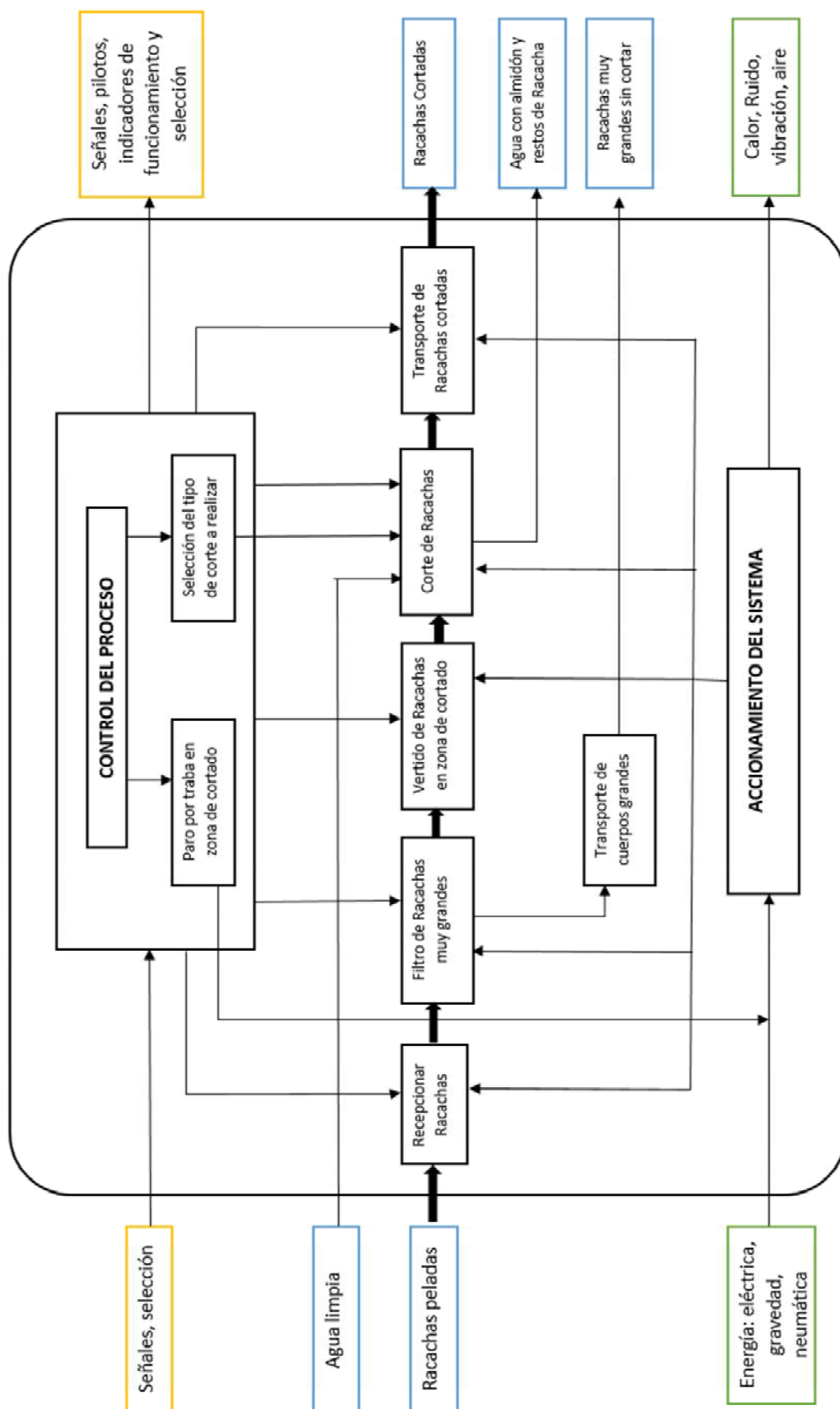


Figura 3.3.- Estructura de Funciones base de la máquina cortadora de Racachas.



### 3.2.4 Funciones Parciales

La estructura de funciones representa el orden lógico e interacciones propias que se deben seguir a fin de lograr la función principal, estas se dividen internamente en funciones parciales, que son individuales pero que se interconectan entre sí, cada una tiene una tarea específica en el proceso, las funciones parciales son detalladas a continuación:

- **Recepción Racachas:** Se refiere a la parte o sistema de la máquina, en la cual se vierten las Racachas peladas, para ser transportadas de alguna manera hasta el filtro por tamaño de Racachas.
- **Posicionado de Racachas:** Esta parte posiciona las Racachas de manera que estén listas para ser cortadas, es la parte que almacena, contiene o mueve las Racachas desde el vertido, hasta las navajas para que las Racachas sean cortadas.
- **Cortador 1:** Es el primer juego de cuchillas que corta a las Racachas, dando lugar así a un primer tipo de corte, se selecciona y configura a necesidad, pensado en crear cortes de Rebanadas y cortes previos a los Tiras.
- **Cortador 2:** Es el segundo juego de cuchillas que corta a las Racachas, dando lugar así a un segundo tipo de corte posterior al primer cortado, combinando así un corte más acorde a lo seleccionado, pensado para poder crear cortes del tipo Tiras, las navajas son perpendiculares a los del Cortador 1.
- **Accionamiento 1:** Esto corresponde a la parte motriz que produce el corte entre las Racachas y los Cortadores 1 y 2, el Accionamiento 1 combina los Cortadores 1 y 2 para que con un solo actuador se produzcan dos tipos de corte en un solo sentido de corte, ya sea paralelo o perpendicular al sentido de avance de la Racachas como detallado en la subsección 1.3.1 Procesos de Cortes en Vegetales.

- **Cortador 3:** Es el tercer y último juego de cuchillas que corta a las Racachas, dando lugar así al corte final, pensado para poder producir cortes de cubos, configurable a necesidad.
- **Accionamiento 2:** Corresponde a la parte motriz que origina el movimiento para poder cortar las Racachas con el Cortador 3, puede ser usado o permanecer en reposo durante el proceso de cortado.
- **Salida de Racachas cortadas:** Es la forma como se traslada el producto cortado de Racachas hasta un depósito o vertedero y pueda ser usado en otro proceso, es la parte final donde el proceso de cortado acaba.

### 3.3 Diseño Conceptual

El diseño conceptual consiste en encontrar y bosquejar modelos que cumplan la función principal del sistema, donde se observen las entradas y salidas del proceso, la forma de encontrar un diseño conceptual, de acuerdo a la metodología del diseño, es mediante la combinación de portadores de funciones, mediante la cual es posible obtener un diseño conceptual.

Los portadores de funciones son mecanismos o componentes, que son capaces de realizar una función parcial, de esta manera, se pueden tener múltiples alternativas para poder realizar una determinada función parcial, es además en este punto donde se observa la variedad tecnológica existente o necesaria para llevar a cabo la respectiva tarea.

Está claro que cada función parcial, tiene diferentes portadores de funciones, la combinación de ellas, se realiza mediante una matriz morfológica, similar al indicado en la norma VDI-2222 Parte II, la combinación se realiza teniendo criterio de compatibilidad entre portador y portador al pasar de una función parcial a otra, de esta manera es posible obtener un diseño conceptual que pueda funcionar

La ventaja de usar una matriz morfológica, permite observar las posibles combinaciones que pueden realizarse, las diversas formas y características que pueden

obtenerse para llegar a un diseño conceptual, la matriz morfológica puede encontrarse en el Anexo.

Luego de haber realizado un determinado número de combinaciones, se obtuvieron 5 conceptos de solución, los cuales son comparados, a fin de encontrar que concepto, es el más adecuado, es decir el diseño conceptual óptimo, la comparación usualmente se realiza mediante criterios cualitativos, de carácter técnicos y económicos.

### 3.3.1 Diseño Conceptual N° 1

El primer concepto de solución, mediante la unión de portadores de funciones compatibles, puede obtenerse un contador con faja transportadora, la cual alinea las Racachas de manera que estas formen un línea para que sean cortadas, los cortadores 1 y 2 se trasladan de manera que roten por las guías, de arriba hacia abajo, mientras tanto, un pistón baja empujando las Racachas contra un cortador fijo en base, para lograr el ultimo corte, finalmente los cortes caen en una tolva.

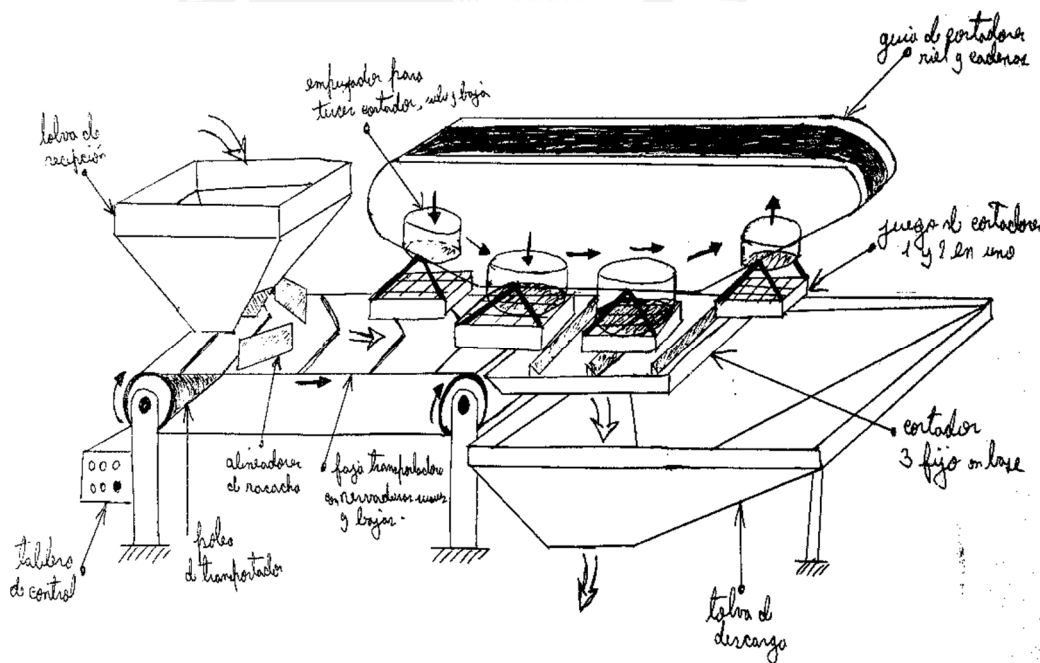


Figura 3.4.- Diseño Conceptual N°1.

### 3.3.2 Diseño Conceptual N° 2

Las Racachas son vertidas en un elevador de cangilones adecuado para evitar levantarlas a una determinada altura, al mismo tiempo las Racachas son dosificadas por el compartimiento de cada cangilón, las Racachas caen a un empujador angular tipo quijada accionado por un sistema electromecánico que permita hacer el vaivén del accionador, activado por un motor eléctrico, las Racachas encuentran así los dos primeros juegos de cortadores, luego un cortador transversal realiza el ultimo corte para obtener cubos, las Racachas caen en una tolva para ser recogidas.

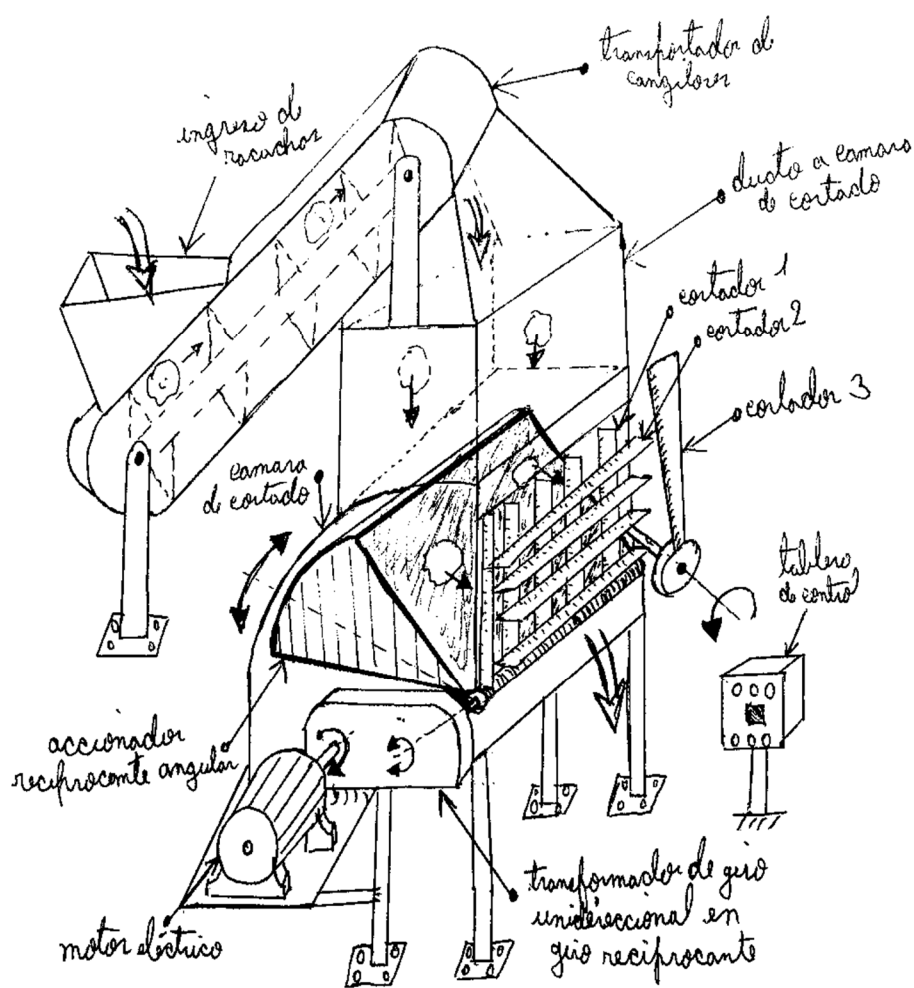


Figura 3.5.- Diseño Conceptual N°2.

### 3.3.3 Diseño Conceptual N° 3

Las Racachas son vertidas a una determinada altura en una tolva de recepción, los vegetales son conducidos hacia una cámara que se abre cuando el pistón sube para iniciar el cortado, las Racachas caen por gravedad hacia la cámara, el pistón baja cerrando así el ingreso de más Racachas a la cámara de cortado, las Racachas empujadas por el pistón, que es movido por un sistema hidráulico o neumático, son cortadas por el juego de cortadores 1 y 2, luego mientras van saliendo, un cortador transversal hace el tercer y último corte a configuración, el cual es activado por un sistema electromecánico con motor eléctrico, las Racachas cortadas salen hacia una tolva de descarga.

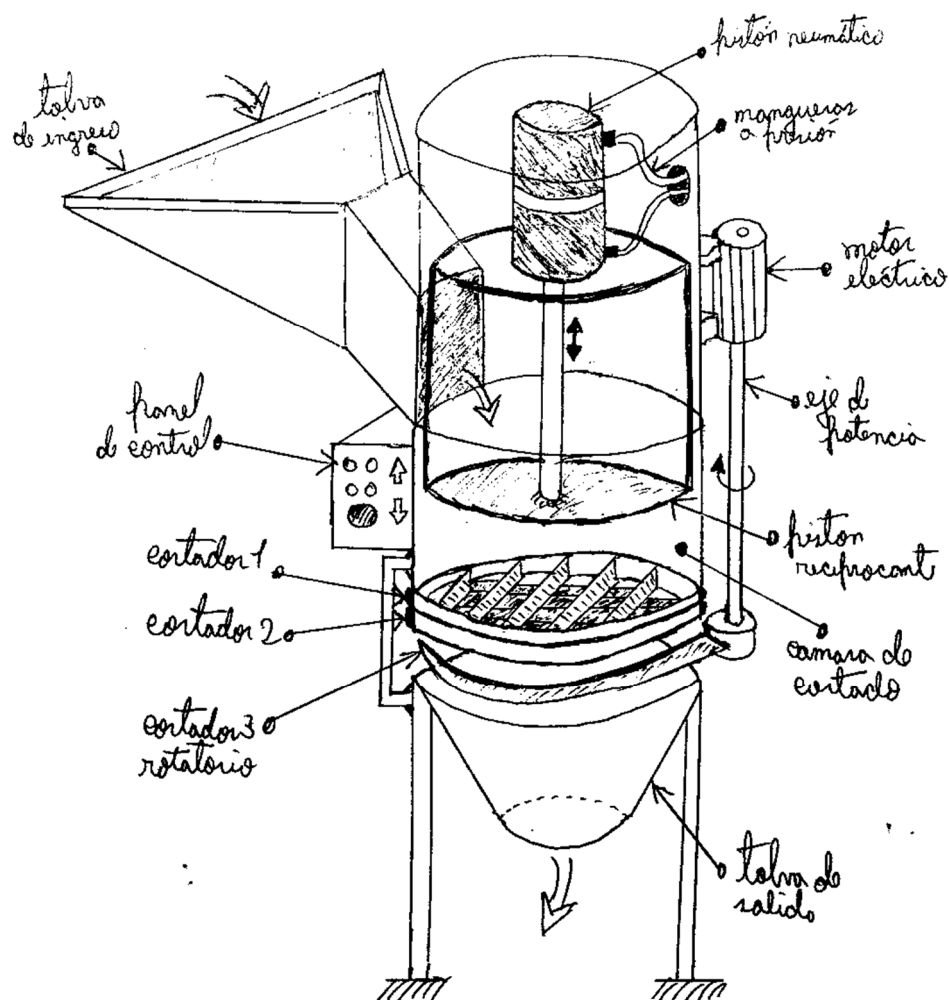


Figura 3.6.- Diseño Conceptual N°3.

### 3.3.4 Diseño Conceptual N° 4

El diseño conceptual es similar al anterior descrito, pero la activación ya no es con un cilindro neumático o hidráulico, es más bien un sistema mecánico de biela y cigüeñal, el cual transforma el movimiento rotacional de un motor eléctrico en un movimiento reciprocante línea, la configura es horizontal, a diferencia de la anterior que es vertical, el pistón al moverse abre y cierra la cámara de cortado para Recepcionar Racachas las cuales son previamente vertidas a una tolva de recepción, en la zona de cortador, las Racachas son cortadas por el cortador 1 y 2, luego el cortador transversal 3, que es rotatorio, realiza el corte final en las Racachas para que estas caigan en una tolva de descarga.

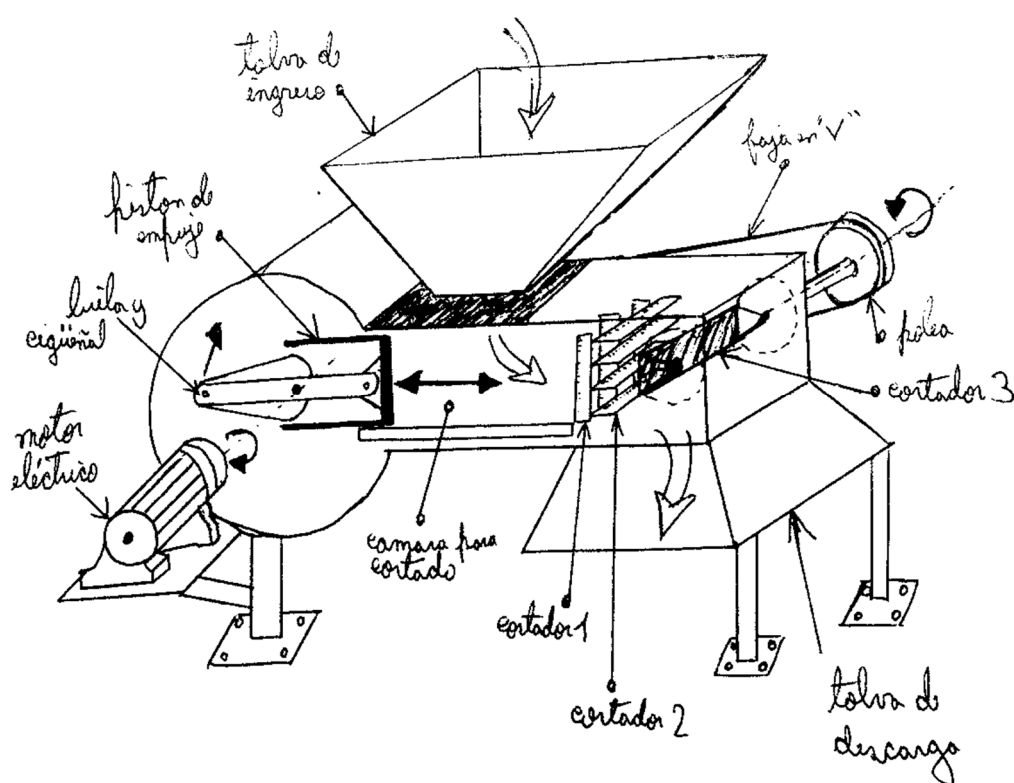


Figura 3.7.- Diseño Conceptual N°4.

### 3.3.4 Diseño Conceptual N° 5

En el presente concepto, las Racachas son ingresadas en una tolva de recepción a una determinada altura, las Racachas se encuentran con un dosificador, del tipo rotatorio y que además sirve de parte de cámara de cortado, el dosificador rota sin interferir con otra parte de la máquina, llevando así las Racachas hacia la cámara de cortado donde el dosificador permanecerá quieto, formando así una relativa hermeticidad para que las Racachas no escapen, un pistón activado por un cilindro a presión, empuja las Racachas hacia los cortadores 1 y 2 previamente configurados, mientras son cortadas, las partes que logran pasar este juego de cortadores, un cortador transversal del tipo rotatorio activado por un motor eléctrico, realiza el corte final para la obtención de cubos, finalmente los cortes de Racacha caen por gravedad a una tolva de descarga de producto.

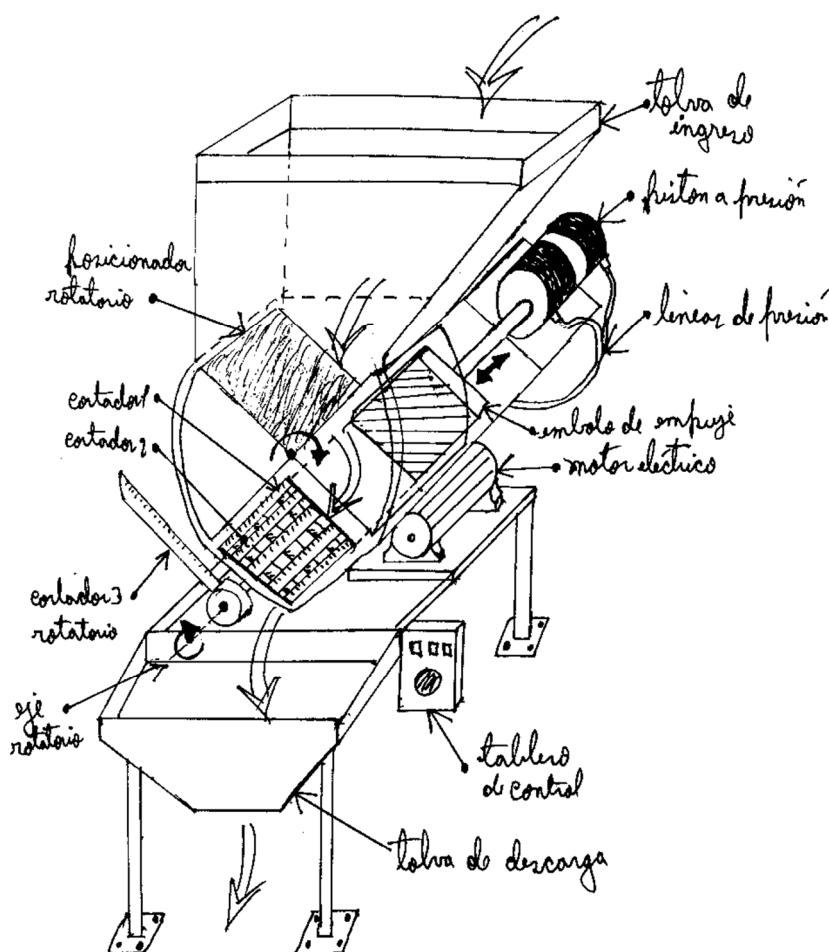


Figura 3.8.- Diseño Conceptual N°5.

### 3.3.5 Elección del concepto óptimo

En esta sección del diseño de la máquina para cortar Racachas, acorde a lo indicado en la norma VDI 2225, la cual muestra la forma de comparar diversos conceptos, a fin de contrastar y encontrar cual es el mejor concepto dentro de los encontrados, se realiza una comparativa de cualidades técnicas y económicas, se considera un puntaje desde 0 hasta 4, donde 4 representa un satisfacción total del criterio indicado, mientras que 0 indica que dicho requisito no se cumple. Con respecto a los diseño, a continuación se muestra en la tabla 3.2, la comparación cualitativa de los diversos conceptos:

Tabla 3.2.- Comparación Cualitativa de diseños conceptuales.

| Nº                                                        | Criterios Técnicos y Económicos                    | Solución 1   | Solución 2   | Solución 3   | Solución 4   | Solución 5   | Solución Ideal |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 1                                                         | Función                                            | 1            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 2                                                         | Buen uso de la fuerza o energía                    | 2            | 2            | 3            | 3            | 2            | 4              |
| 3                                                         | Seguridad                                          | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 4                                                         | Rapidez                                            | 2            | 3            | 2            | 3            | 2            | 4              |
| 5                                                         | Estabilidad                                        | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 6                                                         | Facilidad de vertido de productos                  | 3            | 3            | 2            | 2            | 3            | 4              |
| 7                                                         | Uso del espacio de corte                           | 3            | 2            | 2            | 2            | 3            | 4              |
| 8                                                         | Confiabilidad                                      | 1            | 2            | 2            | 2            | 3            | 4              |
| 9                                                         | Facilidad de manejo y configuración                | 1            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 10                                                        | Transportable                                      | 1            | 1            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 11                                                        | Calidad de producto terminado                      | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 12                                                        | Complejidad (a difícil ensamble menor puntaje)     | 1            | 2            | 3            | 2            | 2            | 4              |
| 13                                                        | Lista de exigencias (grado de cumplimiento)        | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 14                                                        | Posibilidades de automatización                    | 2            | 2            | 2            | 2            | 3            | 4              |
| 15                                                        | Número de piezas (a mas piezas menor puntaje)      | 1            | 2            | 3            | 3            | 2            | 4              |
| 16                                                        | Fácil adquisición de los materiales de fabricación | 3            | 2            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 17                                                        | Productividad                                      | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 18                                                        | Costo de la tecnología                             | 2            | 2            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 19                                                        | Facilidad de montaje                               | 1            | 2            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| 20                                                        | Fácil mantenimiento                                | 1            | 2            | 2            | 2            | 3            | 4              |
| 21                                                        | Costo de operación                                 | 2            | 2            | 3            | 3            | 2            | 4              |
| 22                                                        | Plazo de entrega (fabricación)                     | 2            | 2            | 3            | 3            | 3            | 4              |
| <b>Puntaje Total</b>                                      |                                                    | <b>39</b>    | <b>52</b>    | <b>60</b>    | <b>60</b>    | <b>61</b>    | <b>88</b>      |
| <b>Porcentaje de cumplimiento respecto al valor Ideal</b> |                                                    | <b>44.3%</b> | <b>59.1%</b> | <b>68.2%</b> | <b>68.2%</b> | <b>69.3%</b> | <b>100.0%</b>  |



### **3.4 Diseño del proyecto óptimo**

Acorde al comparativo cualitativo técnico y económico, mencionadas en la elección del concepto óptimo, las soluciones conceptuales 3, 4 y 5, son las más altas, con la numero 5 como la ganadora por un margen muy corto de solo 1%, por lo que es posible realizar proyectos preliminares de estos tres conceptos de solución, dando origen a 5 proyectos preliminares, luego, para determinar el proyecto óptimo se volverá a realizar una evaluación más rigurosa a nivel técnico y económico para determinar cuál de estos es la mejor opción y porque.

En la realización de los proyectos preliminares, se realiza diversas configuraciones diferentes que satisfagan las alternativas de solución de cada concepto, dado que las soluciones 3 y 4 están con puntajes iguales se realizara un proyecto por cada una, y teniendo el concepto 5 como más alta, se realizaran 3 proyectos, los proyectos preliminares estarán bosquejados tomando en cuenta dimensiones y proporciones tentativas, así como la determinación y ubicación de los respectivos componentes.

#### **3.4.1 Proyecto N° 1**

El primer proyecto, las Racachas son vertidas en una tolva a una altura de 1.4 [m] de altura, para llegar una cámara auto cerrador por un pistón reciprocante, este consiste en un pistón neumático posicionado verticalmente, el cual acciona un embolo que empuja las racachas hacia abajo, las Racachas se encuentran con el primer juego de cortadores previamente configurados, luego un tercer rotatorio da el corte final para conformar cubos, el cortador rotatorio esta al costado de la cámara de corte, es accionado por un sistema regulado con un sistema de transmisión tipo faja.

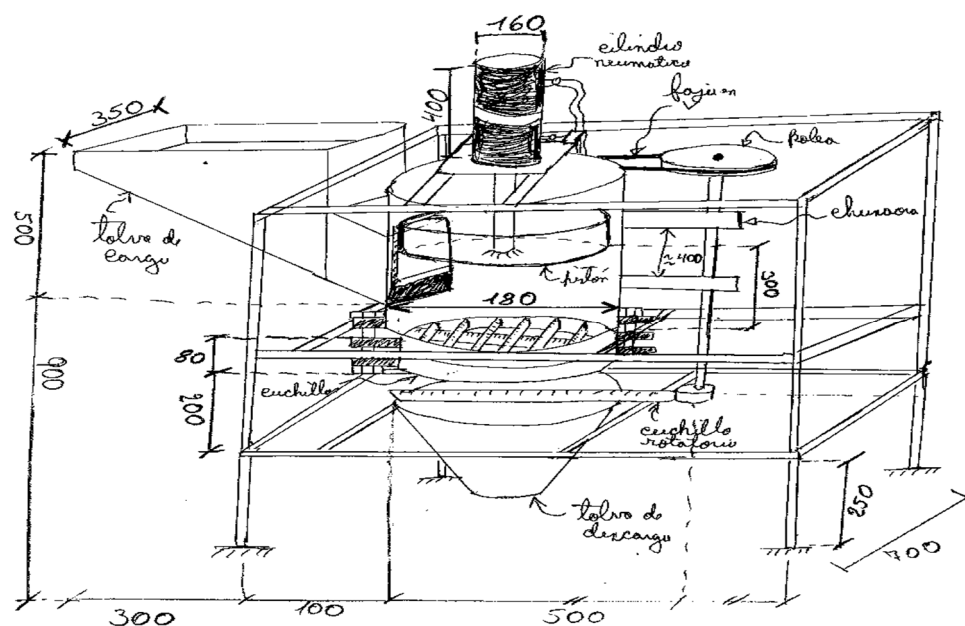


Figura 3.9.- Proyecto N°1.

### 3.4.2 Proyecto N° 2

El segundo proyecto preliminar consiste en un sistema de vertido de Racachas en una tolva a 1 [m] de altura, las Racachas entran en una cámara que se va cerrando a medida que un pistón avanza, el pistón es accionado por un sistema reciprocante de cigüeñal y manivela, por un motor eléctrico, las Racachas empujadas pasan por los dos primeros juegos de cortadores, para encontrar un cortador rotatorio de eje perpendicular al sentido de avance del corte, de esta manera se produce el corte final.

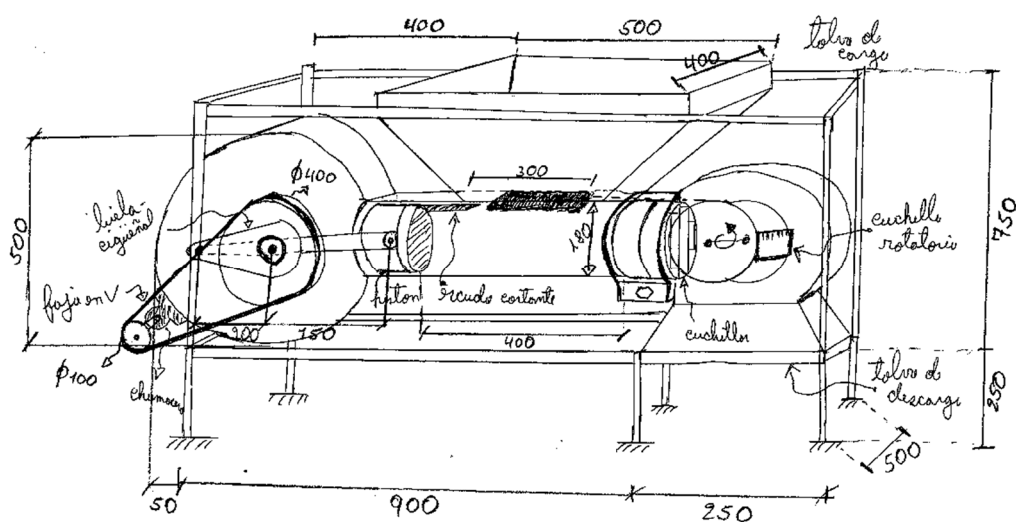


Figura 3.10.- Proyecto N°2.

### 3.4.3 Proyecto N° 3

El tercer proyecto, consiste en verter las Racachas en una tolva, las Racachas ingresan a una cámara que se cierra por un pistón neumático auxiliar asegurándolas previo al corte con una tapa para impedir el ingreso y salida de Racachas, en caso alguna Racacha este atrapada, esta es cortada, luego un pistón activado por un cilindro neumático, avanza produciendo los dos primeros cortes de Racacha, luego las Racachas obtienen el corte final de cubos mediante un cortador rotario de giro paralelo al sentido de avance del corte.

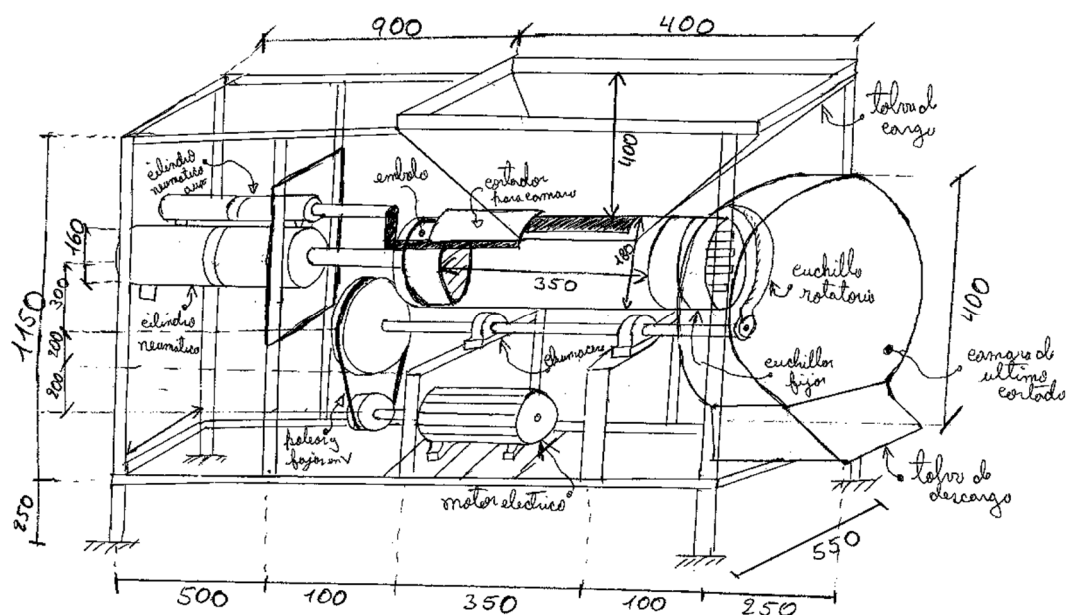


Figura 3.11.- Proyecto N°3.

### 3.4.4 Proyecto N° 4

El proyecto preliminar 4, consta de una tolva circular, guía las Racachas a un dosificador tipo disco giratorio, activado por un moto reductor, el disco contiene una parate hueca en su sección, de esta manera deja ingresar una porción de Racachas a la zona de cortado por cada ciclo de repetición, en caso alguna Racacha este atrapada, esta es cortada, las Racachas en la cámara de cortado son empujadas por un cilindro hidráulico, lentamente estas avanzan para ser cortadas por los cortadores 1 y 2, finalmente, un cortador rotatorio con eje central, activado por un moto reductor, provoca el corte final a las Racachas.

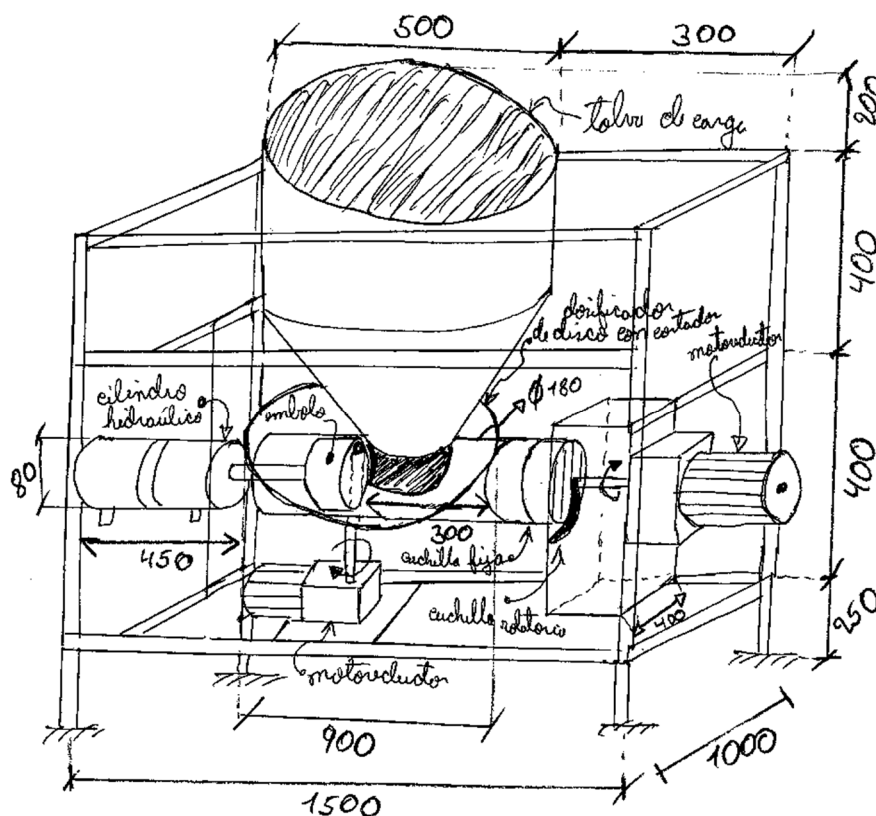


Figura 3.12.- Proyecto N°4.

### 3.4.5 Proyecto N° 5

El último proyecto, consta de una tolva de recepción, el cual conduce a un dosificador multi-cámara, el cual gira y posiciona las Racachas en una cámara de corte, el cual tiene un pistón el cual empuja las Racachas a un juego de cortadores 1 y 2, ambos son configurables, estos cortadores son un solo juego de navajas pero estas se ajustan mediante un sistema mecánico, las Racachas son cortadas, luego encuentran un cortador rotatorio de giro paralelo al avance de corte de las Racachas, el cual es activado por un motor eléctrico, las Racachas cortadas caen en una tolva de recepción.



diagonal, que va desde el origen a un punto en la coordenada (1,1), dicha coordenada representa una solución ideal, el proyecto que se acerque más a dicho punto, es el proyecto óptimo.

Tabla 3.3.- Evaluación de criterios técnicos de proyectos.

| Evaluación de valores Técnicos de proyectos "Xi"                               |                             |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|----------------|-----|
| p: puntaje de 0 a 4(escala según VDI 2225)                                     |                             |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |     |
| 0= No satisface; 1= Aceptable a las justas; 2= Suficiente; 3= Bien; 4=Muy bien |                             |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |     |
| g: peso ponderado, en función de la importancia del criterio                   |                             |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |     |
| Variante de Concepto/Proyecto                                                  |                             |    | Proyecto 1 |    | Proyecto 2 |    | Proyecto 3 |    | Proyecto 4 |    | Proyecto 5 |    | Proyecto Ideal |     |
| N°                                                                             | Criterio de Evaluación      | g  | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p              | gp  |
| 1                                                                              | Función de la Máquina       | 3  | 2          | 6  | 2          | 6  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 4              | 12  |
| 2                                                                              | Confiabilidad               | 3  | 1          | 3  | 1          | 3  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 4              | 12  |
| 3                                                                              | Uso de la energía           | 2  | 2          | 4  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 4              | 8   |
| 4                                                                              | Capacidad de producción     | 3  | 2          | 6  | 2          | 6  | 3          | 9  | 2          | 6  | 2          | 6  | 4              | 12  |
| 5                                                                              | Seguridad                   | 2  | 2          | 4  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 4              | 8   |
| 6                                                                              | Estabilidad                 | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 4              | 8   |
| 7                                                                              | Complejidad de la máquina   | 2  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 1          | 2  | 4              | 8   |
| 8                                                                              | Capacidad de automatización | 2  | 2          | 4  | 2          | 4  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 4              | 8   |
| 9                                                                              | Fabricación                 | 2  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 1          | 2  | 4              | 8   |
| 10                                                                             | Mantenimiento               | 2  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 4              | 8   |
| 11                                                                             | Ergonomía                   | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 4              | 8   |
| 12                                                                             | Transportabilidad           | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 4              | 8   |
| 13                                                                             | Fácil Manejo                | 3  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 1          | 3  | 4              | 12  |
| 14                                                                             | Diseño                      | 2  | 2          | 4  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 3          | 6  | 4              | 8   |
| 15                                                                             | Adquisición de componentes  | 3  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 4              | 12  |
| Puntaje máximo, suma $\Sigma p$ o $\Sigma gp$                                  |                             | 35 | 36         | 83 | 37         | 85 | 42         | 99 | 38         | 90 | 34         | 80 | 60             | 140 |
| Valor técnico Xi                                                               |                             |    | 0.59       |    | 0.61       |    | 0.71       |    | 0.64       |    | 0.57       |    | 1.00           |     |

Tabla 3.4.- Evaluación de criterios económicos de proyectos.

| Evaluación de valores Económicos de proyectos "Yi"                             |                                 |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|----------------|----|
| p: puntaje de 0 a 4 (escala según VDI 2225)                                    |                                 |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |    |
| 0= No satisface; 1= Aceptable a las justas; 2= Suficiente; 3= Bien; 4=Muy bien |                                 |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |    |
| g: peso ponderado, en función de la importancia del criterio                   |                                 |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |                |    |
| Variante de Concepto/Proyecto                                                  |                                 |    | Proyecto 1 |    | Proyecto 2 |    | Proyecto 3 |    | Proyecto 4 |    | Proyecto 5 |    | Proyecto Ideal |    |
| Nº                                                                             | Criterio de Evaluación          | g  | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p          | gp | p              | gp |
| 1                                                                              | Costo de componentes            | 3  | 2          | 6  | 2          | 6  | 2          | 6  | 2          | 6  | 1          | 3  | 4              | 12 |
| 2                                                                              | Mano de obra en fabricación     | 3  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 2          | 6  | 4              | 12 |
| 3                                                                              | Costo de operación              | 3  | 3          | 9  | 2          | 6  | 2          | 6  | 2          | 6  | 2          | 6  | 4              | 12 |
| 4                                                                              | Costo por mantenimiento         | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 2          | 4  | 4              | 8  |
| 5                                                                              | Fácil adquisición de materiales | 3  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 3          | 9  | 4              | 12 |
| 6                                                                              | Cantidad de componentes         | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 2          | 4  | 2          | 4  | 1          | 2  | 4              | 8  |
| 7                                                                              | Montaje                         | 2  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 3          | 6  | 4              | 8  |
| Puntaje máximo, suma Σp o Σgp                                                  |                                 | 18 | 20         | 51 | 19         | 48 | 17         | 44 | 17         | 44 | 14         | 36 | 28             | 72 |
| Valor técnico Yi                                                               |                                 |    | 0.71       |    | 0.67       |    | 0.61       |    | 0.61       |    | 0.50       |    | 1.00           |    |

Tabla 3.5.- Valores de criterios técnicos y económicos de proyectos.

| Proyecto       | Valor Técnico | Valor Económico |
|----------------|---------------|-----------------|
| Proyecto 1     | 0.59          | 0.71            |
| Proyecto 2     | 0.61          | 0.67            |
| Proyecto 3     | 0.71          | 0.61            |
| Proyecto 4     | 0.64          | 0.61            |
| Proyecto 5     | 0.57          | 0.50            |
| Proyecto Ideal | 1.00          | 1.00            |

Con los valores obtenidos de las evaluaciones parciales, es posible realizar un gráfico de comparación para ver cuál es más aproximado a un proyecto óptimo de diseño.

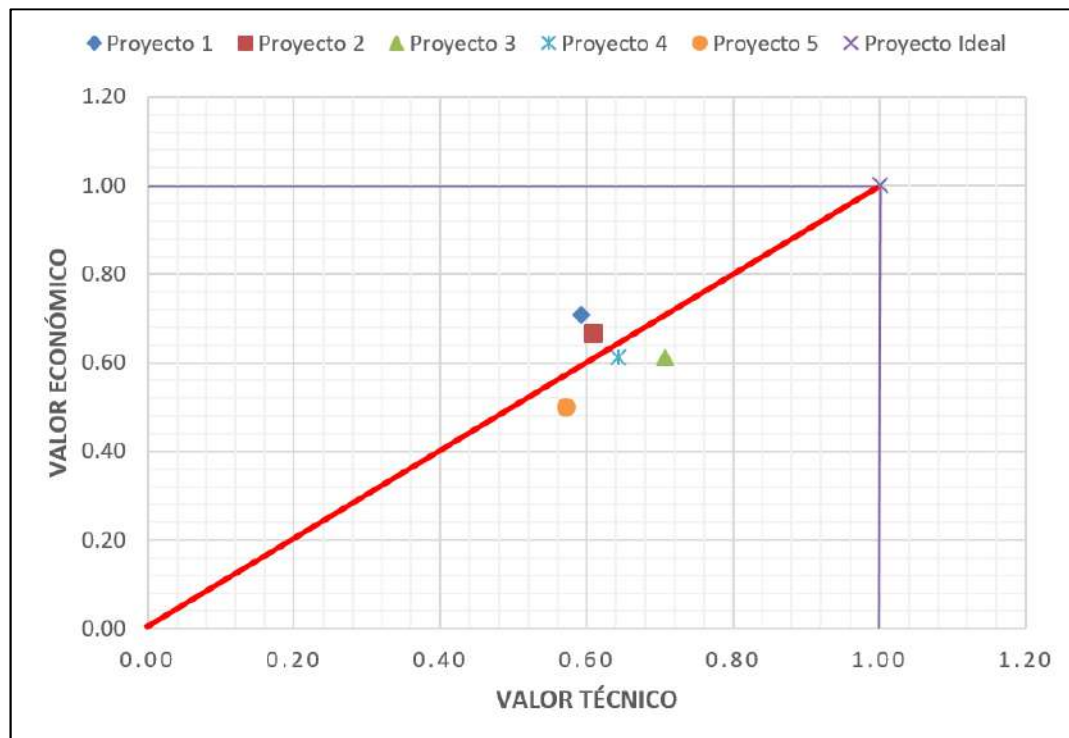


Figura 3.14.- Grafico de valoración técnica y económica de proyectos.

Es apreciable que el proyecto óptimo y definitivo, corresponde al Proyecto preliminar 3, este será el proyecto a diseñar, aunque sea por un pequeño margen, es el que tiene mejores características, y sobretodo características técnicas.



## **CAPÍTULO 4**

### **4. ANÁLISIS Y CÁLCULO DEL PROYECTO DEFINITIVO**

En el presente capítulo, se dimensionara y calculará los diferentes componente mecánicos del proyecto ganador (proyecto preliminar 3) para la máquina de cortar Racachas, aquí se dimensionaran los componentes acorde a resistencia de materiales, tanto estáticos como a fatiga según corresponda el caso, también se realizará los circuitos lógicos de control y de potencia de los circuitos neumáticos, así como de los cálculos eléctricos necesarios, todo esto para garantizar la funcionalidad de la máquina, por último, se presentaran conceptos gráficos y en 3D para el mejor entendimiento de la sección,

#### **4.1 Estimación de masa en cámara de cortado**

En la presente sección se estudiará las dimensiones básicas de la cámara de corte, así como de los elementos necesarios para estimarla, con la finalidad de poder obtener la masa real útil de Racachas que puede albergar la cámara de corte, para ello se analizará un muestreo de medidas de Racachas, y la capacidad de estas para ser albergadas en la cámara de corte.

##### **4.1.1 Dimensiones de Racachas y volumen útil para cámara de corte**

Del Capítulo 1, se reconoce la densidad de la Racacha equivalente a  $1.108 \text{ [g/ml]}$ , es necesario realizar una aproximación del volumen ocupado por las Racachas dada su geometría en la cámara de cortado, para ello se propone observarlas desde una vista perpendicular al eje de su núcleo, en la cual se encuentra que tienen un diámetro de

alrededor de los 38 [mm] hasta los 60 [mm], donde puede obtenerse un diámetro promedio de 49 [mm], estas medidas no son definitivas dado que las Racachas tienen formas irregulares, lo que implica que no es un círculo perfecto, las Racachas además tienen una longitud que va desde los 90 [mm] hasta los 190 [mm] comúnmente, nuevamente estas formas son irregulares, la longitud promedio es de 139 [mm], con estos datos, es posible conformar un volumen ideal conformado por las Racachas.



Figura 4.1.- Medidas referenciales de Racachas, unidades en milímetros.

Tabla 4.1.- Tabla de medidas referenciales de Racachas.

| Racachas        | Diámetro [mm] | Longitud [mm] |
|-----------------|---------------|---------------|
| 1               | 49            | 100           |
| 2               | 48            | 156           |
| 3               | 54            | 160           |
| 4               | 59            | 170           |
| 5               | 54            | 180           |
| 6               | 43            | 170           |
| 7               | 42            | 190           |
| 8               | 51            | 104           |
| 9               | 47            | 150           |
| 10              | 40            | 150           |
| 11              | 45            | 93            |
| 12              | 54            | 90            |
| 13              | 60            | 156           |
| 14              | 44            | 130           |
| 15              | 54            | 110           |
| 16              | 50            | 163           |
| 17              | 38            | 90            |
| <b>Promedio</b> | <b>49</b>     | <b>139</b>    |

Para estimar la cantidad de masa en una cámara cilíndrica, se estipula la hipótesis de que las Racachas están contenidas en una geometría cilíndrica imaginaria, estos cilindros estarán dentro de la cámara de cortado, de esta manera se podrá observar la masa total albergada en la cámara, bajo esta hipótesis es posible realizar un llenado mayor o menor dependiendo de la geometría particular real que tenga la Racacha, a continuación, se realiza una aproximación del volumen útil de la Racacha, modelando en 3D una Racacha virtual que está contenida en un cilindro:

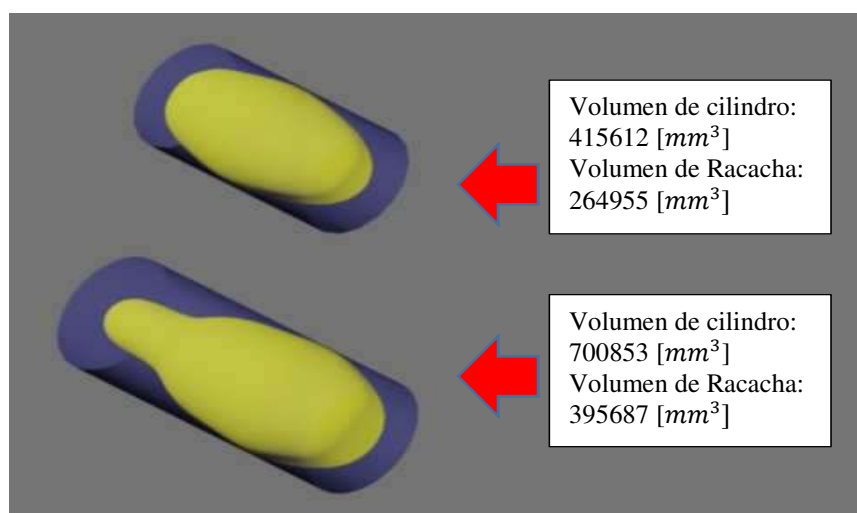


Figura 4.2.- Contraste de una Racacha y un cilindro que la contiene.

Analizando las relaciones de volúmenes (sin importar su dimensión real) de entre la Racacha y el cilindro que la contiene es de 0.6375 y 0.5645 respectivamente, la primera indica que la Racacha tiene un volumen más semejante a un cilindro y que tiene un volumen más regular y que la otra tiene un volumen irregular con terminación en punta y quiebre, ambas representan las variaciones y tipos de Racachas que cortara la máquina, para el caso de estudio, dado que las Racachas son de formas irregulares, se tomara como relación de volúmenes un 60%, como promedio de la relación antes descrita.

#### 4.1.2 Masa útil de Racachas en cámara de corte

En el proyecto óptimo seleccionado, se propone una cámara de cortado del tipo circular, una cámara de este tipo permitiría una mejor distribución de las Racachas a

diferencia de una rectangular en donde podría perderse espacio en las aristas, las dimensiones propuestas para la cámara de cortado son:

- Diámetro de cámara: 180 [mm]
- Altura de cámara: 300 [mm]

El volumen producido por estas dimensiones dan como resultado 7634070 [ $mm^3$ ], lo que equivale a 7634 [ $cm^3$ ], teniendo el volumen de cámara, es posible calcular la cantidad de Racachas que puede albergar en su interior, distribuyendo las Racachas usando el diámetro promedio y el diámetro de la cámara de corte, para distribuir las Racachas se asume la mejor distribución los diámetros de Racachas dentro del diámetro de cámara, para una capa externa, el numero entero de la división de  $360^\circ$  entre el ángulo  $\theta_{dis}$ , da como resultado el número de elementos en dicha capa:

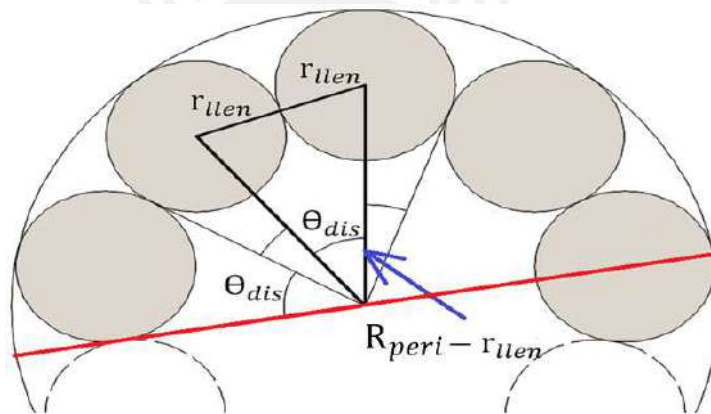


Figura 4.3.- Distribución en cámara de corte.

Es de notar, que es probable que los círculos internos no se tocan, porque el ángulo  $\theta_{dis}$  será menor al calculado, este ángulo puede ser encontrado del despeje de la siguiente ecuación:

$$\bullet \quad 2 \cdot r_{llen} = \sqrt{2 \cdot (R_{cam} - r_{llen})^2 - 2 \cdot (R_{cam} - r_{llen})^2 \cdot \cos(\theta_{dis})}$$

$r_{llen}$  = Radio de llenado de círculos internos [mm].

$R_{cam}$  = Radio interno de cámara de corte [mm].

$d_{pR}$  = Diámetro promedio de Racacha [mm].

$D_{cam}$  = Diámetro interior de cámara de corte [mm].

$\theta_{dis}$  = Angulo de distribución interna [grados]

Esto cumple solo cuando  $D_{peri} > 2 \cdot r_{llen}$ , al mismo tiempo, cuando se llena una línea externa, el nuevo diámetro se ve reducido en  $2 \cdot d_{pR}$ , esto para poder continuar con la iteración y encontrar las nuevas capas, hasta encontrar el punto de quiebre cuando  $D_{peri} \leq 2 \cdot r_{llen}$ , iterando para los valores iniciales:

- $r_{llen} = d_{pR}/2 = 24.5 \text{ [mm]}$
- $R_{cam} = \frac{D_{cam}}{2} - (\#capa - 1) \cdot 2 \cdot r_{llen}$

Tabla 4.2.- Resultados de llenado en cámara.

| Capa | $R_{cam}$<br>[mm] | $r_{llen}$<br>[mm] | $R_{cam} >$<br>$2 \cdot r_{llen}$ | $\Theta_{dis}$<br>[grados] | Número de<br>Elementos | Elementos<br>en capa |
|------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| 1    | 90                | 24.5               | Si                                | 43.93                      | 8.1947                 | <b>8</b>             |
| 2    | 41                | 24.5               | no                                | 0.00                       | 0.0000                 | <b>1</b>             |

Se obtiene en total 9 elementos en la cámara de corte.

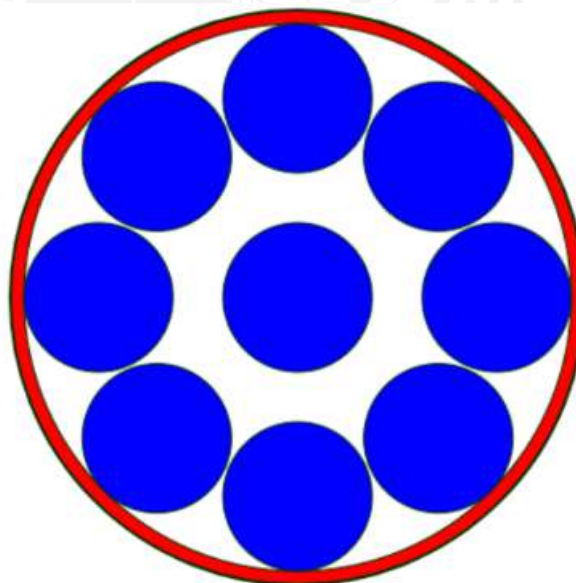


Figura 4.4.- Distribución de Racachas en cámara de corte.

Se determina las columnas de Racacha que puede albergar la cámara de corte, la longitud de la cámara equivale a 300 [mm], la longitud promedio de Racachas es de 139 [mm] de largo, por lo que podría albergarse 2 columnas de Racachas.

El volumen total de Racachas dentro de la cámara de corte es:

- $V_{tRcam} = \pi \cdot \left(\frac{d_{pR}}{2}\right)^2 \cdot h_{pR} \cdot 2 \cdot n_{elc} = 4753067 [mm^3]$

$V_{tRcam}$  = Volumen teórico de Racachas en la cámara de corte acorde a cilindro [ $mm^3$ ]

$h_{pR}$  = Altura promedio de Racachas [mm]

$n_{elc}$  = Número de elementos en cámara

La relación de contener Racachas en la cámara de corte es de 4753 [ $cm^3$ ]/7634 [ $cm^3$ ]=0.63, acorde al volumen real de Racachas contenido en la cámara de corte, debe ser afectada por el factor de 60%, dado que este factor, relaciona el volumen real de una Racacha como si estuviera contenida en un cilindro determinado por sus dimensiones características, con lo cual puede obtenerse 0.39, estandarizando este valor se asumirá una eficiencia de 40% de volumen real de Racacha cuando están dentro del volumen de la cámara de cortado. La cantidad de masa de Racachas teóricas que se puede albergar en la cámara de corte es:

- $M_{rRcam} = V_{cam} \cdot \rho_R \cdot (0.40) = 3383 [g]$

$M_{rRcam}$  = Masa real de Racachas en cámara de cortado [g]

$\rho_R$  = Densidad de Racachas en [ $g/mm^3$ ]

$V_{cam}$  = Volumen de la cámara de corte en [ $mm^3$ ]

La masa que puede albergar la cámara de corte, es de 3.38 [kg] aproximadamente, esto es un valor teórico promedio, dada las formas irregulares de las Racachas, este valor puede ser mayor o menor, pero se estima es el valor que producirá el mismo efecto en la realidad.

#### 4.1.3 Ciclo de trabajo

El flujo másico propuesto, es de 2000 [kg/hr], lo que equivale a 0.55 [kg/s], si la capacidad de albergar masa en la cámara de corte es de 3.38 [kg], el ciclo de trabajo de la máquina, entre corte y corte, debe ser de 6.15 [s], este valor será importante en las velocidades de trabajo de los pistones y selección de fuente neumática.

## 4.2 Diseño de cortadores fijos

La presente sección tiene como finalidad dimensionar los cortadores fijos involucrados en la máquina, la máquina tendrá dos juegos de cortadores, cortadores tipo 1 y tipo 2, será también definido el sistema de configuración y montaje que tendrán.

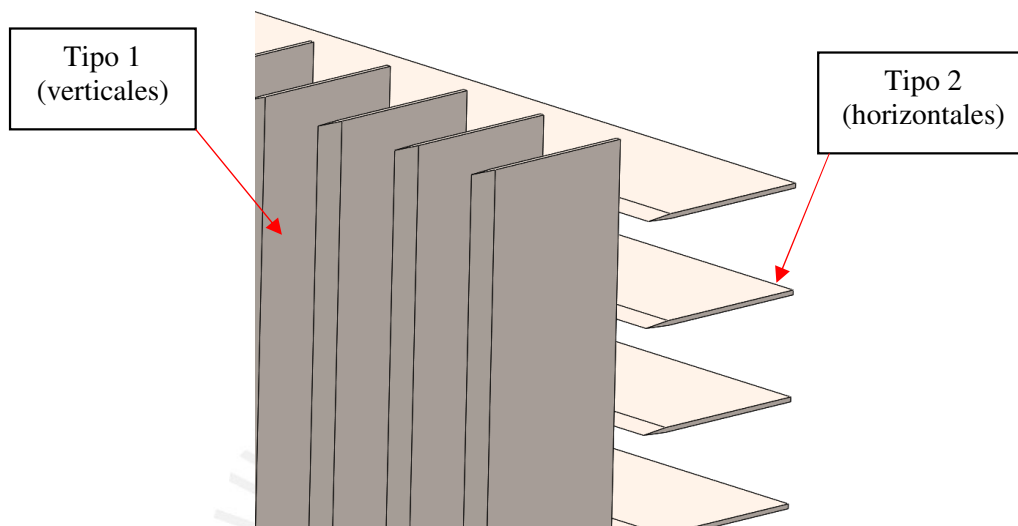


Figura 4.5.- Distribución de cortadores fijos.

### 4.2.1 Calculo de resistencia por navaja en cortador fijo

Las navajas deben estar hechas de un acero inoxidable, en el Capítulo 1 se observó un ejemplar de navajas cortadoras en la Figura 1.12, por ello, las navajas cortadoras fijas, deben tener un filo a doble bisel.

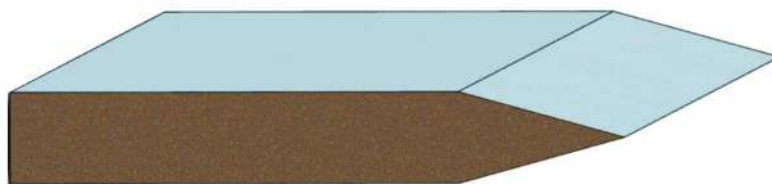


Figura 4.6.- Imagen de una navaja con un filo a doble bisel.

Este tipo de navaja es seleccionado para que cuando las Racachas pasen, sean cortadas homogéneamente y empujada a ambos lados, de esta manera se asegura una mejor distribución, los aceros inoxidables para este tipo de aplicaciones, son las de la serie

4XX acorde a norma AISI, para analizar las fuerzas y resistencia, se estipula un caso crítico en la navaja más larga donde tienen que cortar una Racacha en todo su largo (caso similar a que si hubieran varias lo largo de toda la línea de acción):

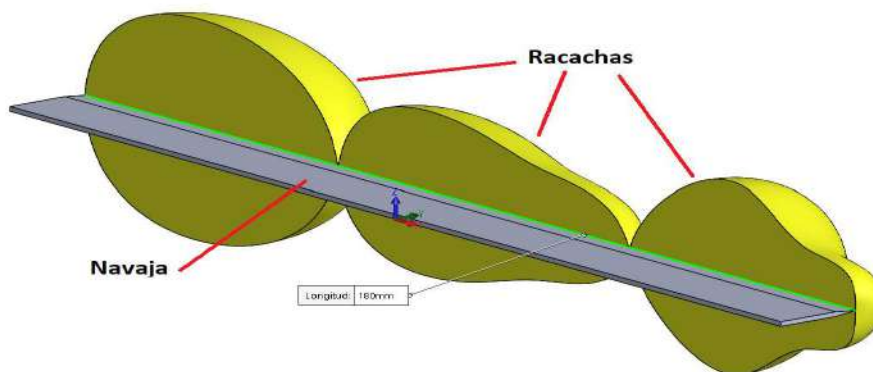


Figura 4.7.- Imagen de una navaja cortando en todo su filo.

En este caso, la navaja tendría una longitud de 180 [mm], que sería el diámetro de la cámara de corte, la fuerza de diseño se estipula en 2 [N/mm], por lo que la navaja trabajaría como una viga, se realiza el análisis de momento flector y cortante, con carga distribuida:

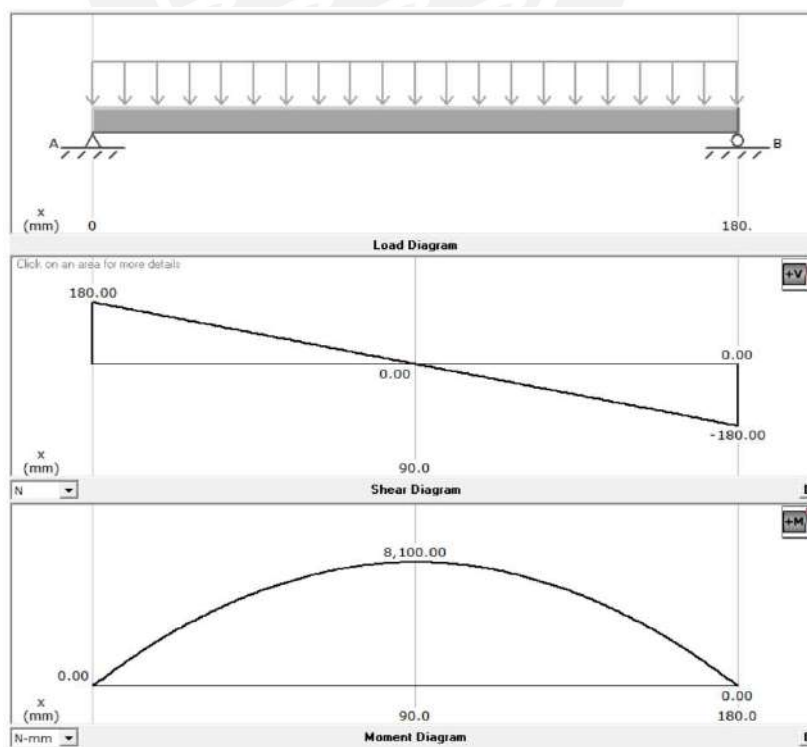


Figura 4.8.- Distribución, momento flector y cortante en navaja fija.



La selección del acero de la navaja por resistencia, es elegido el acero AISI 440C, por ser un acero martensítico de alta dureza y resistencia, bastante usado en la producción de cuchillos y navajas, alta durabilidad, calculando los esfuerzos:

En la resistencia por fluencia y compresión se debe cumplir que:

- $\sigma_{fN} \leq \sigma_{fLM1}$  ; además para acero AISI 440C  $\sigma_{fLM1} = 420$  [MPa]
- $\sigma_{fN} = \frac{M_{fN} \cdot C_N}{I_N}$

$\sigma_{fLM1}$  = Esfuerzo límite de fluencia del material AISI 440C [Mpa]

$\sigma_{fN}$  = Esfuerzo por flexión en navaja [Mpa]

$M_{fN}$  = Momento flector en navaja máximo [N.mm]

$C_N$  = Distancia de fibra a eje neutro [mm]

$I_N$  = Momento de inercia fuerte en flexión de la navaja [ $mm^4$ ]

Tabla 4.3.- Valores de flexión y resistencia en navaja.

| Descripción                     | Nomenclatura    | Valor       | unidades   |
|---------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Base                            | -               | 0.5         | [mm]       |
| Altura                          | -               | 17          | [mm]       |
| Momento de inercia              | $I_N$           | 204.71      | [ $mm^4$ ] |
| Distancia de fibra a eje neutro | $C_N$           | 8.5         | [mm]       |
| Momento                         | $M_{fN}$        | 8100        | [N.mm]     |
| Esfuerzo por flexión            | $\sigma_{fN}$   | 336.33      | [Mpa]      |
| Límite de fluencia del material | $\sigma_{fLM1}$ | 420.00      | [Mpa]      |
| Factor de seguridad             | FS              | <b>1.25</b> |            |

La mayor flexión está ubicada al medio, las cuchillas no se romperán a fluencia, se calculará la resistencia a la fatiga de la cuchilla, en el caso de una distribución como antes indicada, dado la incertidumbre del trabajo, se estimada la condición de carga distribuida en todo el largo de la navaja, como la navaja tiene sección constante, no hay concentradores de esfuerzo, por lo tanto es válido:

$$FS = 1 / \left( \frac{\sigma_{fa} \cdot B_{con}}{C_{tamf} \cdot C_{supf} \cdot C_{temf} \cdot C_{tcarf} \cdot C_{conf}} / \sigma_{FAL} + \frac{\sigma_{med}}{\sigma_B} \right)$$

$\sigma_{fa}$  = Esfuerzo alternante [Mpa]

$B_{conf}$  = Concentrador de esfuerzo a la flexión

$C_{tamf}$  = Coeficiente de tamaño a la flexión

$C_{supf}$  = Coeficiente de superficie a la flexión

$C_{temf}$  = Coeficiente de temperatura a la flexión

$C_{tcarf}$  = Coeficiente de tipo de carga a la flexión

$C_{conf}$  = Coeficiente de confiabilidad a la flexión

$\sigma_{FAL}$  = Esfuerzo límite de fatiga [MPa]

$\sigma_{med}$  = Esfuerzo medio [Mpa]

$\sigma_B$  = Esfuerzo límite de rotura [Mpa]

Los cálculos se dan en la tabla 4.4, se considera para este caso que el límite de fatiga es 50% del esfuerzo de rotura del material, es decir 393 [MPa], para este caso es considerado el esfuerzo medio como la mitad del esfuerzo de fluencia, el esfuerzo alternante vendría a ser la mitad que el esfuerzo de flexión en una condición en que se corte en todo el largo de la navaja.

Tabla 4.4.- Valores de resistencia a la fatiga en navajas fijas.

| Descripción                  | Nomenclatura   | Valor       | unidades |
|------------------------------|----------------|-------------|----------|
| Esfuerzo alternante          | $\sigma_{fa}$  | 168.15      | [Mpa]    |
| Concentrador de esfuerzo     | $B_{conf}$     | 1.00        | -        |
| Coeficiente de tamaño        | $C_{tamf}$     | 1.00        | -        |
| Coeficiente de superficie    | $C_{supf}$     | 0.94        | -        |
| Coeficiente de temperatura   | $C_{temf}$     | 1.01        | -        |
| Coeficiente de tipo de carga | $C_{tcarf}$    | 1.00        | -        |
| Coeficiente de confiabilidad | $C_{conf}$     | 0.98        | -        |
| Esfuerzo límite de fatiga    | $\sigma_{FAL}$ | 393.00      | [Mpa]    |
| Esfuerzo límite de rotura    | $\sigma_B$     | 786.00      | [Mpa]    |
| Esfuerzo medio               | $\sigma_{med}$ | 168.15      | [Mpa]    |
| Factor de seguridad          | FS             | <b>1.48</b> |          |

Es necesario considerar un buen acabado superficial de la navaja para que esta pueda trabajar evitando fracturas a la fatiga, sobretodo en la parte opuesta al filo de la navaja, la cual, para el factor de 0.94, corresponde un acabado superficial de 5 [ $\mu$ m], finalmente la sección de la navaja tendrá las siguientes dimensiones:

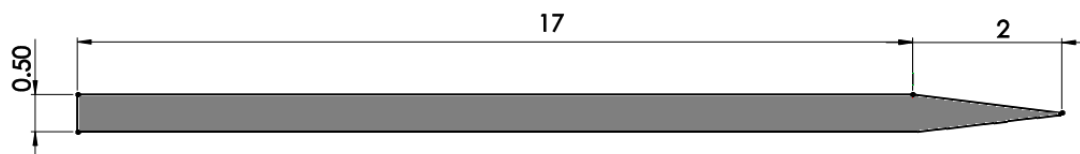


Figura 4.9.- Perfil de navaja de cortador fijo, unidades en [mm].

#### 4.2.2 Numero de navajas en cortador fijo

En la presente sección, se calcula el número de navajas existentes por cortador fijo, esto se realiza estipulando las navajas existentes que son efectivas dentro de la cámara de cortado, también es necesario calcular la longitud efectiva de navajas dentro del cortador, por lo que se realiza el siguiente modelo considerando media cámara de cortado:

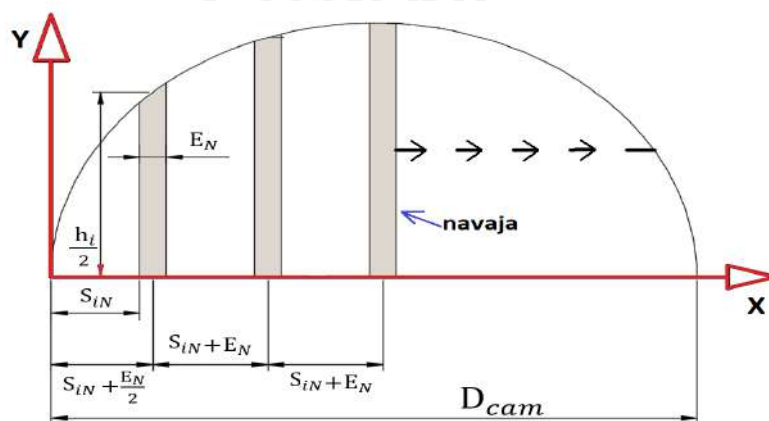


Figura 4.10.-Determinación y distribución de navajas en cortador fijo.

Las navajas existentes cumplirán la ecuación de sumatoria por acumulación hasta que ocupen todo el diámetro interno de la cámara, es decir:

$$\bullet \left( S_{IN} + \frac{E_N}{2} \right) + (n_N - 1) \cdot (S_{IN} + E_N) < D_{cam}$$

$n_N$  = Numero de navajas

$S_{IN}$  = Separación entre navajas [mm]

$E_N$  = Espesor de navaja [mm]

Cuando la separación de navajas es de 5 [mm] (para producir el corte más delgado), se obtiene que  $n_N$  es igual a 32 navajas teóricamente.

### 4.2.3 Fuerza total producida por los cortadores fijos

El cálculo de la fuerza máxima, esta dictaminado por las longitudes efectivas de las navajas, correspondientemente la sumatoria de las alturas efectivas  $h_i$  multiplicadas por un factor de utilización, esto resultara en la fuerza de cortado por cortador fijo, la altura efectiva  $h_i$  es calculada acorde a la formulación de la función de círculo:

- $Y = 2 \cdot \sqrt{(R_{cam})^2 - (X - R_{cam})^2},$

Donde Y corresponde al valor de  $h_i$  cuando está en una posición arbitraria "x" ( $x \leq D_{cam}$ ), usando la ecuación anterior se deduce  $X = \left(S_{iN} + \frac{E_N}{2}\right) + (n_N - 1) \cdot (S_{iN} + E_N)$ , para encontrar la fuerza máxima de cortado, se debe encontrar dos casos, cuando se tienen una separación  $S_{iN} = 5 [mm]$  en un solo cortador o cuando  $S_{iN} = 10 [mm]$  y se tienen dos cortadores, los valores correspondientes de  $E_N = 0.5 [mm]$  y  $R_{cam} = 90 [mm]$  se tiene:

- $L_{Eftc} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n=32} \sqrt{(R_{cam})^2 - \left(\left(S_{iN} + \frac{E_N}{2}\right) + (i - 1) \cdot (S_{iN} + E_N) - R_{cam}\right)^2}$

$L_{Eftc}$  = Longitud efectiva total en cortador [mm]

Realizando la respectiva sumatoria, para el caso crítico de separación de 5 [mm], se tiene una suma de 4610 [mm] para un solo cortador fijo.

En el otro caso crítico de separación de 10 [mm], se tiene una suma de 4819 [mm] para dos cortadores fijos.

Se tiene que el mayor caso de fuerza ejercida, es para el segundo caso, donde se tiene una longitud total entre cortadores de 4819 [mm], a una razón de fuerza de corte de 2 [N/mm], la fuerza máxima es de 9638 [N], sin embargo, no todas las navajas cortan, por lo que debe observarse, de la Figura 4.4 que el área aprovechada para ser cortada teóricamente es de un 66%, dado que la relación cumple:

- $Re_{cam-Rac} = \left(\pi \cdot \left(\frac{d_{pR}}{2}\right)^2 \cdot n_{elc}\right) / \left(\pi \cdot \left(\frac{D_{cam}}{2}\right)^2\right)$

$Re_{cam-Rac}$  = Relación entre áreas de Racachas y Cámara de corte

El resultado de  $Re_{cam-Rac}$  es igual a 0.6669, es decir 66%, se asume una proporcionalidad entre área de corte total y las navajas, por lo que la fuerza máxima ejercida por las navajas en el peor de los casos es el 66% de 9638 [N], dando como resultado 6428 [N], cabe mencionar que al ser cortadas las racachas, estas presionan las navajas generando un rozamiento, este rozamiento es considerado bajo en comparación con la fuerza de corte, por lo que la fuerza que ejercerá el pistón neumático principal, será mayor a 6428 [N]; asumido un 10%, el cual es supuesto necesario para vencer la fuerza de fricción entre racachas y navajas.

### 4.3 Diseño de cortador auxiliar de cámara de corte

Esta parte tiene por finalidad calcular las dimensiones del cortador auxiliar, que servirá como tapa para cerrar la cámara de cortado, para que a la hora cuando el pistón principal empuje, ninguna Racacha escape.

#### 4.3.1 Dimensiones y resistencia de cortador auxiliar

Las dimensiones de la cámara de corte es de 180 [mm] de diámetro y 300 [mm] de largo, el diámetro exterior, debido al espesor de pared de 5 [mm] de la cámara de cortado, provoca que la tapa tenga un diámetro interior de 195 [mm], además, la longitud del cortador será de 350 [mm], el perímetro circular interno será de 306 [mm].



Figura 4.11.-Imagen de tapa-cortador auxiliar.

La navaja tiene un perímetro de 306 [mm], lo que equivale, en caso extremo de corte, en 612 [N] de fuerza, caso en el que todo el perímetro de la navaja corte Racachas en

su trayectoria de cerrado, para determinar el espesor del cortador, se analiza compresión, se desprecia flexión, dado que la carga que tendría sería despreciable.

$$\bullet \quad \sigma_{Nnaux} = \frac{F_{naux}}{P_{naux} \cdot E_{naux}} \leq \sigma_{ad}$$

$F_{naux}$  = Fuerza en cortador auxiliar [N]

$P_{naux}$  = Perímetro efectivo en navaja auxiliar [mm]

$E_{naux}$  = Espesor de cortador auxiliar [mm]

$\sigma_{ad}$  = Esfuerzo admisible [Mpa]

En el cálculo se obtiene 1 [mm] de espesor, obteniendo 2 [Mpa] de presión axiales en el cortador, no es necesario cálculos de fatiga.

#### 4.3.2 Resistencia en unión crítica de cámara de corte

La cámara de corte, dado que sujeta el cilindro neumático principal, y además alberga los cortadores horizontales, es el encargado de soportar las reacciones producto del pistón principal, esta reacción es de tracción, los esfuerzos producidos en cualquiera de las secciones del cortador son bajas, es por ello que se evalúa la unión soldada más débil:

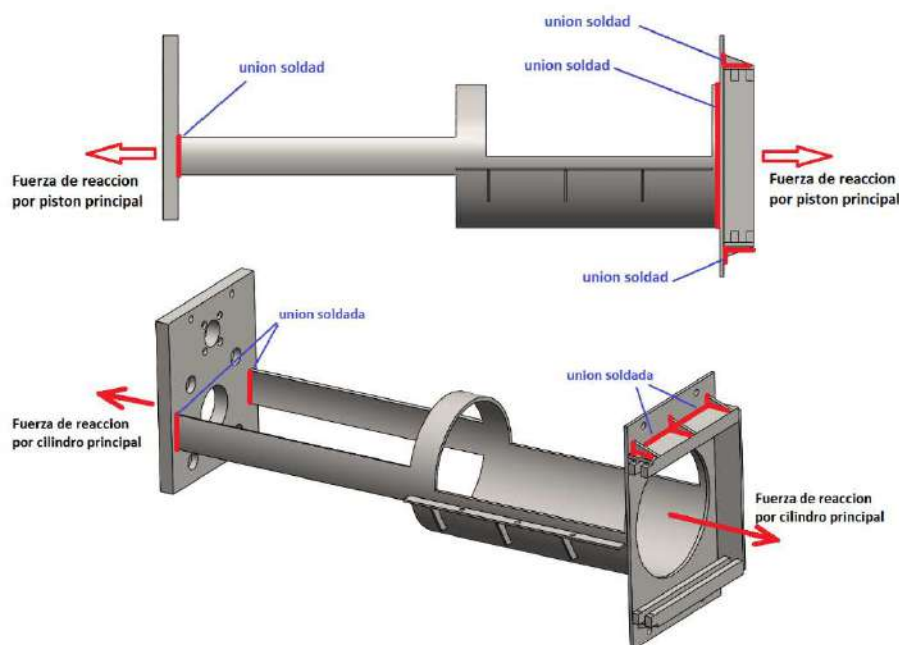


Figura 4.12.-Reacciones de tracción en cámara de corte.

La unión soldada más débil es la que se ubica al lado izquierdo de la cámara de corte en la figura 4.12 (unión con placa a pistón principal), la fuerza máxima que soporta esta unión es un pulsante entre 0 [N] y un máximo de 6428 [N], por lo que la sollicitación más exigente es a fatiga en la unión soldada, para este caso, el plano critico es por la unión a tracción en el contacto entre placas, el factor de seguridad es:

$$\frac{1}{FS} = \frac{\sigma_{eq.as}}{V_{2so} \cdot \sigma_{FAL}} + \frac{\sigma_{eq.ms}}{\sigma_B}$$

Es necesario cumplir que el factor de seguridad sea mayor a la unidad como mínimo, los parámetros se calculan acorde a:

- $\sigma_{eq.as} = \sqrt{\left(\frac{n_{nal}}{V_{1n}} + \frac{n_{fexal}}{V_{1f}}\right)^2 + 1.8\left(\frac{t_{nal}^2}{V_{1c}} + \frac{t_{aal}^2}{V_{1c}}\right)}$
- $\sigma_{eq.ms} = \sqrt{(n_{nm} + n_{fexm})^2 + 1.8(t_{nm}^2 + t_{am}^2)}$

$\sigma_{eq.as}$  = Esfuerzo equivalente alternante rectificado para soldadura [Mpa]

$\sigma_{eq.ms}$  = Esfuerzo equivalente medio para soldadura [Mpa]

$n_{nal}$  = Esfuerzo normal alternante en plano de estudio [Mpa]

$n_{fexal}$  = Esfuerzo de flexión alternante en plano de estudio [Mpa]

$t_{nal}$  = Esfuerzo cortante alternante perpendicular en plano de estudio [Mpa]

$t_{aal}$  = Esfuerzo cortante alternante axial en plano de estudio [Mpa]

$t_{nm}$  = Esfuerzo cortante medio perpendicular en plano de estudio [Mpa]

$t_{am}$  = Esfuerzo cortante medio axial en plano de estudio [Mpa]

$V_{1n}$  = Factor de forma en soldadura a tracción

$V_{2so}$  = Factor de calidad de soldadura

$V_{1c}$  = Factor de forma en soldadura a corte

$V_{1f}$  = Factor de forma en soldadura a flexión

$n_{nm}$  = Esfuerzo de tracción medio [Mpa]

$n_{fexm}$  = Esfuerzo a flexión Medio [Mpa]

$\sigma_B$  = Esfuerzo de rotura del material base [Mpa]

$\sigma_{FAL}$  = Esfuerzo límite de fatiga del material base [Mpa]

Teniendo que la fuerza soportada entre ambas uniones es de 6428 [N]:

Tabla 4.5.- Resistencia en unión soldada de cámara de corte.

| Descripción                     | Nomenclatura     | Valor      | unidades           |
|---------------------------------|------------------|------------|--------------------|
| Fuerza aplicada                 | -                | 6428       | [N]                |
| Uniones                         | -                | 2          | -                  |
| Fuerza por unión                | -                | 3214.0     | [N]                |
| Cateto de soldadura             | -                | 4.0        | [mm]               |
| Garganta de soldadura           | -                | 2.8        | [mm]               |
| Perímetro por unión             | -                | 95.9       | [mm]               |
| Sección que trabaja a tracción  | -                | 268.4      | [mm <sup>2</sup> ] |
| Esfuerzo a tracción alternante  | $n_{nal}$        | 12.0       | [Mpa]              |
| Esfuerzo tracción medio         | $n_{nm}$         | 6.0        | [Mpa]              |
| Factor de forma a tracción      | $V_{1n}$         | 0.35       | -                  |
| Esfuerzo alternante rectificado | $\sigma_{eq.as}$ | 17.1       | [Mpa]              |
| Esfuerzo equivalente medio      | $\sigma_{eq.ms}$ | 6.0        | [Mpa]              |
| Factor de calidad de la unión   | $V_{2so}$        | 0.5        | -                  |
| Esfuerzo límite de rotura       | $\sigma_B$       | 505.0      | [Mpa]              |
| Límite de fatiga alternante     | $\sigma_{fal}$   | 202.0      | [Mpa]              |
| <b>Factor de seguridad</b>      | <b>FS</b>        | <b>5.5</b> |                    |

Es corroborado que la unión soldada puede cumplir la sollicitación con un factor de seguridad de 5.5, es además necesario precalentar las placas a soldar para evitar fisuras y asegurar una mejor unión dado el acero inoxidable, de esta manera se evitaban agrietamientos o fisuras en la unión soldadas.

#### 4.4 Sistemas neumáticos

La presente sección, tiene por finalidad seleccionar los cilindros neumáticos que utilizara la máquina, acorde a la norma ISO 6432 de cilindros neumáticos normalizados, válvulas neumáticas y unidad de mantenimiento del sistema, los cuales tomaran aire normal del medio ambiente.

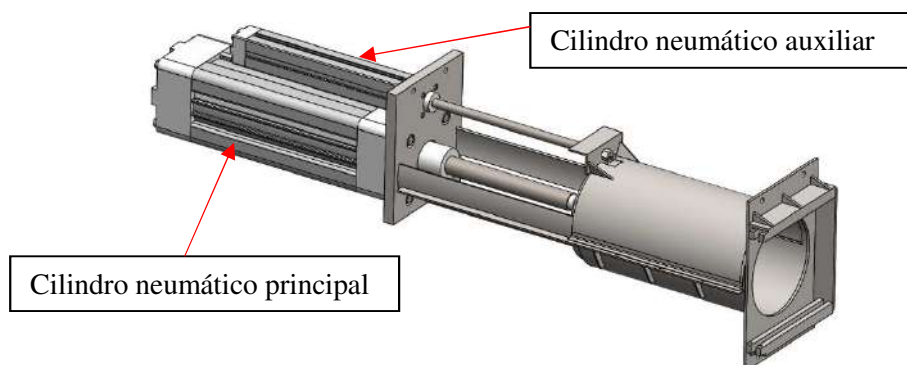


Figura 4.13.-Distribución de cilindros neumáticos.



#### 4.4.1 Selección de cilindro neumático principal

El cilindro neumático principal, deberá ejercer una fuerza no menor a 6428 [N], el cilindro neumático trabajara a una presión no menor de 6 [bar] utilizando como alimentador un compresor y un regulador de presión (para mantener 6 [bar]). El cilindro neumático normalizado que cumple esta función, y que además cubre el rozamiento por corte de racachas en al menos 10%, es de las siguientes características:

Tabla 4.6.- Características de cilindro neumático principal.

| Descripción                    | Valor  | unidades           |
|--------------------------------|--------|--------------------|
| Diámetro de cilindro           | 125    | [mm]               |
| Diámetro de vástago            | 32     | [mm]               |
| Área del embolo                | 122.66 | [cm <sup>2</sup> ] |
| Área anula                     | 114.62 | [cm <sup>2</sup> ] |
| Rosca de conexión              | G 1/2  | -                  |
| Rosca punta del vástago        | M27x2  | -                  |
| Fuerza a 6 bares en compresión | 7359   | [N]                |

La carrera que debe tener el cilindro neumático debe ser de 340 [mm], esquematizando el cilindro neumático, la longitud de la barra es 400 [mm]

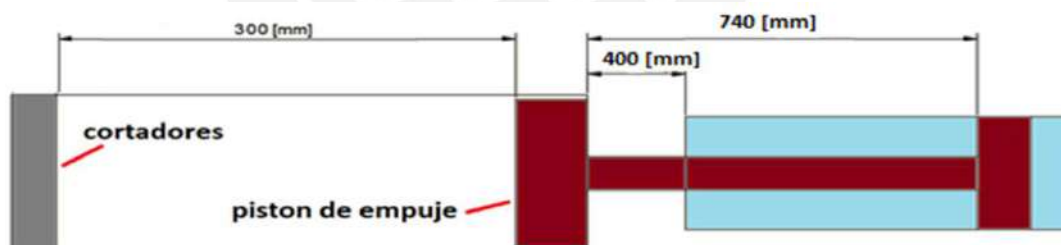


Figura 4.14.-Esquema de cilindro principal.

Corroborando el pandeo por la fuerza ejercida se tiene:

$$\bullet \quad \sigma_{PCr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_b}{l_0^2 \cdot A_b} \geq \frac{F_b}{A_b} \cdot FS$$

$\sigma_{PCr}$  = Esfuerzo critico de pandeo en barra [Mpa]

$E$  = Modulo de elasticidad del material [Mpa]

$I_b$  = Momento de inercia de la sección de la barra [mm<sup>4</sup>]

$l_0$  = Longitud característica al pandeo [mm]

$A_b$  = Sección de la barra [ $mm^2$ ]

$F_b$  = Fuerza ejercida axialmente en la barra [N]

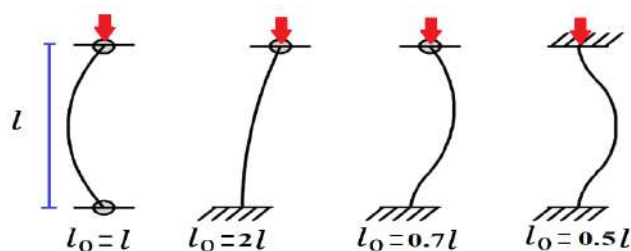


Figura 4.15.-Longitudes características de pandeo.

La longitud característica para este caso es 0.7 veces la longitud, dado que en el interior del cilindro hay ajuste y la conexión del extremo con el empujador en la cámara de corte puede oscilar pero mantiene la trayectoria, para verificar si hay posibilidad de pandeo, el factor de esbeltez de la barra  $\lambda_p$  debe ser mayor a 80 (valor medio del método europeo entre 60 y 100 para diferenciar esfuerzo de fluencia y de pandeo):

Tabla 4.7.- Esbeltez en barra de cilindro principal.

| Descripción                       | Valor       | unidades   |
|-----------------------------------|-------------|------------|
| Diámetro de barra                 | 32          | [mm]       |
| Momento de inercia de la barra    | 51471.9     | [ $mm^4$ ] |
| Área de la sección de la barra    | 804.2       | [ $mm^2$ ] |
| radio de giro                     | 8.0         | [mm]       |
| Longitud de la barra              | 740.0       | [mm]       |
| Longitud característica de pandeo | 518.0       | [mm]       |
| Esbeltez de la barra              | <b>64.8</b> |            |

La barra del cilindro fallaría primero a fluencia, un cilindro neumático acorde a norma ISO 15552/6432 que cumpla estas especificaciones es el cilindro PRA/182125/300 de la marca Norgren, con accesorio de montaje frontal QM/8125/22 de la misma marca.

#### 4.4.2 Selección de cilindro neumático auxiliar

El cilindro neumático auxiliar, deberá ejercer una fuerza no menor a 612 [N], el cilindro neumático trabajara a una presión no menor 6 [bar], aprovechando el mismo

alimentador del cilindro principal, el procedimiento de cálculo es similar al anterior, por lo que es seleccionado el siguiente cilindro neumático:

Tabla 4.8.- Características de cilindro neumático auxiliar.

| Descripción                    | Valor    | unidades           |
|--------------------------------|----------|--------------------|
| Diámetro de cilindro           | 40       | [mm]               |
| Diámetro de vástago            | 16       | [mm]               |
| Área del embolo                | 12.56    | [cm <sup>2</sup> ] |
| Área anula                     | 10.55    | [cm <sup>2</sup> ] |
| Rosca de conexión              | G 1/4    | -                  |
| Rosca punta del vástago        | M12x1.25 | -                  |
| Fuerza a 6 bares en compresión | 754      | [N]                |

La carrera que debe tener el cilindro neumático debe ser de 300 [mm], esquematizando el cilindro neumático, la longitud de la barra es 400 [mm]

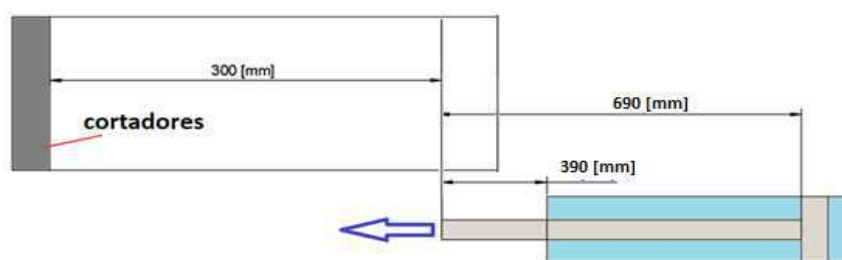


Figura 4.16.-Esquema de cilindro auxiliar.

Corroborando el pandeo, para la carga aplicada de 612 [N], usando las formulas antes estipuladas para este caso, se debe obtener un FS mayor a 5:

Tabla 4.9.- Pandeo en cilindro neumático auxiliar.

| Descripción                       | Nomenclatura   | Valor   | unidades |
|-----------------------------------|----------------|---------|----------|
| Módulo de elasticidad             | $E$            | 193000  | [Mpa]    |
| Diámetro de barra                 | -              | 16      | [mm]     |
| Momento de inercia de la barra    | $I_b$          | 3217.0  |          |
| Área de la sección de la barra    | $A_b$          | 201.1   |          |
| Longitud de la barra              | -              | 690.0   | [mm]     |
| Longitud característica de pandeo | $l_0$          | 483.0   | [mm]     |
| Radio de giro                     | $i_r$          | 4.0     | [mm]     |
| Esbeltez                          | $\lambda_p$    | 120.8   |          |
| Esfuerzo critico de pandeo        | $\sigma_{PCr}$ | 130.6   | [Mpa]    |
| Fuerza para provocar pandeo       | -              | 26267.1 | [N]      |
| Fuerza ejercida                   | $F_b$          | 612.0   | [N]      |
| Factor de seguridad               | FS             | 42.9    |          |

Un cilindro neumático acorde a norma ISO 15552/6432 que cumpla estas especificaciones es el cilindro PRA/182040/300 de la marca Norgren, con accesorio de montaje frontal QM/8140/22 de la misma marca.

#### 4.4.3 Caudal de alimentación y velocidad de cilindro principal

La velocidad de los cilindros neumáticos, está sujeta a la alimentación del compresor, por lo que el caudal de alimentación influye en el ciclo completo del proceso de cortado, el tiempo de llenado en cámara está sujeto a:

- $Q_c = \frac{V_{ol1}}{t_{llen}}$

$Q_c$  = Caudal del compresor a 6 bares [ $cm^3/s$ ]

$V_{ol1}$  = Volumen a llenar [ $cm^3$ ]

$t_{llen}$  = tiempo de llenado [s]

Un cilindro neumático tiene dos cámaras a ser llenadas, la cámara de llenado para tracción y la de compresión, la primera viene dada por la carrera del cilindro y por el área, la segunda igual pero disminuida en el volumen del cilindro de la barra, por lo que el tiempo que dura el ciclo de un cilindro neumático, con caudal constante es:

- $t_{cicil} = \frac{V_{olC1}}{Q_c} + \frac{V_{olC2}}{Q_c}$

$t_{cicil}$  = tiempo del ciclo del cilindro [s]

$V_{olC1}$  = volumen del cilindro en avance [ $cm^3$ ]

$V_{olC2}$  = Volumen del cilindro en retorno [ $cm^3$ ]

Acorde al ciclo de trabajo de la máquina, el tiempo que debe durar el ciclo para poder producir los 2000 [kg/hr], debe ser en total de 6.15 segundos, esto quiere decir que la suma de los ciclos de ambos cilindros, debe resultar en 6.15 segundos:

- $t_{cimaq} = t_{cicilP} + t_{cicilA}$

$t_{cimaq}$  = tiempo del ciclo total de la máquina [s]

$t_{cicilP}$  = tiempo del ciclo del cilindro principal [s]

$t_{cicilA}$  = tiempo del ciclo del cilindro auxiliar [s]

Por consiguiente, para llegar a los 6.15 segundos menos un retraso de 0.5 [s] para ingreso de Racachas a cámara de cortado:

Tabla 4.10.- Calculo de caudal de alimentación a 6 bares.

| Descripción                          | Nomenclatura | Valor              |                   | unidades             |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|
|                                      |              | Cilindro Principal | Cilindro auxiliar |                      |
| Diámetro de cilindro principal       | -            | 12.5               | 4                 | [cm]                 |
| Diámetro de vástago                  | -            | 3.2                | 2                 | [cm]                 |
| Área de embolo                       | -            | 122.7              | 12.6              | [cm <sup>2</sup> ]   |
| Área de la sección del vástago       | -            | 8.0                | 2.0               | [cm <sup>2</sup> ]   |
| Carrera del cilindro                 | -            | 34                 | 30                | [cm]                 |
| Volumen en avance                    | $V_{olC1}$   | 4172.4             | 377.0             | [cm <sup>3</sup> ]   |
| Volumen en retorno                   | $V_{olC2}$   | 3899.0             | 316.7             | [cm <sup>3</sup> ]   |
| Volumen más 10% de volumen muerto    | -            | 8878.6             | 763.0             | [s]                  |
| Tiempo del ciclo total de la máquina | $t_{cimag}$  | 6.15               | 6.15              | [s]                  |
| Tiempo recortado (en 0.5 segundos)   | -            | 5.65               | 5.65              | [s]                  |
| Caudal de llenado                    | $Q_c$        | <b>1706.47</b>     |                   | [cm <sup>3</sup> /s] |

El caudal es 1700 [cm<sup>3</sup>/s], que es equivalente a 102 [lt/min], este será el caudal de alimentación a 6 [bar] de presión, para determinar la velocidad de avance del cilindro principal, la cual debe ser relativamente estable, basta con dividir el caudal entre el área del embolo principal, lo que resulta en 13.9 [cm/s] o 0.14 [m/s], para determinar la válvula de alimentación, se debe calcular el caudal de alimentación instantáneo, el cual calcula por:

$$\bullet \quad Q_N = \frac{(A_{em1} \cdot V_{elem1}) \cdot P_{1abs} \cdot T_{airo}}{T_{air1} \cdot P_{atm}}$$

$Q_N$  = Consume de aire en condiciones normales [m<sup>3</sup>/s]

$A_{em1}$  = Área de embolo principal [m<sup>2</sup>]

$V_{elem1}$  = Velocidad de avance de embolo principal [m/s]

$P_{1abs}$  = Presión absoluta de trabajo [bar]

$T_{airo}$  = Temperatura del aire a condición normal [K]

$T_{air1}$  = Temperatura del aire de servicio [K]

$P_{atm}$  = Presión atmosférica [bar]

Resolviendo:

Tabla 4.11.- Consumo instantáneo en cilindro principal.

| Descripción                              | Nomenclatura | Valor  | Unidades  |
|------------------------------------------|--------------|--------|-----------|
| Área de embolo principal                 | $A_{em1}$    | 0.012  | $[m^2]$   |
| Velocidad de avance de embolo principal  | $V_{elem1}$  | 0.139  | $[m/s]$   |
| Presión absoluta de trabajo              | $P_{1abs}$   | 7      | $[bar]$   |
| Presión atmosférica                      | $P_{atm}$    | 1      | $[bar]$   |
| Temperatura del aire en condición normal | $T_{air0}$   | 273    | $[K]$     |
| Temperatura del aire de servicio         | $T_{air1}$   | 293    | $[K]$     |
| Consumo de aire en condición normal      | $Q_N$        | 0.0111 | $[m^3/s]$ |

El consumo es de  $0.011 [m^3/s]$  o  $40 [m^3/hr]$ , para encontrar el coeficiente  $C_v$  para aire, es necesario emplear la ecuación:

$$C_v = \frac{1,16 \cdot Q_{N2}}{328} \sqrt{\frac{T_{air1}}{(P_{1v} - P_{2v}) \cdot (P_{2v} + P_{1v})}}$$

$C_v$  = Coeficiente de caudal de válvula

$P_{2v}$  = Presión absoluta a la salida de la válvula  $[bar]$

$P_{1v}$  = Presión absoluta a la entrada de la válvula  $[bar]$

$Q_{N2}$  = Consumo de aire en condición normal  $[m^3/hr]$

El cálculo cumple con una caída de presión de 1 bar, como la presión absoluta a la salida de la válvula no debe bajar los 6  $[bar]$  manométrica, la presión a la salida de la válvula será de 7  $[bar]$ , calculando:

Tabla 4.12.- Determinación de coeficiente de válvula principal.

| Descripción                                 | Nomenclatura | Valor | Unidades   |
|---------------------------------------------|--------------|-------|------------|
| Consumo de aire en condición normal         | $Q_{N2}$     | 40.01 | $[m^3/hr]$ |
| Temperatura del aire de servicio            | $T_{air1}$   | 293   | $[K]$      |
| Presión absoluta a la salida de la válvula  | $P_{2v}$     | 7     | $[bar]$    |
| Presión absoluta a la entrada de la válvula | $P_{1v}$     | 8     | $[bar]$    |
| Coeficiente de caudal de válvula            | $C_v$        | 0.625 | -          |

Por consiguiente, se elige una válvula con un flujo admisible de 650  $[lt/min]$ , para asegurar un funcionamiento estable y velocidad promedio de 13.9  $[cm/s]$ , se selecciona

válvula con solenoide de la marca Norgren modelo MINI ISO STAR V415527D-C313A, para el cilindro auxiliar, dado el pequeño caudal bastara la misma válvula.

#### 4.4.4 Secuencia de activación de cilindros neumáticos

La secuencia de activación, debe seguir un orden lógico, la primera actividad es el llenado de la cámara de corte, luego se activa el cilindro auxiliar, una vez alcanzado el tope de carrera, el cilindro principal es activado hasta llegar a su tope de carrera, luego el cilindro principal retrocede, cuando el cilindro principal ha terminado de regresar, el cilindro auxiliar inicia su regreso terminando el ciclo completo, el ciclo se repetirá, el diagrama de espacio fase seria el siguiente:

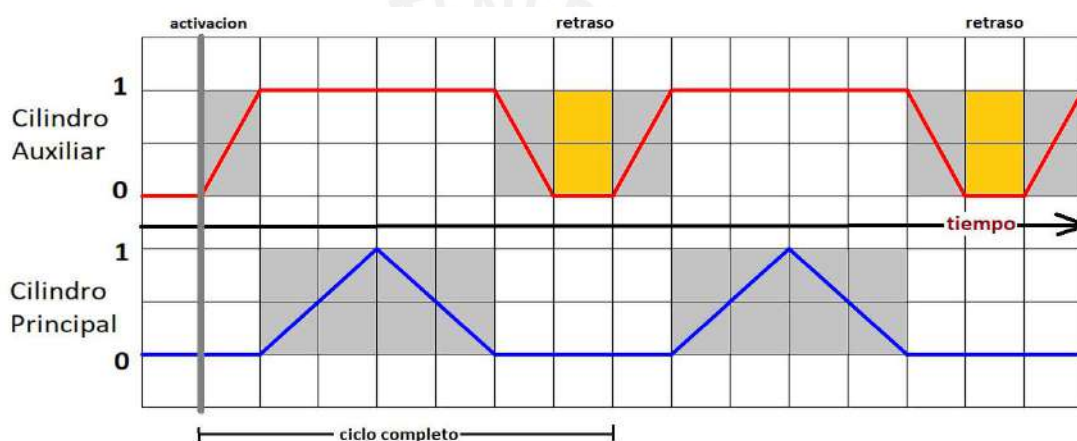


Figura 4.17.-Esquema espacio-fase de los cilindros en el tiempo.

Acorde al diagrama de la figura 4.17, el caudal del compresor es aprovechado por un solo cilindro a la vez, el diagrama de control y potencia se muestra en el anexo indicando el conexionado y accesorios eléctricos.

#### 4.4.5 Componentes neumáticos

El sistema neumático completo, debe tener una unidad de mantenimiento para filtrar y dejar pasar aire seco y limpio para que luego este sea lubricado y por ende conservar los elementos neumáticos en buen estado, además debe regular la presión de trabajo a 6 [bar] manométricos, los elementos en conjunto, deben ser tal, que permitan pasar un

flujo no menor de 650 [lt/min], por lo que los elementos dejaran pasar el doble del caudal de trabajo para minimizar perdidas:

Tabla 4.13.- Componentes neumáticos del sistema.

| N° | Cantidad | Elemento                                                                         | Marca   | Modelo                       |
|----|----------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------|
| 1  | 1        | Alimentación de aire a presión de 7 bares absolutos                              | --      | --                           |
| 2  | 1        | Unidad de mantenimiento con filtro, regulador, lubricador y válvula de seguridad | Norgren | C72H-2AK AE3 RMG QEB         |
| 3  | 2        | Electro válvula 5/2, con retorno de resorte                                      | Norgren | MINI ISO STAR V415527D-C313A |
| 4  | 1        | Cilindro neumático auxiliar de doble efecto                                      | Norgren | PRA/182040/300               |
| 5  | 1        | Cilindro neumático principal de doble efecto                                     | Norgren | PRA/182125/340               |
| 6  | 4        | Sensor de posicionamiento de pistón                                              | Norgren | M/50/EAP/1V                  |
| 7  | 2        | Válvula reguladoras de flujo                                                     | Norgren | T15Y0006                     |

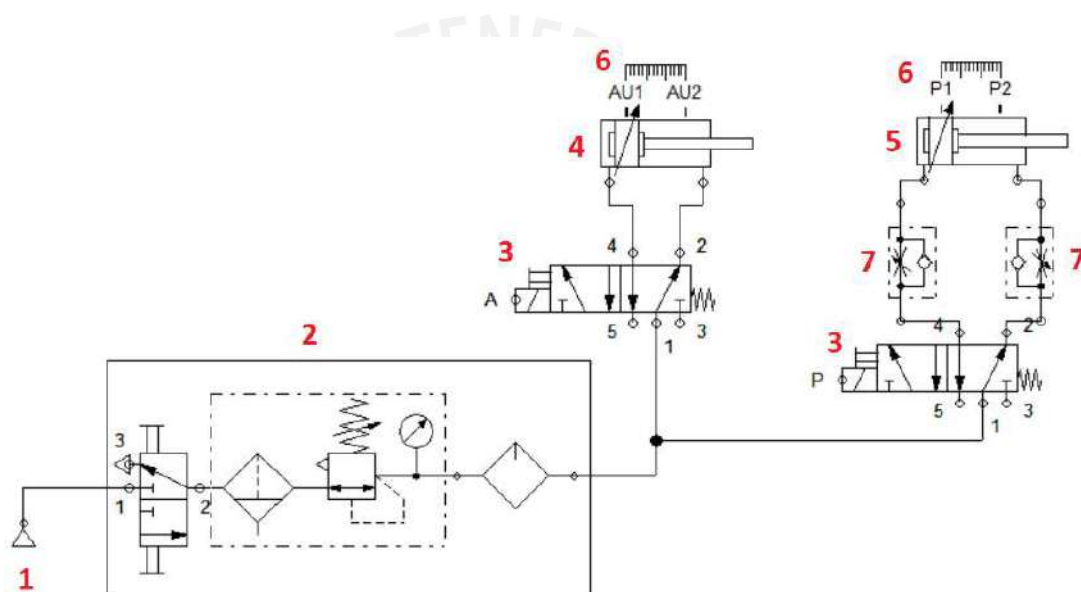


Figura 4.18.-Elementos neumáticos del sistema.

El aceite de la unidad de mantenimiento debe ser de grado alimenticio y de baja viscosidad, por lo que es seleccionado aceite Nevastante SH 32 de marca Total, dado que cumple el requerimiento y es usado en estas aplicaciones neumáticas.

#### 4.5 Diseño de cortador rotatorio

La presente sección evalúa la forma de poder obtener cortes transversales y producir Cubos, tiene por finalidad calcular las dimensiones de la navaja rotatoria, la unión entre navaja rotatoria y eje, diseño de árboles de transmisión, transmisión de potencia



con fajas en V y selección del motor eléctrico, al encontrar esto, también se determinara la potencia necesaria del motor y las reacciones existentes en los apoyos de los árboles, es decir la selección de los rodajes necesarios para el funcionamiento del sistema.

#### 4.5.1 Cinemática de velocidad de corte y velocidad de giro

Es necesario determinar en primera instancia la velocidad de giro del eje del cortador rotatorio, dado que la función del cortador rotatorio es producir cubos, los cubos deben tener una medida de 10 [mm], 15 [mm] y 20 [mm] de arista, para lograr estas dimensiones, la velocidad de giro debe estar relacionada con la velocidad de salida de las Racachas que pasaron por los dos primeros cortadores, la velocidad de salida de las Racachas aquí es de 139 [mm/s], esquematizando y analizando la salida de un corte horizontal de Racacha:

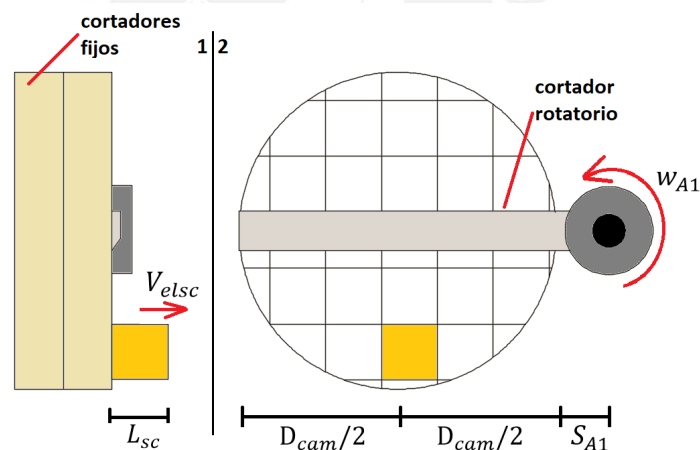


Figura 4.19.- Salida de Racacha cortada y encuentro con cortador rotatorio.

Se tiene entonces 3 casos, cuando  $L_{sc}$  asume los valores de 10 [mm], 15 [mm] y 20 [mm], para que la cuchilla rotatoria pase por este punto, debe completar un ciclo, en este ciclo de tiempo, da oportunidad a que el pedazo de Racacha cortado de los primeros cortadores salga y alcance la longitud  $L_{sc}$ , por lo que puede calcularse el tiempo del ciclo y por ende la velocidad de giro  $w_{A2}$  (velocidad del árbol 2).

- $$t_{gA1} = \frac{V_{elsc}}{L_{sc}}$$

$t_{gA1}$  = Tiempo para completar un ciclo del árbol 1 [s]

$V_{elsc}$  = Velocidad de salida de pedazo de Racacha de cortadores fijos [mm/s]

$L_{sc}$  = Longitud de pedazo de Racacha a la salida de cortadores fijos [mm]

La velocidad de giro se obtiene como indica la ecuación:

$$\bullet \quad w_{A1} = \frac{2\pi}{t_{gA1}}$$

$w_{A1}$  = Velocidad de giro del árbol 1 [rad/s]

Calculando para los diversos valores:

Tabla 4.14.- Calculo velocidades de giro del árbol 1.

| $L_{sc}$<br>[mm] | $V_{elsc}$<br>[mm/s] | $t_{gA1}$<br>[s] | $w_{A1}$<br>[rad/s] | velocidad de giro<br>[rpm] |
|------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------------------------|
| 10               | 139                  | 0.0719           | 87.34               | 834                        |
| 15               | 139                  | 0.1079           | 58.22               | 556                        |
| 20               | 139                  | 0.1439           | 43.67               | 417                        |

#### 4.5.2 Potencia y resistencia en cortador rotatorio

La determinación de la potencia de consumo, se realiza con la fuerza necesaria para cortar Racachas, es de observar que solo la parte del diámetro de cámara, es la parte que ejerce fuerza sobre la navaja, se estima caso crítico cuando toda la navaja es aprovechada y ejerce fuerza distribuida para cortar los pedazos salientes de la cámara de cortado:

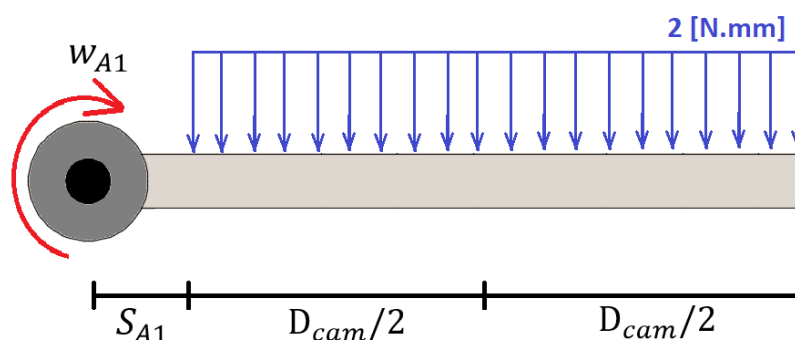


Figura 4.20.- Fuerza ejercida por la navaja rotatoria a la velocidad de giro.

El cálculo de la potencia, se determina del producto de la fuerza ejercida por la velocidad, es decir un diferencial de fuerza por la velocidad, esta velocidad es tangencial al radio de evaluación del diferencial de fuerza, representado esto:

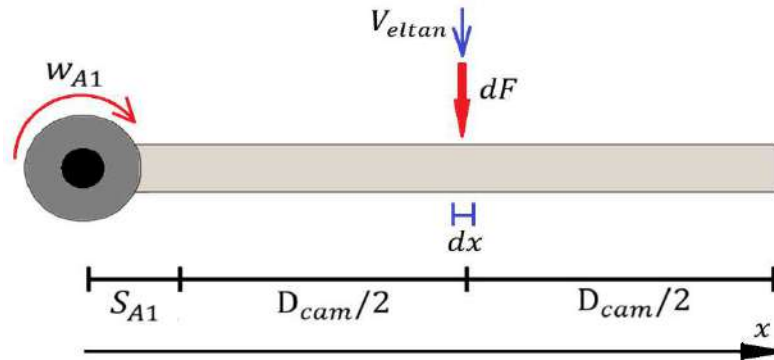


Figura 4.21.- diferencial de fuerza y velocidad tangencial en cortador rotatorio.

El diferencial de fuerza es el producto del diferencial de la coordenada “x” por la carga distribuida de 2 [N/mm], a la vez la velocidad tangencial, en un punto es el producto de la coordenada “x” por la velocidad de giro más alta de 87.3 [rad/s]:

- $V_{eltan} = x \cdot w_{A1}$
- $dF = 2 \cdot dx$

$V_{eltan}$  = Velocidad tangencial [mm/s]

$dF$  = Diferencial de fuerza [N]

$dx$  = Diferencial de coordenada x [mm]

$x$  = Coordenada en eje x

La potencia total, es calculada con el diferencial de potencia ejercido entre los límites de  $S_{A1}$  y  $S_{A1} + D_{cam}$  acorde a la coordenada en “x” dado que son los únicos que ejercen fuerza, por lo que el desarrollo de la integral de la potencia brinda la potencia necesaria total:

- $\int_0^{P_{otcr}} (dP) = \int_{S_{A1}}^{S_{A1} + D_{cam}} (V_{eltan} \cdot dF) = 2 \cdot w_{A1} \int_{S_{A1}}^{S_{A1} + D_{cam}} (x \cdot dx)$

$dP$  = Diferencial de potencia [N.mm/s]

$P_{otcr}$  = Potencia de cortador rotatorio [N.mm/s]

$S_{A1}$  = Separación entre centro de árbol 1 y cámara de corte [mm]

Efectuando la integral:

Tabla 4.15.- Potencia de cortador rotatorio.

| Descripción                                          | Nomenclatura | Valor   | unidades |
|------------------------------------------------------|--------------|---------|----------|
| Separación entre centro de árbol 1 y cámara de corte | $S_{A1}$     | 45      | [mm]     |
| Diámetro interior de cámara de corte                 | $D_{cam}$    | 180     | [mm]     |
| Velocidad de giro del árbol 1                        | $w_{A1}$     | 87.30   | [rad/s]  |
| Potencia de cortador rotatorio                       | $P_{otcr}$   | 4242780 | [N.mm/s] |

La potencia necesaria es 4242780 [N.mm/s], equivalente a 5.6 [hp], por lo que un motor de 7.5 [hp], a 380 [v] trifásico y 880 [rpm] marca Weg modelo W22 IE3 160 M, cumple los requerimientos. La navaja rotatoria, a nivel de resistencia, trabaja como esquematizado en la figura 4.22, por lo que esta se comportaría como una viga empotrada en un extremo, la carga distribuida es 2 [N/mm], para diagrama de momento cortante y flector:

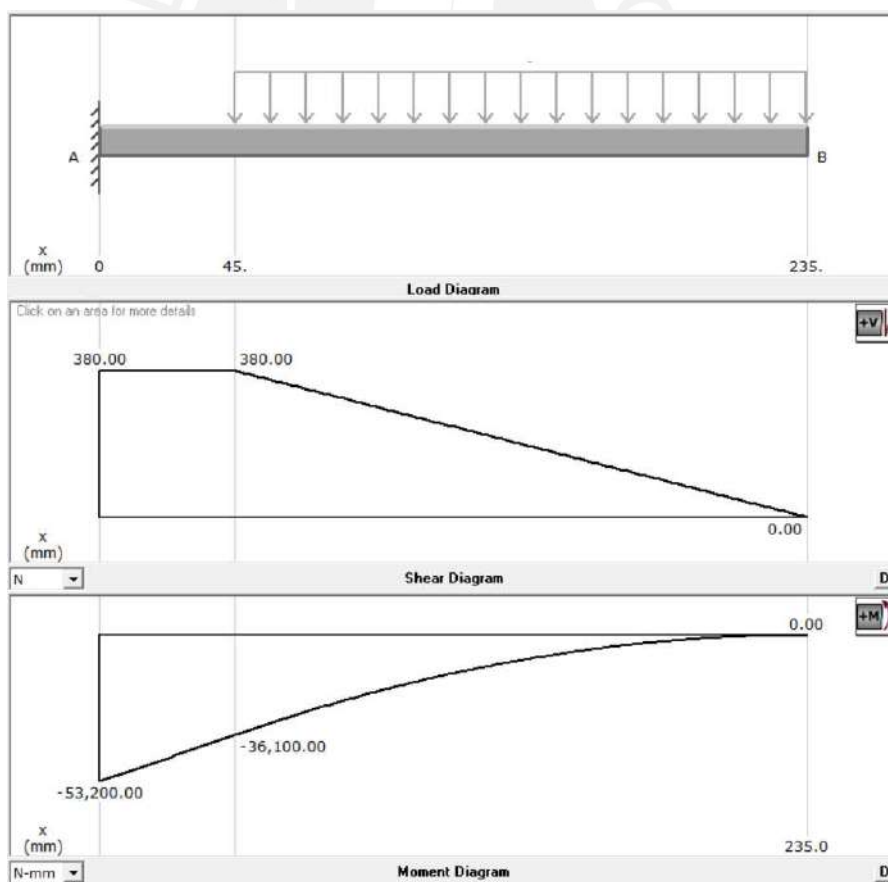


Figura 4.22.- Distribución, momento flector y cortante en porta navaja rotatorio.

El momento máximo generado en la sección del porta navaja de 44650 [N.mm], para el cálculo de resistencia por flexión, es asumido que la flexión es resistida por la sección del porta navaja rotatorio, no obstante, la propia navaja rotatoria cambiable, ofrece resistencia adicional:

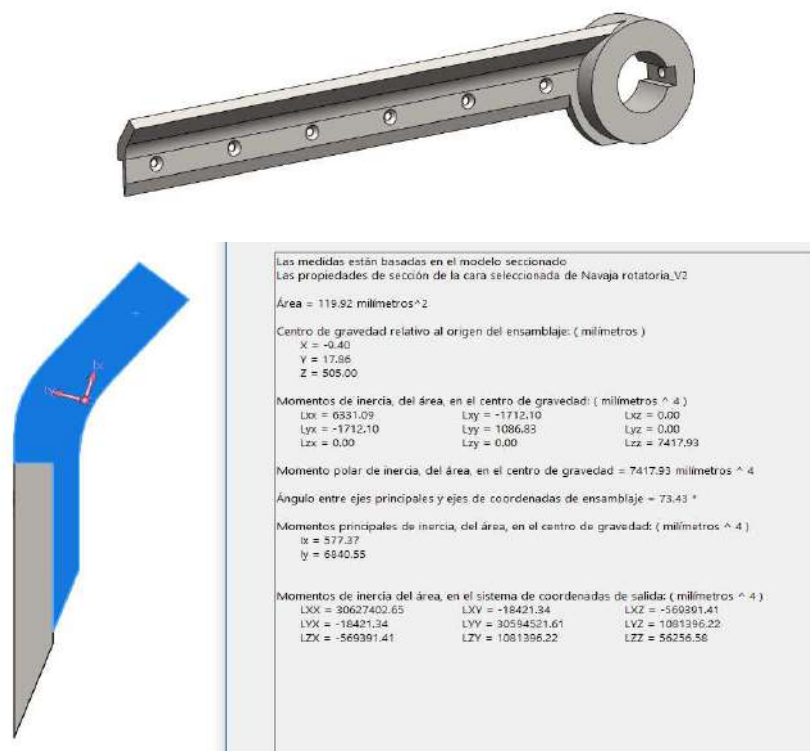


Figura 4.23.- Características de ángulo estructural de navaja rotatoria.

La resistencia por flexión, como mostrado anteriormente es:

- $\sigma_{fN} \leq \sigma_{fLM1}$  ; además para acero AISI 304  $\sigma_{fLM1} = 210$  [Mpa]
- $\sigma_{fN} = \frac{M_{fN} \cdot C_N}{I_N}$

$\sigma_{fLM2}$  = Esfuerzo límite de fluencia del material [Mpa]

$\sigma_{fN}$  = Esfuerzo por flexión en navaja [Mpa]

$M_{fN}$  = Momento flector en navaja máximo [N\*mm]

$C_N$  = Distancia de fibra a eje neutro [mm]

$I_N$  = Momento de inercia fuerte en flexión de la navaja [ $mm^4$ ]

Tabla 4.16.- Resistencia por fluencia de la navaja rotatoria.

| Descripción                      | Nomenclatura    | Valor       | unidades           |
|----------------------------------|-----------------|-------------|--------------------|
| Momento flector                  | $M_{fN}$        | 44650       | [N.mm]             |
| Distancia de fibra a eje neutro  | $C_N$           | 20.00       | [mm]               |
| Momento de inercia de la sección | $I_N$           | 6331.00     | [mm <sup>4</sup> ] |
| Esfuerzo por flexión             | $\sigma_{fN}$   | 141.05      | [Mpa]              |
| Esfuerzo límite de fluencia      | $\sigma_{fLM1}$ | 210.00      | [Mpa]              |
| Factor de seguridad              | FS              | <b>1.49</b> |                    |

El cálculo por fatiga es similar al de la sección 4.2.1, dado que la sección de la navaja es constante y sin quiebres, no hay concentrador de esfuerzos, el esfuerzo alternante vendría a ser 70.5 [Mpa], entre 0 [Mpa] y 141 [Mpa], el material de la navaja es AISI 304, por lo que el límite de esfuerzo a la fatiga es 252 [Mpa], por consiguiente:

Tabla 4.17.- Resistencia a la fatiga de la navaja rotatoria.

| Descripción                  | Nomenclatura   | Valor       | Unidades |
|------------------------------|----------------|-------------|----------|
| Esfuerzo alternante          | $\sigma_{fa}$  | 70.53       | [Mpa]    |
| Concentrador de esfuerzo     | $B_{con}$      | 1.00        | -        |
| Coeficiente de tamaño        | $C_{tam}$      | 1.00        | -        |
| Coeficiente de superficie    | $C_{sup}$      | 0.94        | -        |
| Coeficiente de temperatura   | $C_{temp}$     | 1.01        | -        |
| Coeficiente de tipo de carga | $C_{tcarg}$    | 1.00        | -        |
| Coeficiente de confiabilidad | $C_{conf}$     | 0.98        | -        |
| Esfuerzo límite de fatiga    | $\sigma_{FAL}$ | 252.50      | [Mpa]    |
| Esfuerzo límite de rotura    | $\sigma_B$     | 505.00      | [Mpa]    |
| Esfuerzo medio               | $\sigma_{med}$ | 70.53       | [Mpa]    |
| Factor de seguridad          | FS             | <b>2.27</b> |          |

Es de notar, que tanto en el cálculo de fatiga, la navaja tendería a fallar más por fluencia que a la fatiga.

La resistencia de la unión soldada consta de una unión con cateto de 4 [mm], teniendo el perímetro de unión efectivo, es posible encontrar la sección que trabajará a corte, el flector máximo ubicado en la base es de 44650 [N.mm], por consiguiente este será el torque al borde del cubo del porta navaja rotatorio.

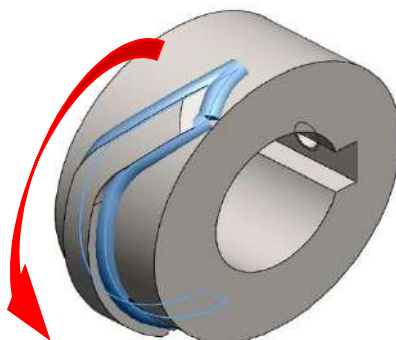


Figura 4.24.- Unión soldada en Porta navaja rotatorio.

El perímetro efectivo resistente es de 120 [mm], por ende la sección que trabajara a corte con una garganta de 2.8 [mm] es de 336 [mm<sup>2</sup>], el cálculo de la unión soldada es similar al de la sección 4.3.2, realizando el cálculo:

Tabla 4.18.- Cálculo de la unión soldada en porta navaja rotatorio.

| Descripción                       | Nomenclatura     | Valor        | unidades           |
|-----------------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Garganta de soldadura             | -                | 2.80         | [mm]               |
| Perímetro resistente              | -                | 120.00       | [mm]               |
| Sección resistente al corte       | -                | 336.00       | [mm <sup>2</sup> ] |
| Torque efectivo en unión          | -                | 44650.00     | [N.mm]             |
| Radio de aplicación/bocina        | -                | 25.00        | [mm]               |
| Fuerza paralela a sección         | -                | 1786.00      | [N]                |
| Esfuerzo cortante máximo          | -                | 5.32         | [Mpa]              |
| Esfuerzo de corte alternante      | -                | 2.66         | [Mpa]              |
| Esfuerzo de corte medio           | -                | 2.66         | [Mpa]              |
| Esfuerzo alternante "tn" evaluado | $t_{nal}$        | 0.00         | [Mpa]              |
| Esfuerzo alternante "ta" evaluado | $t_{aal}$        | 2.66         | [Mpa]              |
| Esfuerzo alternante "tn" evaluado | $t_{nm}$         | 0.00         | [Mpa]              |
| Esfuerzo alternante "ta" evaluado | $t_{am}$         | 2.66         | [Mpa]              |
| Factor V1 al corte                | $V_{1c}$         | 0.35         | -                  |
| Esfuerzo equivalente alternante   | $\sigma_{eq.as}$ | 6.03         | [Mpa]              |
| Esfuerzo equivalente medio        | $\sigma_{eq.ms}$ | 3.57         | [Mpa]              |
| Esfuerzo límite de fatiga         | $\sigma_{FAL}$   | 252.50       | [Mpa]              |
| Esfuerzo límite de rotura         | $\sigma_B$       | 505.00       | [Mpa]              |
| Factor V2                         | $V_{2so}$        | 0.80         | -                  |
| Factor de seguridad               | FS               | <b>27.10</b> |                    |

El factor de seguridad es satisfactorio para la unión soldada con un cateto de 4 [mm] la cual trabajara a corte cuando la navaja rote.

#### 4.6 Diseño de la transmisión de potencia

Los cálculos antes mostrados, indican 3 velocidades para poder producir cortes tipo cubos, estas velocidades son 834 [rpm], 556 [rpm] y 417 [rpm], para evitar una adquisición de un variador de velocidad o un variador de frecuencia para un motor eléctrico de no más de 7.5 [hp], se opta por diseñar una transmisión de potencia por fajas en V con dos poleas de 3 canales cada una y con única faja en V intercambiable entre canales, la velocidad de motor eléctrico es de 850-900 [rpm], por consiguiente se calcula la relación de transmisión:

Tabla 4.19.- Relaciones de transmisión.

| Velocidad del motor [rpm] | Velocidad del árbol 1 [rpm] | Relación de transmisión |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 870                       | 834                         | 1.04                    |
| 870                       | 556                         | 1.56                    |
| 870                       | 417                         | 2.09                    |

La faja en V de transmisión, debe ser lo menos contaminante posible, por lo que se elige una faja eslabonada “SuperTLink” de sección SPB de la marca Fenner Drives, la faja está hecha de poliuretano, con muy baja elongación, eligiendo una polea motriz de 150 [mm] de diámetro, esta ejerce una capacidad de transmisión de 6.31 [hp] con una sola faja, la faja debe tener una sola longitud constante en los tres casos, por lo que para determinar las otras poleas, el diámetro de polea motriz ira incrementando a la vez que el diámetro de la polea conducida disminuye para mantener la misma longitud de faja, la longitud de faja se calcula:

$$\bullet \quad L_{faj} = 2 \cdot C_{faj} + \frac{\pi}{2} (D_{faj} + d_{faj}) + \frac{(D_{faj} - d_{faj})^2}{4 \cdot C_{faj}}$$

$L_{faj}$  = Longitud de faja en V [mm]

$C_{faj}$  = Distancia entre centros de poleas [mm]

$D_{faj}$  = Diámetro de polea mayor [mm]

$d_{faj}$  = Diámetro de polea menor [mm]

La relación de transmisión sirve también para calcular los diámetros de polea:



- $r_{el-tran} = \frac{D_{faj}}{d_{faj}} r_{el-tran}$

$r_{el-tran}$  = Relación de transmisión

El cálculo de la operación, debe dar la misma longitud de faja para las diversas relaciones de transmisión, siempre que el diámetro de la polea motriz crezca, además la distancia entre centros también debe ser constante:

Tabla 4.20.- Dimensionamiento de poleas conducidas con diámetros primitivos.

| $r_{el-tran}$ | $d_{faj}$<br>[mm] | $D_{faj}$<br>[mm] | $C_{faj}$<br>[mm] | $L_{faj}$<br>[mm] |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 2.09          | 165.0             | 344.9             | 300.0             | <b>1427.83</b>    |
| 1.56          | 203.2             | 317.0             | 300.0             | <b>1427.91</b>    |
| 1.04          | 258.3             | 268.6             | 300.0             | <b>1427.79</b>    |

El cálculo de transmisión de potencia, se realiza con los datos característicos y factores de la correa, en la que se encuentra la capacidad de transmitir potencia de la faja en V seleccionada, se calcula la peor condición que es con la relación de transmisión de 2.09 acorde a lo siguiente (el método de cálculo está en el anexo acorde al fabricante):

- $P_{faj-co} = K_{\phi} \cdot L_C \cdot (P_{faj} + P_{fajplus})$

$P_{faj-co}$  = Potencia corregida por faja [hp]

$K_{\phi}$  = Factor de corrección por arco de contacto

$L_C$  = Factor de corrección de la longitud de correa

$P_{faj}$  = Potencia transmitida por faja [hp]

$P_{fajplu}$  = Potencia añadida debido a relación de transmisión [hp]

Tabla 4.21.- Potencia corregida de faja en V.

| Descripción                                       | Nomenclatura | Valor       | Unidades |
|---------------------------------------------------|--------------|-------------|----------|
| Potencia transmitida por faja                     | $P_{faj-co}$ | 7.70        | [hp]     |
| Potencia añadida debido a relación de transmisión | $P_{fajplu}$ | 0.96        | [hp]     |
| Factor de corrección por arco de contacto         | $K_{\phi}$   | 0.92        | -        |
| Factor de corrección de la longitud de correa     | $L_C$        | 0.86        | -        |
| Potencia corregida por faja                       | $P_{faj-co}$ | 6.85        | [hp]     |
| Potencia consumida por el cortador rotatorio      | -            | 5.60        | [hp]     |
| Factor de seguridad                               | FS           | <b>1.22</b> |          |

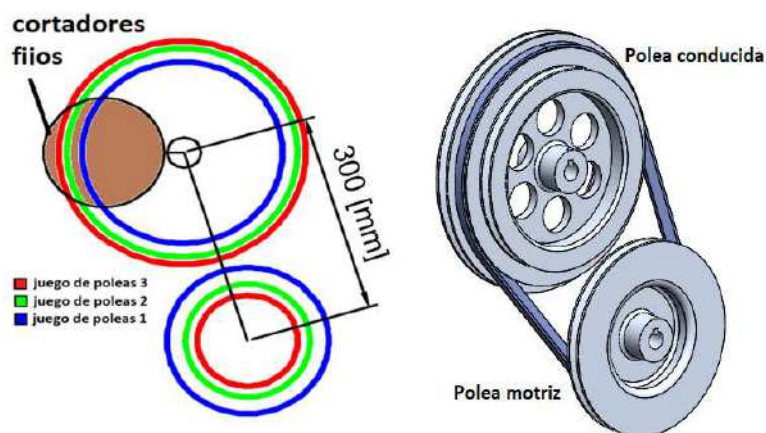


Figura 4.25.- Montaje conceptual de poleas para faja en V

#### 4.7 Calculo de árbol 1

El árbol 1 se calcula en base a la fuerza existente en el cortador rotatorio y las fuerzas de la faja en V, el cortador rotatorio transmite y traslada una fuerza y torque en el árbol 1 producto de la reacción al cortar Racachas, las fuerzas de las fajas en V se determina por la relación de fuerzas en las tensiones, para calcular el torque, se calcula el par efectivo en el cortador rotatorio, esquematizando esto:

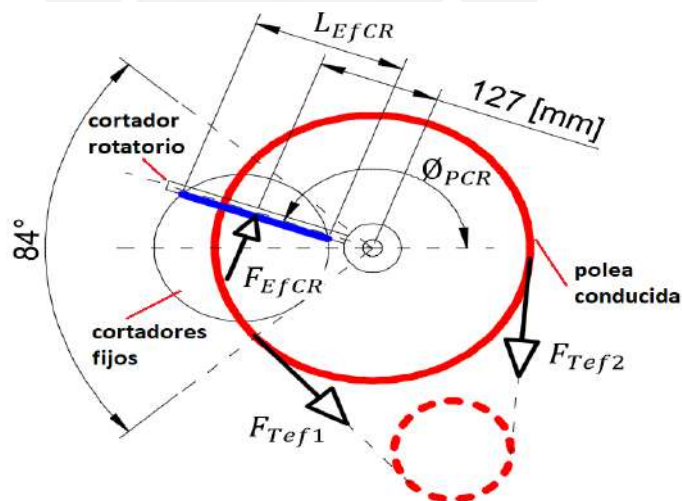


Figura 4.26.- Posición de navaja rotatoria con respecto a polea conducida.

La relación de las fuerzas por tensión en faja es como sigue:

- $\frac{F_{Tef1}}{F_{Tef2}} = e^{\mu_r \cdot \Phi_{con}}$

$F_{Tef1}$  = Fuerza tangencial mayor [N]

$F_{Tef2}$  = Fuerza tangencial menor [N]

$\mu_r$  = Coeficiente de fricción entre faja y polea

$\Phi_{con}$  = Angulo de contacto entre faja y polea [grados]

La diferencia de ambas fuerzas, multiplicada por el radio de la polea, origina el torque necesario para cortar las Racachas, el cual es el mismo en modulo que la fuerza efectiva en el cortador rotatorio por el radio de aplicación que es 127 [mm]:

- $F_{EfcR} \cdot 127 = (F_{Tef1} - F_{Tef2}) \cdot \frac{D_{faj}}{2}$

$F_{EfcR}$  = Fuerza efectiva en cortador rotatorio [N]

Al mismo tiempo, la fuerza efectiva de corte  $F_{EfcR}$ , perpendicular al cortador rotatorio, puede descomponerse en coordenadas horizontales y verticales ("X" e "Y"), para descomponer dicha fuerza se usa el ángulo  $\emptyset_{PCR}$  como indicado en la figura 4.21, por último la fuerza  $F_{EfcR}$  está en función de la longitud efectiva  $L_{EfcR}$ :

- $F_{EfcR} = 2 \cdot L_{EfcR}$

$L_{EfcR}$  = Longitud efectiva de corte en cortador rotatorio [mm]

La determinación de las componentes de esta fuerza, se realiza mediante el ángulo de posición  $\emptyset_{PCR}$ :

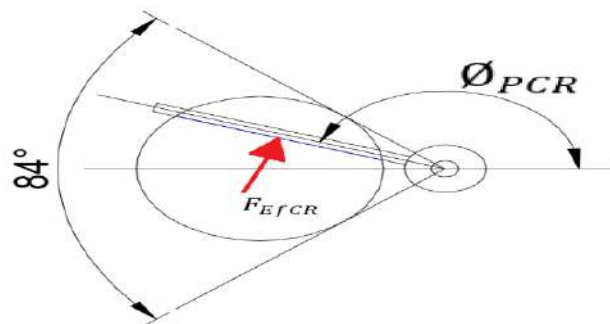


Figura 4.27.- Fuerza efectiva en cortador rotatorio y ángulo de posición.

Los componentes horizontales y verticales acorde a un sistema “X” e “Y” solo del cortador rotatorio en base al ángulo de posición  $\emptyset_{PCR}$  será:

- $F_{X-FeFCR} = F_{EfCR} \cdot \text{sen}(180^\circ - \emptyset_{PCR})$
- $F_{Y-FeFCR} = F_{EfCR} \cdot \text{cos}(|180^\circ - \emptyset_{PCR}|)$

$F_{X-FeFCR}$  = Fuerza producida en eje X del cortador rotatorio [N]

$F_{Y-FeFCR}$  = Fuerza producida en eje Y del cortador rotatorio [N]

La longitud efectiva de corte en cortador rotatorio, está en función del ángulo  $\emptyset_{PCR}$ , el cual va desde un mínimo hasta un máximo, por la geometría del diseño, estos valores son  $138^\circ$  y  $222^\circ$  con respecto al eje coordenado “X”, tomando un valor de 0 [mm] en  $138^\circ$  y  $222^\circ$  y un valor máximo de  $D_{cam}$  cuando el ángulo de posición es  $180^\circ$ :

- $L_{EfCR} = D_{cam} \cdot \text{sen}\left(\left(\frac{\emptyset_{PCR} - 138^\circ}{222^\circ - 138^\circ}\right) \cdot 180^\circ\right)$

$\emptyset_{PCR}$  = Ángulo de posición del cortador rotatorio [grados]

La mayor fuerza de tensiones en faja son generadas cuando la polea conducida es más pequeña, esto implica que exista una mayor flexión en el árbol 1, analizando el sistema de transmisión 1:

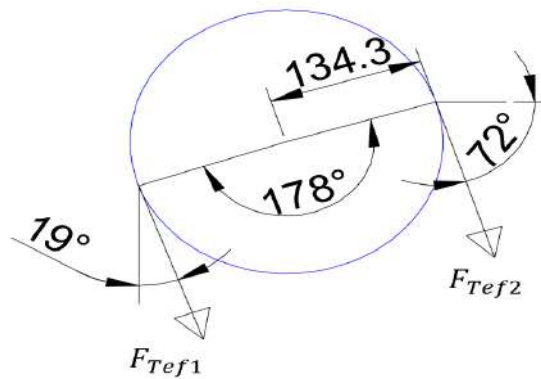


Figura 4.28.- Ángulos y tensiones en polea mayor de transmisión 3.

Los componentes horizontales y verticales acorde a un sistema “X” e “Y” solo de la polea será:

- $F_{X-PC} = F_{Tef1} \cdot \text{sen}(19^\circ) + F_{Tef2} \cdot \text{cos}(72^\circ)$

$$\bullet F_{Y-PC} = -(F_{Tef1} \cdot \cos(19^\circ) + F_{Tef2} \cdot \sin(72^\circ))$$

$F_{X-PC}$  = Fuerza producida en eje X de la polea conducida [N]

$F_{Y-PC}$  = Fuerza producida en eje Y de la polea conducida [N]

Bajo el sistema antes indicado, el valor que adquiere cada componente de tensión, fuerza de corte, longitudes efectivas, están en función del ángulo de posición  $\emptyset_{PCR}$ , para este caso el ángulo de contacto es  $182^\circ$ , simplificando esto en la ecuación para obtener el valor de la tensión secundaria en faja en función del ángulo de posición:

$$\bullet T_{orEf1} = F_{EfCR} \cdot 127 = F_{Tef2} (e^{\mu_r \cdot \Phi_{con}} - 1) \cdot \frac{D_{faj}}{2}$$

$T_{orEf1}$  = Torque efectivo en árbol 1 [N.mm]

De esta manera, en base al ángulo de posición, se puede determinar la tensión secundaria, con la tensión secundaria puede determinarse la tensión principal, con ambas tensiones puede determinarse el torque y las componentes en “X” e “Y”, con el mismo ángulo de posición puede determinarse las componentes provenientes del cortador rotatorio, finalmente puede obtenerse el sistema completo para hallar las flexiones en el eje, tabulando valores, para  $\emptyset_{PCR}$  cuando va desde los  $138^\circ$  hasta los  $222^\circ$ , con  $D_{faj} = 268 [mm]$ ;  $D_{cam} = 180 [mm]$ ;  $\mu_r = 0.5$  y  $\Phi_{con} = 182^\circ$ :

Tabla 4.22.- Fuerzas existentes aplicadas a árbol 1.

| $\emptyset_{PCR}$ | $L_{EfCR}$ | $F_{EfCR}$ | $F_{X-EfCR}$ | $F_{Y-EfCR}$ | $F_{Tef2}$ | $F_{Tef1}$ | $F_{X-PC}$   | $F_{Y-PC}$    | $T_{orEf1}$ |
|-------------------|------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|--------------|---------------|-------------|
| [°]               | [mm]       | [N]        | [N]          | [N]          | [N]        | [N]        | [N]          | [N]           | [N.mm]      |
| <b>138</b>        | 0.0        | 0.0        | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>   | 0.0        | 0.0        | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>    | 0.0         |
| <b>142</b>        | 26.8       | 53.7       | <b>33.0</b>  | <b>42.3</b>  | 13.3       | 64.2       | <b>25.0</b>  | <b>-73.4</b>  | 6814.2      |
| <b>146</b>        | 53.1       | 106.1      | <b>59.3</b>  | <b>88.0</b>  | 26.4       | 127.0      | <b>49.5</b>  | <b>-145.1</b> | 13476.2     |
| <b>150</b>        | 78.1       | 156.2      | <b>78.1</b>  | <b>135.3</b> | 38.9       | 186.9      | <b>72.9</b>  | <b>-213.7</b> | 19837.2     |
| <b>154</b>        | 101.4      | 202.8      | <b>88.9</b>  | <b>182.3</b> | 50.4       | 242.6      | <b>94.6</b>  | <b>-277.4</b> | 25755.0     |
| <b>158</b>        | 122.4      | 244.9      | <b>91.7</b>  | <b>227.0</b> | 60.9       | 293.0      | <b>114.2</b> | <b>-334.9</b> | 31097.5     |
| <b>162</b>        | 140.7      | 281.5      | <b>87.0</b>  | <b>267.7</b> | 70.0       | 336.8      | <b>131.3</b> | <b>-385.0</b> | 35745.3     |
| <b>166</b>        | 155.9      | 311.8      | <b>75.4</b>  | <b>302.5</b> | 77.5       | 373.0      | <b>145.4</b> | <b>-426.5</b> | 39594.7     |
| <b>170</b>        | 167.6      | 335.1      | <b>58.2</b>  | <b>330.0</b> | 83.4       | 401.0      | <b>156.3</b> | <b>-458.4</b> | 42559.5     |
| <b>174</b>        | 175.5      | 351.0      | <b>36.7</b>  | <b>349.1</b> | 87.3       | 419.9      | <b>163.7</b> | <b>-480.1</b> | 44573.7     |
| <b>178</b>        | 179.5      | 359.0      | <b>12.5</b>  | <b>358.8</b> | 89.3       | 429.5      | <b>167.4</b> | <b>-491.0</b> | 45592.2     |
| <b>180</b>        | 180.0      | 360.0      | <b>0.0</b>   | <b>360.0</b> | 89.5       | 430.7      | <b>167.9</b> | <b>-492.4</b> | 45720.0     |
| <b>182</b>        | 179.5      | 359.0      | <b>-12.5</b> | <b>358.8</b> | 89.3       | 429.5      | <b>167.4</b> | <b>-491.0</b> | 45592.2     |
| <b>186</b>        | 175.5      | 351.0      | <b>-36.7</b> | <b>349.1</b> | 87.3       | 419.9      | <b>163.7</b> | <b>-480.1</b> | 44573.7     |

|            |       |       |              |              |      |       |              |               |         |
|------------|-------|-------|--------------|--------------|------|-------|--------------|---------------|---------|
| <b>190</b> | 167.6 | 335.1 | <b>-58.2</b> | <b>330.0</b> | 83.4 | 401.0 | <b>156.3</b> | <b>-458.4</b> | 42559.5 |
| <b>194</b> | 155.9 | 311.8 | <b>-75.4</b> | <b>302.5</b> | 77.5 | 373.0 | <b>145.4</b> | <b>-426.5</b> | 39594.7 |
| <b>198</b> | 140.7 | 281.5 | <b>-87.0</b> | <b>267.7</b> | 70.0 | 336.8 | <b>131.3</b> | <b>-385.0</b> | 35745.3 |
| <b>202</b> | 122.4 | 244.9 | <b>-91.7</b> | <b>227.0</b> | 60.9 | 293.0 | <b>114.2</b> | <b>-334.9</b> | 31097.5 |
| <b>206</b> | 101.4 | 202.8 | <b>-88.9</b> | <b>182.3</b> | 50.4 | 242.6 | <b>94.6</b>  | <b>-277.4</b> | 25755.0 |
| <b>210</b> | 78.1  | 156.2 | <b>-78.1</b> | <b>135.3</b> | 38.9 | 186.9 | <b>72.9</b>  | <b>-213.7</b> | 19837.2 |
| <b>214</b> | 53.1  | 106.1 | <b>-59.3</b> | <b>88.0</b>  | 26.4 | 127.0 | <b>49.5</b>  | <b>-145.1</b> | 13476.2 |
| <b>218</b> | 26.8  | 53.7  | <b>-33.0</b> | <b>42.3</b>  | 13.3 | 64.2  | <b>25.0</b>  | <b>-73.4</b>  | 6814.2  |
| <b>222</b> | 0.0   | 0.0   | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>   | 0.0  | 0.0   | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>    | 0.0     |

El peor caso se da cuando el ángulo de posición toma el valor de  $180^\circ$ , genera las mayores fuerzas tanto en el eje “X” como en el eje “Y”, a continuación el diagrama de cuerpo libre con las fuerzas existentes y empotramientos:

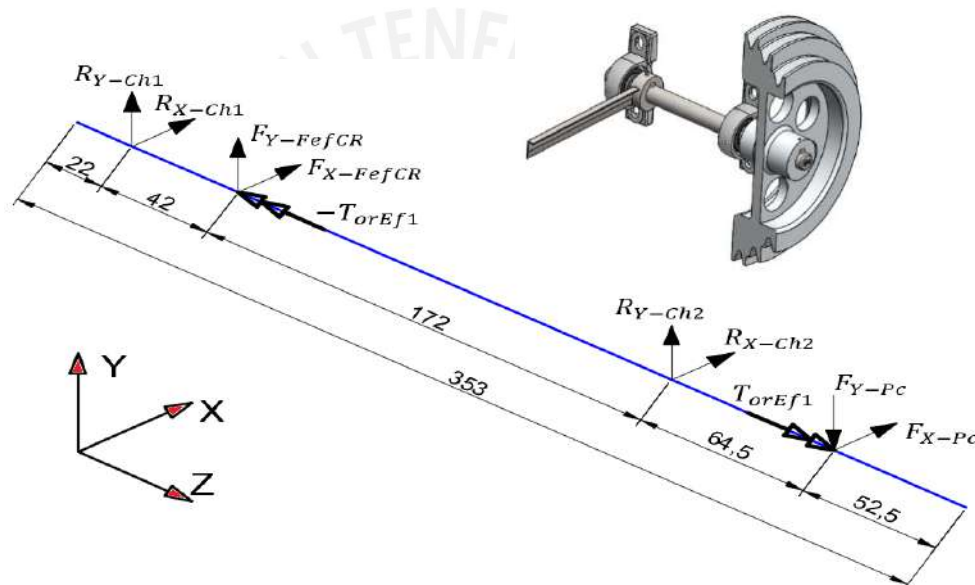


Figura 4.29.- Componentes en árbol 1 y DCL.

Donde:

$R_{Y-ch1}$  = Reacción en Y de chumacera 1 [N]

$R_{X-ch1}$  = Reacción en X de chumacera 1 [N]

$R_{Y-ch2}$  = Reacción en Y de chumacera 2 [N]

$R_{X-ch2}$  = Reacción en X de chumacera 2 [N]

La polea conducida es la unión de tres tipos de poleas, por lo que el peso de la polea, hecha de aluminio AA 1060-H18, con un peso aproximado de 10 [kg], por lo que se agregara 100 [N] en la fuerza en eje “Y” de la polea, realizando los diagramas de momento cortante y flector en el plano “Y-Z” y “X-Z”:

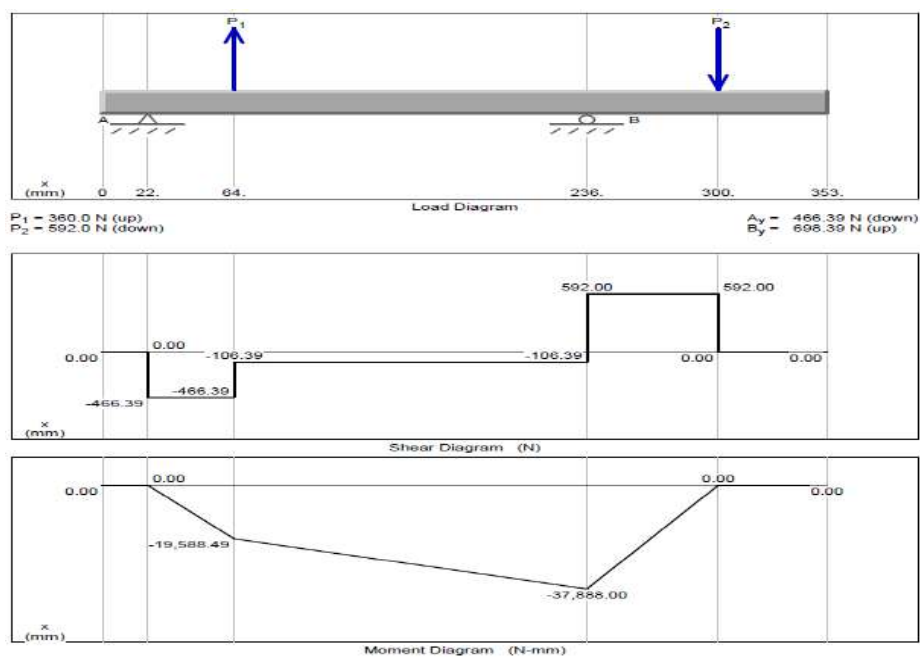


Figura 4.30.- Diagramas de árbol 1 en plano “Y-Z”.

El máximo momento flector es de 37888 [N.mm] para este plano, las reacciones respectivas en las chumaceras, respectivamente son  $R_{Y-ch1} = -466$  [N] y  $R_{Y-ch2} = 698$  [N].

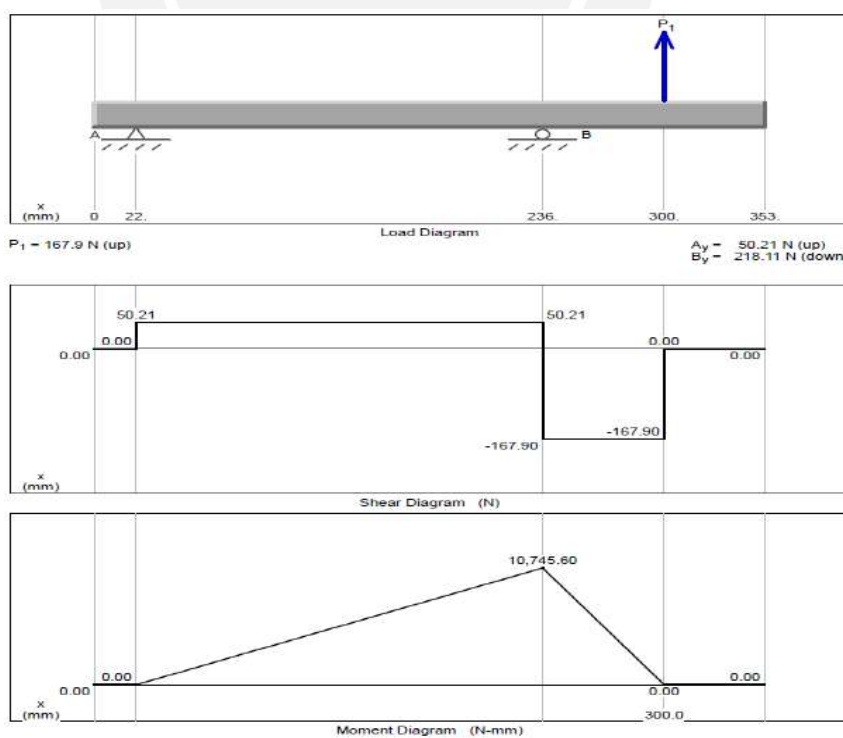


Figura 4.31.- Diagramas de árbol 1 en plano “X-Z”.

El máximo momento flector es de 10745 [N.mm] para este plano, las reacciones respectivas en las chumaceras, respectivamente son  $R_{X-Ch1} = 50$  [N] y  $R_{X-Ch2} = -218$  [N].

Los momentos flectores se dan en el mismo punto en la chumacera 2, dando una resultante de 39382 [N.mm], al mismo tiempo, aquí existe el momento torsor efectivo, que es de 45720 [N.mm], la resistencia a la fluencia, es el combinatorio de ambos efectos, de la misma manera se realiza la resistencia a la fatiga, se elige una sección circular de 25 [mm] de diámetro, en esta sección no hay concentradores:

\*Resistencia a la fluencia:

- $\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_{nor})^2 + 3 \cdot (\tau)^2}$

- $FS_{flu} = \sigma_{eq} / (\sigma_{flu})$

$\sigma_{eq}$  = Esfuerzo equivalente [Mpa]

$FS_{flu}$  = Factor de seguridad a la fluencia

$\sigma_{nor}$  = Esfuerzo normal [Mpa]

$\tau$  = Esfuerzo cortante [Mpa]

$\sigma_{flu}$  = Esfuerzo de fluencia del material [Mpa]

\*Resistencia a la fatiga:

- $\sigma'_{eq.a} = \sqrt{(\sigma'_{fa})^2 + 3 \cdot (\tau'_a)^2}$

- $\sigma_{eq.m} = \sqrt{(\sigma_{fm})^2 + 3 \cdot (\tau_m)^2}$

- $\sigma'_{fa} = \frac{\sigma_{fa} \cdot B_{conf}}{C_{tamf} \cdot C_{supf} \cdot C_{temf} \cdot C_{tcarf} \cdot C_{conf}}$

- $\tau'_a = \frac{\tau_a \cdot B_{cont}}{C_{tamf} \cdot C_{supt} \cdot C_{temf} \cdot C_{tcart} \cdot C_{cont}}$

- $FS_{fat} = 1 / \left( \frac{\sigma'_{fa}}{\sigma_{FAL}} + \frac{\sigma_{med}}{\sigma_B} \right)$

$FS_{fat}$  = Factor de seguridad a la fatiga

$\sigma'_{eq.a}$  = Esfuerzo equivalente alternante [Mpa]

$\sigma'_{fa}$  = Esfuerzo alternante normal de flexión modificado [Mpa]



$\sigma_{fa}$  = Esfuerzo alternante de flexión [Mpa]

$\tau'_a$  = Esfuerzo cortante alternante modificado [Mpa]

$\tau_a$  = Esfuerzo cortante alternante [Mpa]

$\sigma_{eq.m}$  = Esfuerzo equivalente medio [Mpa]

$\sigma_{fm}$  = Esfuerzo medio de flexión [Mpa]

$\tau_m$  = Esfuerzo cortante medio [Mpa]

Tabla 4.23.- Resistencia a la fluencia en árbol 1.

| Descripción                       | Nomenclatura   | Valor    | unidades           |
|-----------------------------------|----------------|----------|--------------------|
| Diámetro de eje                   | -              | 25.00    | [mm]               |
| Módulo de sección                 | -              | 1533.98  | [mm <sup>3</sup> ] |
| Modulo polar de sección           | -              | 3067.96  | [mm <sup>3</sup> ] |
| Momento flector                   | -              | 39382.00 | [N.mm]             |
| Torque                            | -              | 45720.00 | [N.mm]             |
| Esfuerzo normal de flexión        | $\sigma_{nor}$ | 25.67    | [Mpa]              |
| Esfuerzo cortante                 | $\tau$         | 14.90    | [Mpa]              |
| Esfuerzo Equivalente              | $\sigma_{eq}$  | 36.41    | [Mpa]              |
| Esfuerzo límite de fluencia       | $\sigma_{flu}$ | 600.00   | [Mpa]              |
| Factor de seguridad a la fluencia | $FS_{flu}$     | 16.48    |                    |

Tabla 4.24.- Resistencia a la fatiga en árbol 1.

| Descripción                               | Nomenclatura  | Valor   | unidades           |
|-------------------------------------------|---------------|---------|--------------------|
| Diámetro de eje                           | -             | 25.00   | [mm]               |
| Módulo de sección                         | -             | 1533.98 | [mm <sup>3</sup> ] |
| Modulo polar de sección                   | -             | 3067.96 | [mm <sup>3</sup> ] |
| Esfuerzo alternante de flexión            | $\sigma_{fa}$ | 25.67   | [Mpa]              |
| Esfuerzo cortante alternante              | $\tau_a$      | 14.90   | [Mpa]              |
| Concentrador de esfuerzo a la flexión     | $B_{conf}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tamaño a la flexión        | $C_{tamf}$    | 0.82    | -                  |
| Coeficiente de superficie a la flexión    | $C_{supf}$    | 0.95    | -                  |
| Coeficiente de temperatura a la flexión   | $C_{temf}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tipo de carga a la flexión | $C_{tcarf}$   | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de confiabilidad a la flexión | $C_{conf}$    | 0.81    | -                  |
| Concentrador de esfuerzo al corte         | $B_{cont}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tamaño al corte            | $C_{tamt}$    | 0.82    | -                  |
| Coeficiente de superficie al corte        | $C_{supt}$    | 0.95    | -                  |
| Coeficiente de temperatura al corte       | $C_{temt}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tipo de carga al corte     | $C_{tcart}$   | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de confiabilidad al corte     | $C_{cont}$    | 0.81    | -                  |

|                                           |                  |               |       |
|-------------------------------------------|------------------|---------------|-------|
| Esfuerzo alternante de flexión modificado | $\sigma'_{fa}$   | 40.69         | [Mpa] |
| Esfuerzo cortante alternante modificado   | $\tau'_a$        | 23.62         | [Mpa] |
| Esfuerzo equivalente alternante           | $\sigma'_{eq.a}$ | <b>57.70</b>  | [Mpa] |
| Esfuerzo límite alternante                | $\sigma_{FAL}$   | <b>382.50</b> | [Mpa] |
| Esfuerzo de flexión medio                 | $\sigma_{fm}$    | 0.00          | [Mpa] |
| Esfuerzo cortante medio                   | $\tau_m$         | 0.00          | [Mpa] |
| Esfuerzo equivalente medio                | $\sigma_{eq.m}$  | <b>0.00</b>   | [Mpa] |
| Esfuerzo límite de rotura                 | $\sigma_B$       | <b>850.00</b> | [Mpa] |
| Factor de seguridad a la fatiga           | $FS_{fat}$       | <b>6.63</b>   |       |

Es por consiguiente seleccionado el material y dimensión del árbol 1, un eje de 25 [mm] de diámetro de un material de acero inoxidable AISI 431 con acabado superficial de 10 [ $\mu\text{m}$ ] y una longitud de 353 [mm], es corroborado que el árbol resiste tanto a fluencia como a fatiga.

#### 4.8 Calculo de árbol 2

El árbol 2 se calcula con el torque generado del motor cuando consume 5.6 [hp] a 870 [rpm], el cual es 45.8 [N.m], para encontrar las componentes de tensión se usa la polea motriz de menor diámetro, es decir la de 165 [mm], similar al cálculo anterior, se determina las componentes de tensiones en la transmisión 3:

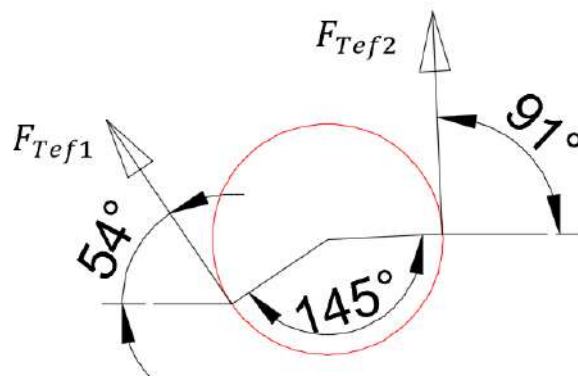


Figura 4.32.- Ángulos y tensiones en polea menor de transmisión 1.

La relación existente entre fuerzas y el torque efectivo es:

- $T_{orEf1} = F_{Tef2} (e^{\mu_r \cdot \Phi_{con}} - 1) \cdot \frac{D_{faj}}{2}$
- $\frac{F_{Tef1}}{F_{Tef2}} = e^{\mu_r \cdot \Phi_{con}}$

El torque existente a 45.8 [N.m], para el diámetro de polea de 165 [mm] y un ángulo de contacto de 145°, puede deducirse las fuerzas tangenciales de faja:

$$F_{Tef2} = 218.1 \text{ [N]} \rightarrow F_{Tef1} = 773.0 \text{ [N]}$$

Trasladando estas fuerzas al centro de la polea, estas generan las componentes de -450 [N] en el eje “X” (horizontal) y 843 [N] en el eje “Y” (vertical).

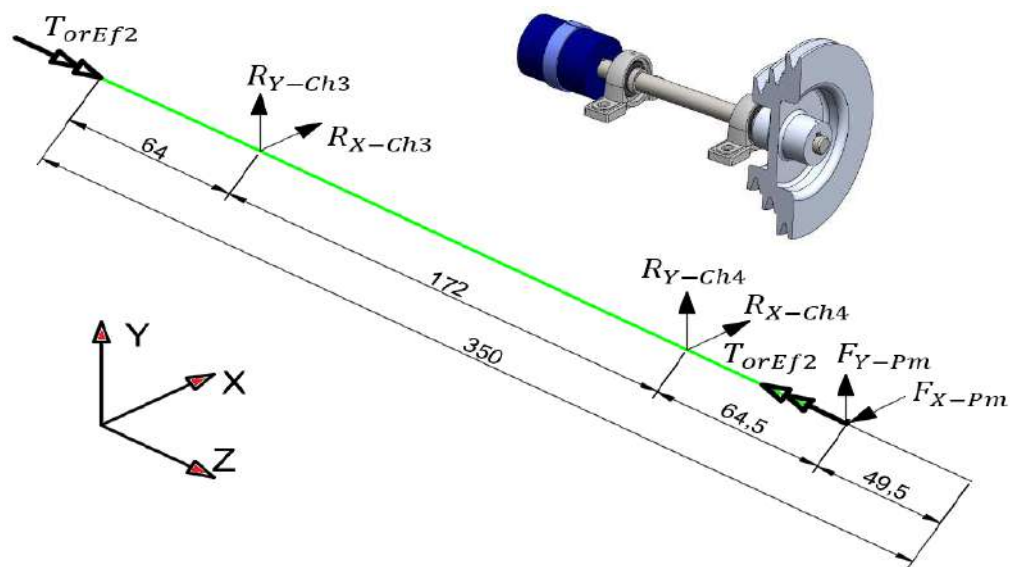


Figura 4.33.- Componentes en árbol 2 y DCL.

Donde:

$R_{Y-ch3}$  = Reacción en Y de chumacera 3 [N]

$R_{X-ch3}$  = Reacción en X de chumacera 3 [N]

$R_{Y-ch4}$  = Reacción en Y de chumacera 4 [N]

$R_{X-ch4}$  = Reacción en X de chumacera 4 [N]

$F_{X-pm}$  = Fuerza producida en eje X de la polea motriz [N]

$F_{Y-pm}$  = Fuerza producida en eje Y de la polea motriz [N]

$T_{orEf2}$  = Torque efectivo en árbol 2 [N.mm]

Considerando que la polea motriz tiene un peso de 5 [Kg], el diagrama de momentos flectores y cortantes:

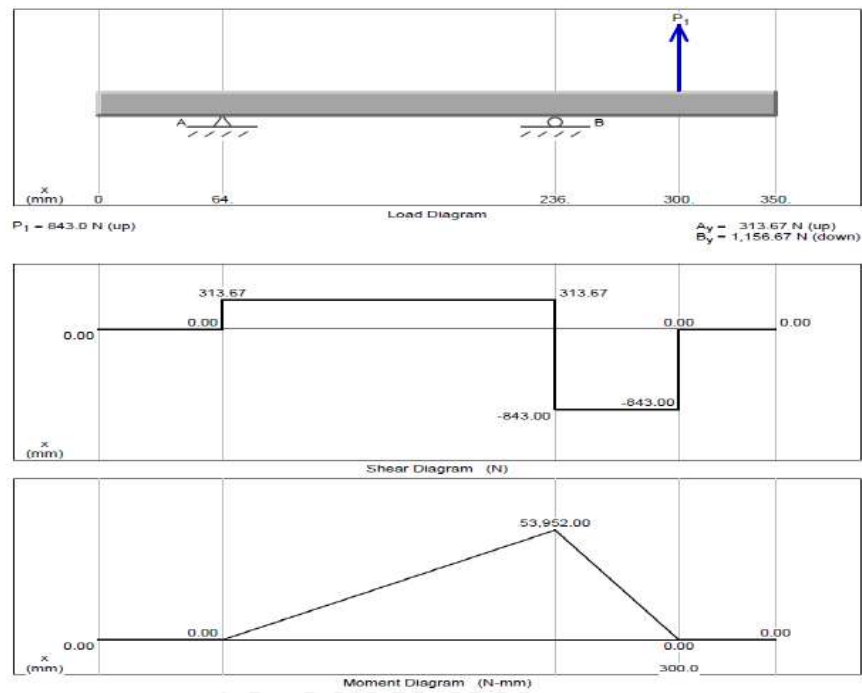


Figura 4.34.- Diagramas de árbol 2 en plano “Y-Z”.

El máximo momento flector es de 53952 [N-mm], las reacciones en las chumaceras son  $R_{Y-ch3} = 313$  [N] y  $R_{Y-ch4} = -1156$  [N].

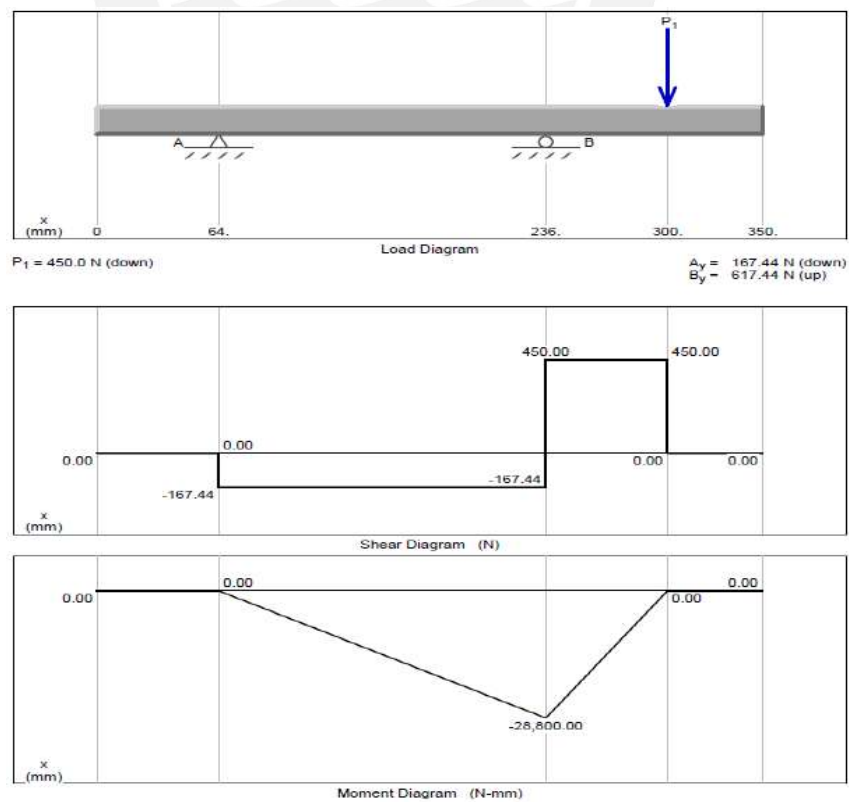


Figura 4.35.- Diagramas de árbol 2 en plano “X-Z”.

El máximo momento flector es de 28800 [N-mm], las reacciones en las chumaceras son  $R_{X-ch3} = -167$  [N] y  $R_{X-ch4} = 617$  [N]

La resultante de ambos momentos es de 61157 [N.mm], con un torque efectivo de 45800 [N.mm], calculando la resistencia a la fluencia y fatiga:

Tabla 4.25.- Resistencia a la fluencia en árbol 2.

| Descripción                       | Nomenclatura   | Valor    | unidades           |
|-----------------------------------|----------------|----------|--------------------|
| Diámetro de eje                   | -              | 25.00    | [mm]               |
| Módulo de sección                 | -              | 1533.98  | [mm <sup>3</sup> ] |
| Modulo polar de sección           | -              | 3067.96  | [mm <sup>3</sup> ] |
| Momento flector                   | -              | 61157.00 | [N.mm]             |
| Torque                            | -              | 45800.00 | [N.mm]             |
| Esfuerzo normal de flexión        | $\sigma_{nor}$ | 39.87    | [Mpa]              |
| Esfuerzo cortante                 | $\tau$         | 14.93    | [Mpa]              |
| Esfuerzo Equivalente              | $\sigma_{eq}$  | 47.52    | [Mpa]              |
| Esfuerzo límite de fluencia       | $\sigma_{flu}$ | 600.00   | [Mpa]              |
| Factor de seguridad a la fluencia | FS             | 12.6     |                    |

Tabla 4.26.- Resistencia a la fatiga en árbol 2.

| Descripción                               | Nomenclatura   | Valor   | unidades           |
|-------------------------------------------|----------------|---------|--------------------|
| Diámetro de eje                           | -              | 25.00   | [mm]               |
| Módulo de sección                         | -              | 1533.98 | [mm <sup>3</sup> ] |
| Modulo polar de sección                   | -              | 3067.96 | [mm <sup>3</sup> ] |
| Esfuerzo alternante de flexión            | $\sigma_{fa}$  | 39.87   | [Mpa]              |
| Esfuerzo cortante alternante              | $\tau_a$       | 14.93   | [Mpa]              |
| Concentrador de esfuerzo a la flexión     | $B_{conf}$     | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tamaño a la flexión        | $C_{tamf}$     | 0.82    | -                  |
| Coeficiente de superficie a la flexión    | $C_{supf}$     | 0.95    | -                  |
| Coeficiente de temperatura a la flexión   | $C_{temf}$     | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tipo de carga a la flexión | $C_{tcarf}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de confiabilidad a la flexión | $C_{conf}$     | 0.81    | -                  |
| Concentrador de esfuerzo al corte         | $B_{cont}$     | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tamaño al corte            | $C_{tamt}$     | 0.82    | -                  |
| Coeficiente de superficie al corte        | $C_{supt}$     | 0.95    | -                  |
| Coeficiente de temperatura al corte       | $C_{temt}$     | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de tipo de carga al corte     | $C_{tcart}$    | 1.00    | -                  |
| Coeficiente de confiabilidad al corte     | $C_{cont}$     | 0.81    | -                  |
| Esfuerzo alternante de flexión modificado | $\sigma'_{fa}$ | 63.18   | [Mpa]              |
| Esfuerzo cortante alternante modificado   | $\tau'_a$      | 23.66   | [Mpa]              |

|                                 |                  |               |       |
|---------------------------------|------------------|---------------|-------|
| Esfuerzo equivalente alternante | $\sigma'_{eq.a}$ | <b>75.31</b>  | [Mpa] |
| Esfuerzo limite alternante      | $\sigma_{FAL}$   | <b>382.50</b> | [Mpa] |
| Esfuerzo de flexión medio       | $\sigma_{fm}$    | 0.00          | [Mpa] |
| Esfuerzo cortante medio         | $\tau_m$         | 0.00          | [Mpa] |
| Esfuerzo equivalente medio      | $\sigma_{eq.m}$  | <b>0.00</b>   | [Mpa] |
| Esfuerzo límite de rotura       | $\sigma_B$       | <b>850.00</b> | [Mpa] |
| Factor de seguridad a la fatiga | $FS_{fat}$       | <b>5.08</b>   |       |

Es por consiguiente seleccionado el material y dimensión del árbol 2, un eje de 25 [mm] de diámetro de un material de acero inoxidable AISI 431 con acabado superficial de 10 [ $\mu$ m] y una longitud de 350 [mm], con estos datos, el árbol resiste tanto a fluencia como a fatiga.

#### 4.9 Uniones entre arboles

La presente sección, evalúa la conexión por chaveta que existe entre los árboles y las poleas de faja en V, también la conexión por acople que debe existir entre el árbol 2 y el motor eléctrico.

##### 4.9.1 Acoplamiento entre árbol 2 y el motor eléctrico

El acoplamiento se elige por la dimensión de mayor diámetro de eje, en este caso, la del motor es de 42 [mm] de diámetro, el torque efectivo en este árbol, es de 45.8 [N.m], eligiendo un acople elástico, con elastómero de uretano, es seleccionado el acople de la marca Lovejoy, el modelo L.110, el cual también es pavonado para prevenir contaminación, con el elastómero indicado puede soportar un par máximo de 134 [N.m], el cual garantiza un factor de seguridad 2.92, además se elige este acople porque puede admitir un agujero máximo de 42 [mm].

##### 4.9.2 Chavetas en arboles

La unión entre árboles y cubos será mediante chavetas acorde a norma DIN 6885A, chavetas paralelas de extremos redondeados, se realizara dos comprobaciones, por aplastamiento y al corte:

$$\bullet \quad P_{apl} = \frac{2.T_{orEf}}{d_{arb}.p_{ofc}.L_{cha}}$$

$P_{apl}$  = Presión de aplastamiento [Mpa]

$T_{orEf}$  = Torque efectivo [N.mm]

$d_{arb}$  = Diámetro de árbol [mm]

$p_{ofc}$  = Profundidad de chaveta [mm]

$L_{cha}$  = Longitud efectiva de chaveta [mm]

La presión de aplastamiento, es la correspondiente al material más débil de las uniones, por lo que se tiene la unión entre aceros y con aluminio, debido a las poleas.

Tabla 4.27.- Presiones de chavetas en árboles.

| Unión                   | Diámetro de árbol | Torque efectivo | Profundidad de chaveta | Longitud efectiva de chaveta | Presión | Presión admisible | Factor de seguridad |
|-------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|---------|-------------------|---------------------|
|                         | [mm]              | [N.mm]          | [mm]                   | [mm]                         | [Mpa]   | [Mpa]             |                     |
| árbol1-polea            | 25                | 45720           | 3.5                    | 50                           | 20.90   | 28                | 1.34                |
| árbol1-navaja rotatoria | 25                | 45720           | 3.5                    | 30                           | 34.83   | 90                | 2.58                |
| árbol2-polea            | 25                | 45800           | 3.5                    | 50                           | 20.94   | 28                | 1.34                |
| árbol2-acople           | 25                | 45800           | 3.5                    | 30                           | 34.90   | 90                | 2.58                |

$$\bullet \quad \tau_{adm} = \frac{2.T_{orEf}}{d_{arb}.b_{cha}.L_{cha}}$$

$\tau_{adm}$  = Esfuerzo admisible al corte [Mpa]

$b_{cha}$  = Base de la chaveta [mm]

La comprobación al corte con acero AISI 304, según criterio de límite de esfuerzo cortante según Von Mises es:

Tabla 4.28.- Esfuerzos cortantes de chavetas en árboles.

| Unión                   | Diámetro de árbol | base de chaveta | Longitud efectiva de chaveta | Torque efectivo | Esfuerzo corte | Esfuerzo admisible | Factor de seguridad |
|-------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------|
|                         | [mm]              | [mm]            | [mm]                         | [N.mm]          | [Mpa]          | [Mpa]              |                     |
| árbol1-polea            | 25                | 8               | 50                           | 45720           | 9.14           | 121                | 13.2                |
| árbol1-navaja rotatoria | 25                | 8               | 30                           | 45720           | 15.24          | 121                | 7.9                 |
| árbol2-polea            | 25                | 8               | 50                           | 45800           | 9.16           | 121                | 13.2                |
| árbol2-acople           | 25                | 8               | 30                           | 45800           | 15.27          | 121                | 7.9                 |

#### 4.10 Selección de rodajes, chumaceras y lubricante

Las resultantes de la suma vectorial de las componentes en eje “X” y eje “Y” de las chumaceras, acorde a las reacciones en los soportes de los árboles; son las cargas radiales equivalentes para rodamientos insertables de bolas, los rodajes y chumaceras deben ser de acero inoxidable. La duración de rodajes, en horas, acorde a norma ISO 281 para rodamientos de bolas, debe ser tal que:

$$\bullet \quad L_{10h} = \frac{16666}{n_{rev}} \left( \frac{C_{apc}}{P_{die}} \right)^3$$

$L_{10h}$  = Duración nominal [hr]

$n_{rev}$  = Velocidad de giro del rodaje [rpm]

$C_{apc}$  = Capacidad de carga dinámica [N]

$P_{die}$  = Carga dinámica equivalente [N]

Calculando para los rodajes con chumacera de marca BEA y código B-UCP-205, con prisioneros de sujeción para eje:

Tabla 4.29.- Duración de rodamientos.

| Chumacera   | $P_{die}$<br>[N] | $C_{apc}$<br>[N] | $n_{rev}$<br>[rpm] | $L_{10h}$<br>[hr] |
|-------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Chumacera 1 | 469              | 10780            | 836                | 242587            |
| Chumacera 2 | 731              | 10780            | 836                | 63868             |
| Chumacera 3 | 355              | 10780            | 870                | 537461            |
| Chumacera 4 | 1310             | 10780            | 870                | 10666             |

Las capacidades de cargas para rodamientos más pequeños no difieren mucho a las utilizadas, por lo que el rodamiento seleccionado puede cumplir con la exigencia, para seleccionar la viscosidad de lubricante, es necesario usar los diagramas de trabajos en base a las dimensiones del rodamiento y velocidad de giro para rodamientos:



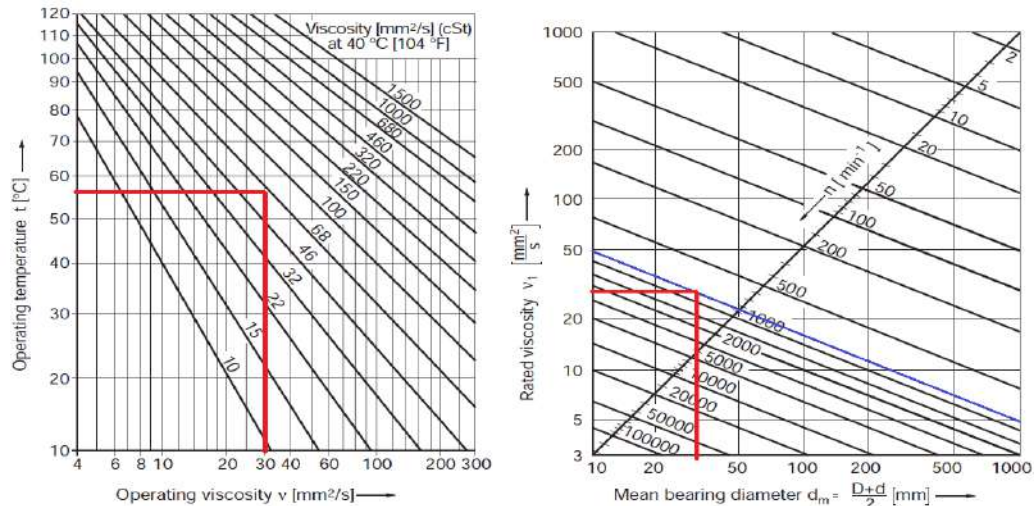


Figura 4.36.- Selección de viscosidad base para grasa de rodajes <sup>18</sup>.

El lubricante, a temperatura de trabajo no mayor de 60 [°C], debe tener una viscosidad ISO VG de 68 [cst] como mínimo, es seleccionada la grasa de grado alimenticio Nevastane XS 80 de la marca Total, con una viscosidad muy próxima a la requerida.

#### 4.11 Cálculos estructurales

Los cálculos estructurales, sirven para corroborar el funcionamiento de la estructura de la máquina cortadora de Racachas, este elemento soportara la masa de los componentes internos, las Racachas vertidas y las fuerzas existentes en el corte, como reacciones de las chumaceras debido a las fuerzas de corte, para el cálculo estructural metálico, las consideraciones del cálculo son las siguientes:

- Los perfiles estructurales trabajan usando sus momentos de inercia con los ejes respectivos.
- Se considera el peso propio de la estructura.
- Se considera la masa de los componentes tales como cilindros neumáticos, motor eléctrico, masa de Racachas vertidas en tolva.
- Las fuerzas a considerar son los efectos de las reacciones de las chumaceras.

<sup>18</sup> Figura extraída del catálogo de “Lubricación de Rodamientos”, de FAG, Publ. N° WL 81 115/4 SB.

- Se consideran las cargas máximas para el diseño, fuerza máxima de corte y su reacción máxima en chumaceras.
- La estructura esta empotrada en sus patas, por lo que los desplazamientos son nulos y se consideran resistentes a momentos.
- El material de la estructura es acero inoxidable AISI 304, con tubos acorde a norma ASTM A-554 de 25.4x25.4x1.5 [mm].
- Las uniones entre elementos se consideran rígidas dado que serán soldadas.

El modelo de la estructura se realiza mediante el software “Solidworks 2016” y es analizado con el método de los elementos finitos, para el cálculo de esfuerzos axiales y de flexión, se realiza el respectivo enmallado y se determina el factor de seguridad correspondiente en la estructura el cual es la relación del esfuerzo existente en un punto de la estructura y el limite fluencia del acero AISI 304 (215 [Mpa] para este caso).

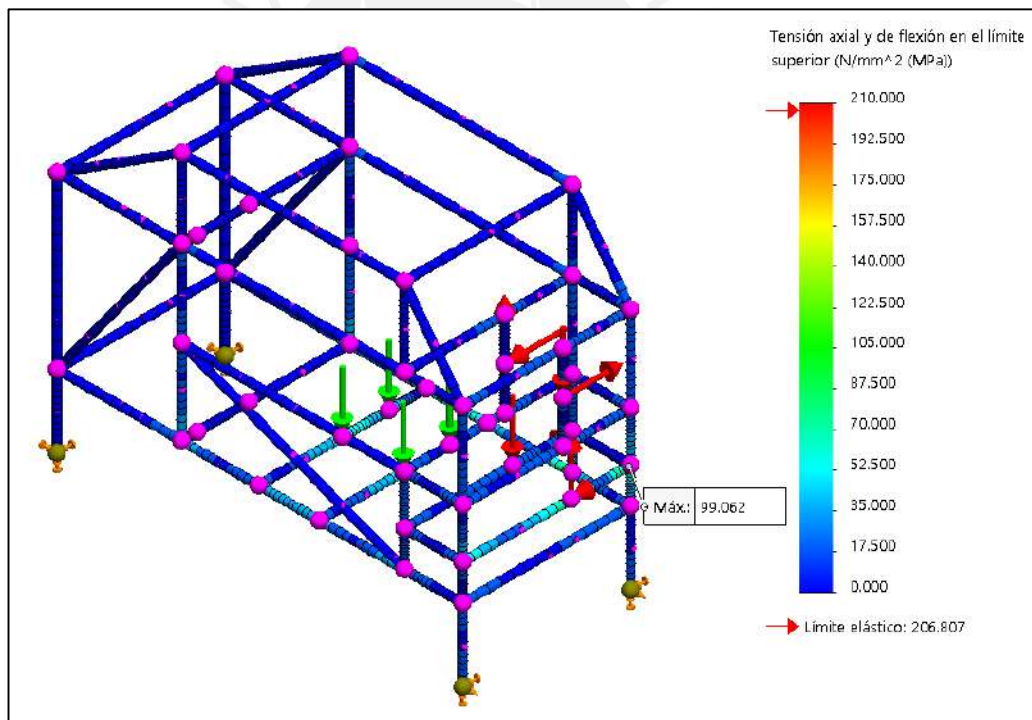


Figura 4.37.- Esfuerzos resultantes en la estructura en caso crítico.

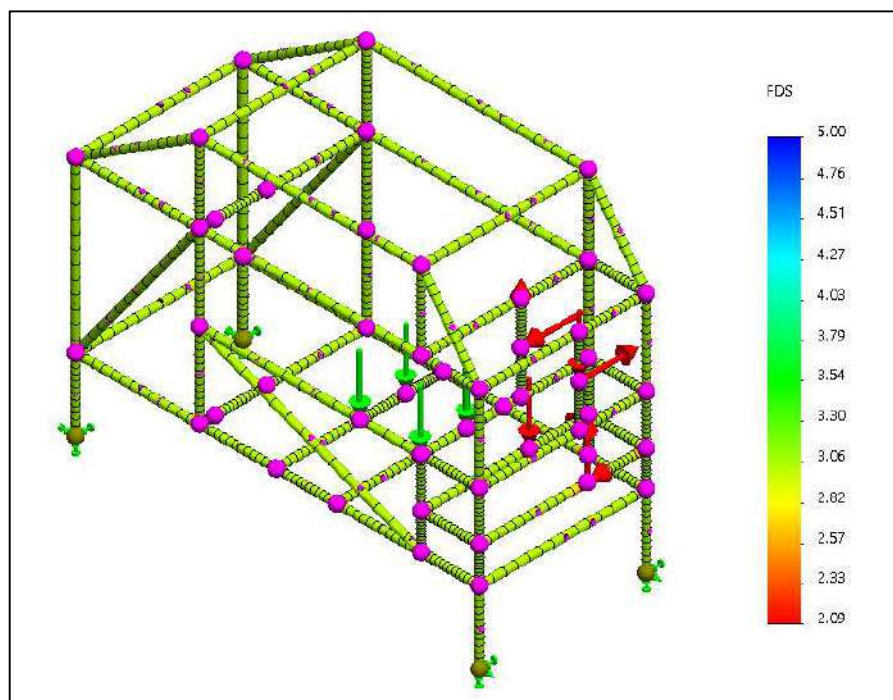


Figura 4.38.- Factores de seguridad de la estructura.

En el análisis es encontrado que el máximo esfuerzo es de 99.06 [Mpa], con este esfuerzo máximo, el mínimo factor de seguridad existente es de 2.17, lo que garantiza que la estructura trabajara en las peores condiciones de diseño.

#### 4.12 Análisis de miembro más esforzado y validación de elementos finitos.

Acorde al análisis, el punto más esforzado es de 99 [Mpa], este miembro soporta la chumacera 4, la cual ejerce una fuerza vertical de 1156 [N] y una fuerza axial de 617 [N],

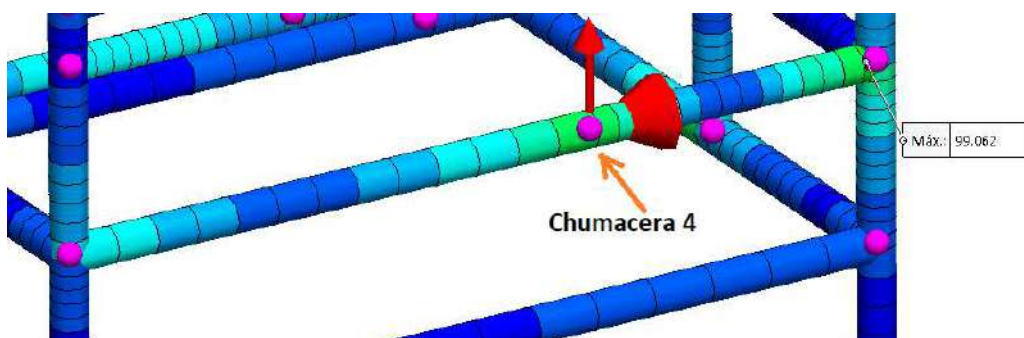


Figura 4.39.- Miembro estructural más solicitado.

El miembro está sometido a flexión y una fuerza axial, el miembro que soporta la chumacera 4 tiene una longitud de 550 [mm] y las fuerzas vertical y axial ejercidas en dicha chumacera se ubican a 360 [mm] del origen relativo (nodo izquierdo acorde a la imagen anterior), realizando el respectivo diagrama de momento flector, cortante y esfuerzo normal:

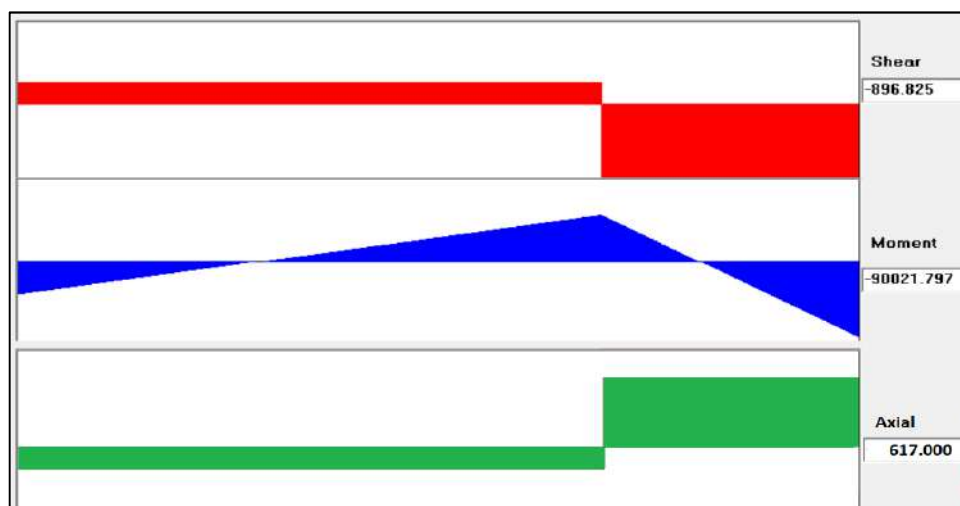


Figura 4.40.- Diagramas de miembro estructural más solicitado.

El miembro estructural es un tubo cuadrado de 25.4x25.4x1.5 [mm], el cual tiene un área de sección de 135 [mm<sup>2</sup>] y un momento de inercia de 12392 [mm<sup>4</sup>], es calculado los esfuerzos por flexión y tracción en el punto más crítico:

Tabla 4.30.- Esfuerzos en miembro estructural más solicitado.

| Descripción                     | Valor        | unidades           |
|---------------------------------|--------------|--------------------|
| Momento flector                 | 90021.00     | [N.mm]             |
| Momento de inercia              | 12392.00     | [mm <sup>4</sup> ] |
| Distancia de fibra a eje neutro | 12.70        | [mm]               |
| Esfuerzo por flexión            | <b>92.26</b> | [Mpa]              |
| Fuerza axial                    | 617.00       | [N]                |
| Área de sección                 | 135.03       | [mm <sup>2</sup> ] |
| Esfuerzo por tracción           | <b>4.57</b>  | [Mpa]              |
| Suma de esfuerzos normales      | <b>96.83</b> | [Mpa]              |

El resultado es 96.83 [Mpa], el encontrado por el método FEM en el mismo punto del subcapítulo anterior era de 99 [Mpa], lo cual es un error de 2.2%, con lo cual se considera que el método FEM refleja los correctos resultados.

#### 4.13 Automatización y control de componentes.

Tanto el motor eléctrico como el sistema neumático, están controlados eléctricamente, el motor eléctrico usa una fuente de 380 voltios trifásico y 60 [hz] de frecuencia, mientras que el sistema neumático trabaja con 24 voltios de corriente continua, por lo que la alimentación de ambos sistemas no es compatible entre sí, y esta alimentación se debe realizar externamente dado que estos no son seleccionados en la presente investigación, los diagramas eléctricos del motor eléctrico y el circuito de control neumático están indicados en los planos “MCR-DG-01” y “MCR-DG-02” respectivamente, los funcionamientos y secuencia de trabajo son indicados a continuación:

**-Sistema del motor eléctrico:** Consta de un guarda motor, el cual debe estar activado para poder energizar los circuitos de control y potencia, el paro de emergencia debe estar desactivado, se activa un pulsador para dar inicio al funcionamiento del motor y a la vez se activara el piloto de encendido del motor, en caso se deba apagar el sistema, se presionara el pulsador de paro, activando el piloto rojo de paro mientras se mantenga pulsado este botón, de esta manera el sistema se reinicia, el paro de emergencia, en caso de activarse, encenderá el piloto de paro.

**-Sistema neumático:** Consta de un paro de emergencia el cual debe estar desenganchado para dar inicio al sistema, se presiona un solo pulsador, al iniciar el sistema, conforme los pistones se vayan encendiendo, lo harán también sus respectivos pilotos, esto para ver que pistón está funcionando, una vez culminado el ciclo de trabajo, el sistema se auto reinicia automáticamente, en caso se requiera forzar el reinicio del sistema, se presiona un pulsador rojo de paro, el cual des energiza todo el circuito neumático retornándolo a su posición inicial.

El mando de control debe tener una configuración similar a la mostrada en la imagen 4.41, el cual es una idealización de que componentes son mostrados y son operables en el tablero de control general:

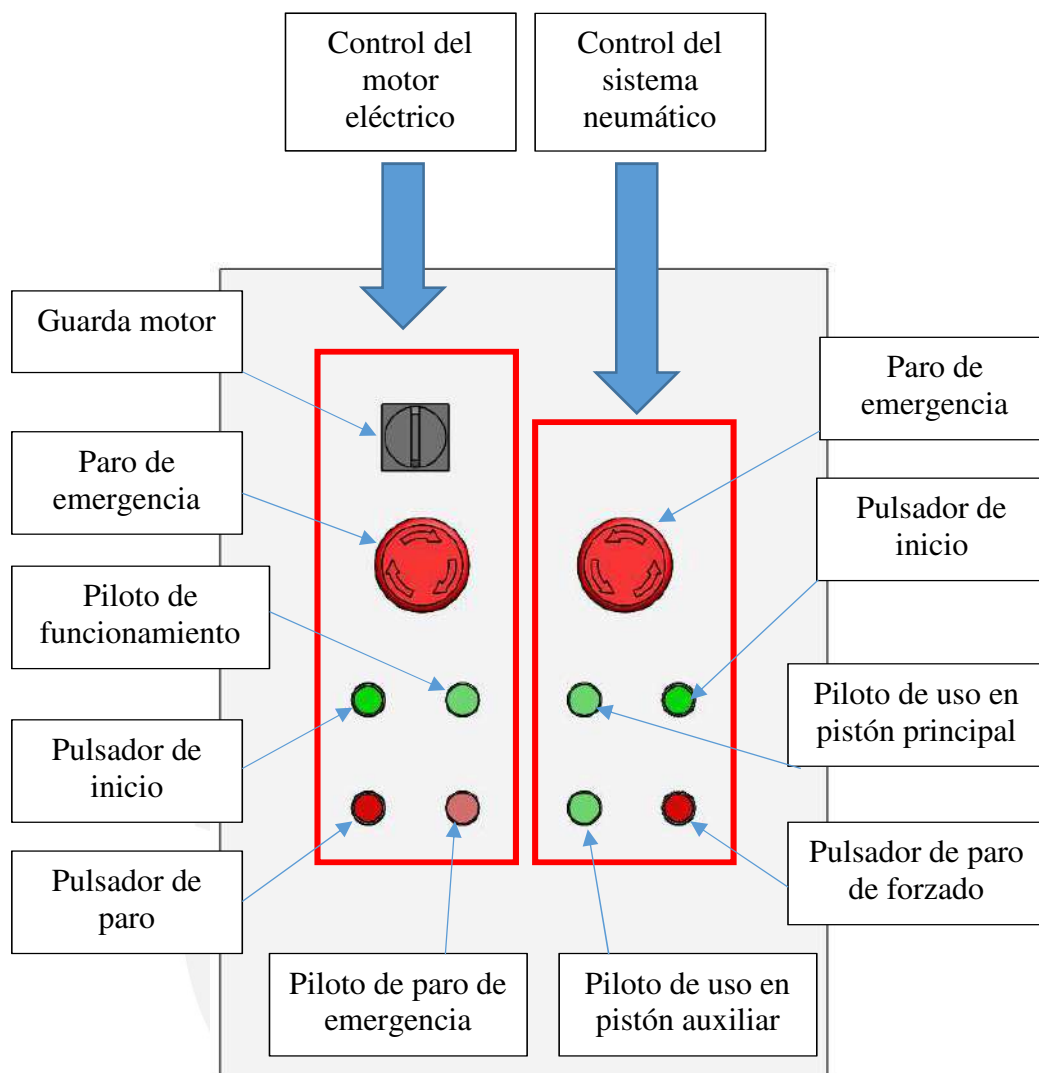


Figura 4.41.- Mando de control.

## **CAPÍTULO 5**

### **5. COSTOS DEL PROYECTO**

En el presente capítulo se muestra la lista de componentes que conforman la máquina para cortar Racachas, estos serán las estructuras y piezas fabricadas, como las adquiridas de diversos proveedores, de tal manera que se establezca el precio costo relativo de la máquina, se considera un tipo de cambio de dólar a soles de 3.3 y además no se consideraran impuestos.

#### **5.1 División de componentes en partidas**

Los costos son determinados acorde al tipo de fabricación y proveniencia del componente, por lo que es propuesto subdividir los componentes en partidas:

- Árboles y Chavetas: conformado por los arboles de transmisión y las chavetas necesarias para acoplarse a los diversos componentes como poleas y navaja.
- Pernería: Diferentes elementos de unión, comprende pernos, tuercas y prisioneros de sujeción que no vengan incluidos en algún kit o componente adquirido.
- Fabricaciones conformadas: Elementos fabricados con metal, estructuras, bastidor, piezas de máquina, partes metálicas.
- Navajas: Son las navajas fabricadas, la navaja larga y la rotatoria.
- Laines antifricción: Laines hechas de teflón para el deslizamiento del cortador auxiliar.
- Poleas: son las dos poleas de aluminio para el cortador rotatorio.

- Equipos y accesorios de potencia: Componentes como la faja en V, rodamientos, acoples, entre otros que son adquiridos.
- Sistema eléctrico: Incluye los conductores eléctricos, contactores, pulsadores, entre otros propios del sistema eléctrico para controlar el motor eléctrico y el sistema neumático.
- Sistema neumático: Todos los componentes neumáticos relacionados al sistema neumático de la máquina.
- Mano de obra por ensamblaje: el costo por mano de obra para armar el equipo.

## 5.2 Costo del proyecto

Tabla 5.1.- Costos de Árboles y chavetas.

| Descripción   | Marca/Tipo  | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo         |
|---------------|-------------|----------|------|-------|----------------|---------------|
| Árbol 1       | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 85.00          | 85.00         |
| Árbol 2       | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 85.00          | 85.00         |
| Chaveta C1    | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 15.00          | 15.00         |
| Chaveta C2    | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 15.00          | 15.00         |
| Chaveta C3    | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 15.00          | 15.00         |
| Chaveta C4    | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 15.00          | 15.00         |
| <b>Total:</b> |             |          |      |       |                | <b>230.00</b> |

Tabla 5.2.- Costos de Pernería.

| Descripción                       | Marca/Tipo | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo        |
|-----------------------------------|------------|----------|------|-------|----------------|--------------|
| Perno hexagonal M10 x 45 x 26-C   | Accesorio  | AISI 316 | und  | 6     | 0.89           | 5.36         |
| Perno hexagonal - M10 x 60 x 26-C | Accesorio  | AISI 316 | und  | 2     | 1.05           | 2.11         |
| Prisionero - M5 x 20-C            | Accesorio  | AISI 316 | und  | 2     | 0.31           | 0.61         |
| Prisionero - M5 x 12-C            | Accesorio  | AISI 316 | und  | 3     | 0.19           | 0.58         |
| Tuerca hexagonal - M10 - N        | Accesorio  | AISI 316 | und  | 12    | 0.34           | 4.08         |
| Perno hexagonal - M10 x 40 x 26-C | Accesorio  | AISI 316 | und  | 4     | 0.81           | 3.23         |
| Tuerca hexagonal - M12 - N        | Accesorio  | AISI 316 | und  | 13    | 0.43           | 5.61         |
| Perno hexagonal - M12 x 50 x 30-C | Accesorio  | AISI 316 | und  | 12    | 1.56           | 18.72        |
| Perno hexagonal - M6 x 35 x 18-C  | Accesorio  | AISI 316 | und  | 4     | 0.24           | 0.98         |
| Tuerca hexagonal - M6 - N         | Accesorio  | AISI 316 | und  | 16    | 0.09           | 1.41         |
| Tuerca hexagonal - M6 x 12-C      | Accesorio  | AISI 316 | und  | 12    | 0.14           | 1.63         |
| <b>Total:</b>                     |            |          |      |       |                | <b>44.32</b> |



Tabla 5.3.- Costos de Fabricaciones conformadas.

| Descripción                     | Marca/Tipo  | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo          |
|---------------------------------|-------------|----------|------|-------|----------------|----------------|
| Seguro de porta navajas         | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 95.00          | 95.00          |
| Soporte para cilindro principal | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 260.00         | 260.00         |
| Tolva de recepción              | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 160.00         | 160.00         |
| Tapa protectora                 | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 135.00         | 135.00         |
| Ducto de salida                 | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 180.00         | 180.00         |
| Estructura bastidor             | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 1750.00        | 1750.00        |
| Porta navajas 2                 | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 540.00         | 540.00         |
| Porta navajas 1                 | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 540.00         | 540.00         |
| Pistón de empuje                | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 620.00         | 620.00         |
| Cámara de corte                 | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 635.00         | 635.00         |
| Cortador auxiliar               | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 135.00         | 135.00         |
| Toma a cámara de corte          | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 225.00         | 225.00         |
| Guía de pistón                  | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 50.00          | 50.00          |
| Guarda de poleas                | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 60.00          | 60.00          |
| Porta navaja rotatoria          | Fabricación | AISI 304 | und  | 1     | 325.00         | 325.00         |
| <b>Total:</b>                   |             |          |      |       |                | <b>5710.00</b> |

Tabla 5.4.- Costos de Navajas.

| Descripción      | Marca/Tipo  | Material  | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo         |
|------------------|-------------|-----------|------|-------|----------------|---------------|
| Navaja larga     | Fabricación | AISI 440C | und  | 32    | 22.00          | 704.00        |
| Navaja rotatoria | Fabricación | AISI 440C | und  | 1     | 125.00         | 125.00        |
| <b>Total:</b>    |             |           |      |       |                | <b>829.00</b> |

Tabla 5.5.- Costos de Lanas antifricción.

| Descripción       | Marca/Tipo  | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo         |
|-------------------|-------------|----------|------|-------|----------------|---------------|
| Lana de teflón t2 | Fabricación | PTFE     | und  | 2     | 85.00          | 170.00        |
| Lana de teflón t1 | Fabricación | PTFE     | und  | 2     | 85.00          | 170.00        |
| <b>Total:</b>     |             |          |      |       |                | <b>340.00</b> |

Tabla 5.6.- Costos de Poleas.

| Descripción     | Marca/Tipo  | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo          |
|-----------------|-------------|----------|------|-------|----------------|----------------|
| Polea motriz    | Fabricación | 1060-H18 | und  | 1     | 731.25         | 731.25         |
| Polea conducida | Fabricación | 1060-H18 | und  | 1     | 601.25         | 601.25         |
| <b>Total:</b>   |             |          |      |       |                | <b>1332.50</b> |

Tabla 5.7.- Costos de Equipos y accesorios de potencia.

| Descripción                  | Marca/Tipo    | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo          |
|------------------------------|---------------|----------|------|-------|----------------|----------------|
| Faja en V sección SPB- 1.4 m | Fenner Drives | -        | mt   | 1.4   | 185.74         | 260.03         |
| Motor eléctrico 160M         | Weg           | -        | und  | 1     | 4062.50        | 4062.50        |
| Acoplamiento flexible L 110  | LoveJoy       | -        | und  | 1     | 123.50         | 123.50         |
| Chumacera Inox. B-UCP205     | NTN           | -        | und  | 4     | 188.50         | 754.00         |
| <b>Total:</b>                |               |          |      |       |                | <b>5200.03</b> |

Tabla 5.8.- Costos de Sistema eléctrico.

| Descripción                                                      | Marca/Tipo | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo          |
|------------------------------------------------------------------|------------|----------|------|-------|----------------|----------------|
| Tablero de control eléctrico                                     |            | -        | und  | 1     | 250.00         | 250.00         |
| Paro de emergencia (01 NC + 01 NO)-(3SB3203-1CA21)+(3SB3400-0B)  | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 75.00          | 75.00          |
| Relé térmico trifásico (01 NC)-3RU2116-1KC0                      | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 55.00          | 55.00          |
| Interruptor de paro (01 NC + 01 NO)-(3SB3203-0AA21)+(3SB3400-0B) | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 35.00          | 35.00          |
| Interruptor de arranque (01 NO)-3SB3202-0AA41                    | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 10.00          | 10.00          |
| Contactador (03 NO + 02 NO aux)-3RT1054-1AP36                    | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 65.00          | 65.00          |
| Guarda motor de potencia trifásico-3RV2011-1KA20                 | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 70.00          | 70.00          |
| Piloto de encendido-3SB3252-6AA40                                | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 10.00          | 10.00          |
| Piloto de paro-3SB3252-6AA20                                     | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 15.00          | 15.00          |
| Paro de emergencia (NC)-3SB3203-1CA21                            | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 35.00          | 35.00          |
| Pulsador de arranque inicial (NO)-3SB3202-0AA41                  | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 10.00          | 10.00          |
| Contactador (02 NO + 02 NC)-(3RT1015-1BB41)+(3RH1911-1FA22)      | SIEMENS    | -        | und  | 5     | 45.00          | 225.00         |
| Contactador (03 NO + 01 NC)-(3RT1015-1BB41)+(3RH1911-1FA22)      | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 30.00          | 30.00          |
| Piloto de encendido-3SB3244-6AA40                                | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 10.00          | 10.00          |
| Interruptor de paro (01 NC)-3SB3203-0AA21                        | SIEMENS    | -        | und  | 1     | 35.00          | 35.00          |
| Cableado e interconexión                                         | -          | -        | und  | 1     | 100.00         | 100.00         |
|                                                                  |            |          |      |       | <b>Total:</b>  | <b>1030.00</b> |

Tabla 5.9.- Costos de Sistema neumático.

| Descripción                                            | Marca/Tipo | Material | Und. | Cant. | Costo unitario | Costo          |
|--------------------------------------------------------|------------|----------|------|-------|----------------|----------------|
| Unidad de mantenimiento neumático C72H-2AK AE3 RMG QEB | Norgren    | -        | und  | 1     | 826.39         | 826.39         |
| Válvula mini ISOSTAR V415527D-C313A                    | Norgren    | -        | und  | 2     | 294.03         | 588.06         |
| Cilindro neumático principal-125x300 PRA/182125/340    | Norgren    | -        | und  | 1     | 2340.82        | 2340.82        |
| Cilindro neumático auxiliar-40x300 PRA/182040/300      | Norgren    | -        | und  | 1     | 667.13         | 667.13         |
| Sensor de posicionamiento de pistón M/50/EAP/1V        | Norgren    | -        | und  | 4     | 344.19         | 1376.76        |
| Válvula reguladoras de flujo T15Y0006                  | Norgren    | -        | und  | 2     | 269.45         | 538.89         |
| Mangueras neumáticas                                   | -          | -        | mt   | 5     | 5.00           | 25.00          |
|                                                        |            |          |      |       | <b>Total:</b>  | <b>6363.05</b> |

Tabla 5.10.- Costo de mano de obra por ensamblaje.

| Descripción           | Cant. | Costo  |
|-----------------------|-------|--------|
| Ensamblaje del equipo | 1     | 200.00 |

La suma total de las partidas, alcanza el total de 21078.90 soles por el precio costos de componentes y armado.

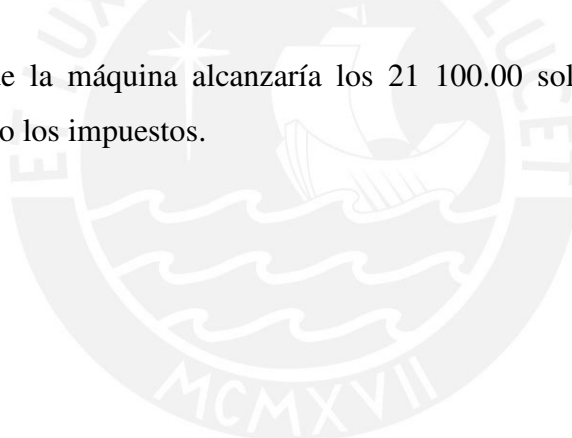


## CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en el desarrollo de la presente tesis son:

- El presente estudio, logro concluir el diseño de una máquina para cortar Racachas con tres tipos de cortes, por lo que esta máquina es un prototipo, es posible mejorar varios aspectos, tanto funcionales como resistivos del presente diseño.
- Fue posible obtener un proyecto óptimo para el diseño de una máquina que pueda cortar Racachas a razón de 2000 [kg/hr], produciendo tres tipos de cortes diferentes utilizando la metodología del diseño acorde a lo indicado por la norma VDI 2221.
- En el presente estudio se logró encontrar la fuerza necesaria para cortar una Racacha, lo cual representa una contribución al análisis de corte de vegetales como datos estadísticos.
- Los materiales y componentes usados, debido a que trabajara con productos alimenticios, no son tóxicos, por ello se usó el acero inoxidable en todas las piezas de la máquina, a excepción del motor eléctrico y el acoplamiento flexible entre motor y árbol, pero esto no tiene impacto realista dado que estos no tienen contacto con las Racachas.
- Los lubricantes a ser usados son de tipo alimenticio aprobados por la FDA, tanto la lubricación de los rodamientos en caso de ser necesario, como en el aceite para el mantenimiento del sistema neumático.

- Se cumple lo establecido por la norma BS EN 1672-2:2005, respecto a la conformación que deben tener los ductos de entrada y salida del producto alimenticio a fin de evitar pequeños riesgos de higiene.
- El equipo cumple con no contaminar el medio ambiente de acuerdo a la Ley general del medio ambiente N°28611, por ello el equipo no libera contaminantes cuando está en funcionamiento además de no tener componentes tóxicos y volátiles perjudiciales.
- Se consigue tener un equipo funcional, el cual puede ser totalmente desarmado para facilitar el mantenimiento, cambio de piezas y facilitación de transporte.
- Se garantiza que cualquier elemento de la máquina, el cual este sometido a cualquier solicitud mecánica, tenga un factor de seguridad mayor a la unidad en la relación entre el limite resistivo y la solicitud dada.
- El costo de la máquina alcanzaría los 21 100.00 soles aproximadamente, no considerado los impuestos.



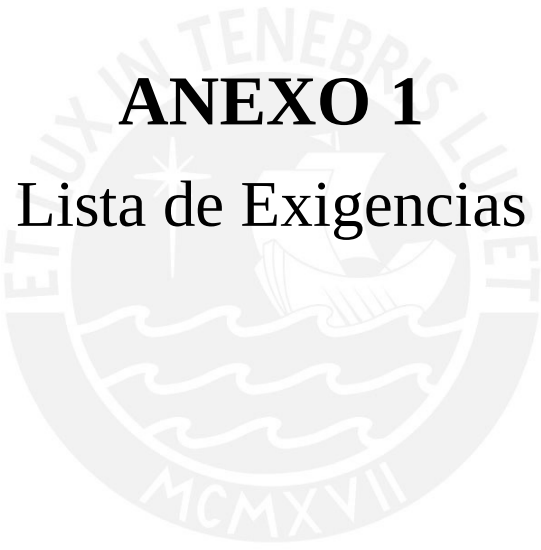
### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

Las observaciones obtenidas en el desarrollo de la presente tesis son:

- Las Racachas tienen formas no homogéneas, están son diversas, por lo que podría ser necesario la asistencia en la alimentación de Racachas por parte de un operario a fin de que pueda obtenerse la mayor productividad de la máquina.
- No es necesario usar el motor eléctrico cuando la máquina esté funcionando, este solo es usado cuando la máquina requiere cortes del tipo cubo, en caso de no necesitar este tipo de corte, el motor queda suspendido y debe fijarse que la navaja rotatoria quede orientada hacia abajo para no interferir la salida de las Racachas.
- Es necesario que algunos de los componentes de la máquina sean lavados cuando la máquina termine de trabajar, estos componentes son el ducto de salida, las navajas con sus respectivas porta navajas, la navaja rotatoria, la tolva de ingreso, cortador auxiliar, pistón de empuje y finalmente la cámara de corte.
- Los ensayos de corte realizados para determinar la fuerza necesaria para cortar Racachas, fueron aplicados en la parte más resistiva de la Racacha, es decir su núcleo, por lo que es probable que la fuerza real efectiva de corte de Racachas cuando la máquina funcione sea menor, además, las Racachas deben ingresar peladas al sistema, por lo que no es garantizado la fuerza de corte si es que las Racachas contienen su cascara.
- Se considera que las Racachas en general, tienen la misma resistencia al corte tal y como fue encontrado en el presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- [BARRIGA, B 1985] BARRIGA, B (1985), Métodos de Diseño en Ingeniería Mecánica. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [STEPHEN J. 2005] DERBY, STEPHEN J. (2005), Design of automatic machinery. New York: Marcel Dekker.
- [INEI 2014] INEI (2014): Compendio estadístico Perú 2014- Capitulo Agrario.
- [VDI 2221 1987] VDI 2221 08/1987, Systematic approach to the development and design of technical systems and products. Alemania: VDI STANDARDS.
- [OLUWOLE O.O. 2011] OLUWOLE O.O., Design and Construction of a Batch Cassava Peeling Machine, Department of Mechanical Engineering, University of Ibadan, Nigeria.
- [HENRICKS HODGE 1949] WALTER HENRICKS HODGE, La Racacha Comestible, University of Massachusetts, pag. 232-250.
- [BRITISH ESTÁNDAR 2009] BS EN 1672-2:2005+A1:2009, Hygiene Requirements.
- [NESTLE 2017] NESTLE, Manual Gastronomico, Nestle Profesional Creative Foods and Beverage Solutions, pag. 18-21.
- [ITCA-FEDAPE 2013] Manual de buenas prácticas de manufactura para el área de alimentación y dietas del hospital nacional San Rafael de Santa Tecla, Escuela especializada en ingeniería ITCA-FEDAPE, pag. 21-28.
- [KURT GIECK 1989] KURT GIECK (1989), Technische Formelsammlung, D-7100 Heilbronn/N, Germany.



# **ANEXO 1**

## **Lista de Exigencias**



| <b><u>LISTA DE EXIGENCIAS</u></b> |             |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b>                  |             | <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA CORTAR RACACHAS</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>CLIENTE:</b>                   |             | <b>Pontificia Universidad Católica de Lima</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>N°</b>                         | <b>TIPO</b> | <b>TIPO ESPECIFICACION:</b>                       | <b>DESCRIPCION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                 | E           | <b><i>Función Principal:</i></b>                  | La máquina debe ser capaz de Recepcionar Racachas para poder hacer cortes a las Racachas, de manera que puedan producirse cortes del tipo Tiras, Cubos y Rebanadas de Racachas, con una capacidad productiva máxima de 2000 Kg/he, las cuales saldrán por una tolva de descarga.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                 | E           | <b><i>Cortes producidos:</i></b>                  | <p>*Tiras: Con cortes ajustables a fin de obtener dimensiones de sección entre 10 [mm] por 10 [mm] hasta cortes de 20 [mm] por 20 [mm], 3 variedades.</p> <p>*Cubos: Con cortes ajustables con cubos de arista desde 10 [mm] hasta 20 [mm], al menos 3 variedades, la longitud de largo de los cubos podrá ser ajustada para obtener cubos de medidas homogéneas.</p> <p>*Rebanadas: Con cortes a fin de obtener espesores desde de 5 [mm].</p>                                                                                                                                                                                |
| 3                                 | E           | <b><i>Recepción del Producto:</i></b>             | Se ingresaran Racachas peladas (sin cascara) y lavadas previamente antes de se vertidas en un tolva de la máquina para que puedan ser cortadas. Las Racachas no excederán los 20 centímetros de longitud y los 7 centímetros de diámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4                                 | E           | <b><i>Energía:</i></b>                            | <p>La máquina usara energía eléctrica de 380 Voltios trifásica y 60 Hz de frecuencia, la cual será transformada en energía mecánica y neumática para la función del equipo.</p> <p>La maquina usara energía neumática, en forma de presión no menor a 7 bares y un caudal de alimentación no menor 700 litros por minuto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5                                 | E           | <b><i>Seguridad:</i></b>                          | La máquina no tendrá mecanismos expuestos que puedan dañar al operario ni al medio ambiente en el funcionamiento de la máquina, así mismo no habrá cables que puedan causar choque eléctrico al operador, y no habrá fugas de lubricante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6                                 | D           | <b><i>Señales/Indicadores/ accionado res:</i></b> | La máquina tendrá un piloto de que indicara que la máquina esta lista para operar, un piloto que indica que la máquina esta funcionando, selectores de tipos de corte y un señalador que indique que hay problemas de trampa miento al corte de Racachas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7                                 | E           | <b><i>Ergonomía:</i></b>                          | <p>La máquina tendrá los pulsadores a una altura adecuada a fin de que una persona promedio pueda operar la máquina, así mismo los pilotos serán de fácil observación por el operario.</p> <p>La forma de verter las racachas en la máquina será en lo mas posible cómoda para el operario, sin que tenga que elevarlas a una altura superior a 1.40 metros de altura.</p> <p>Las racachas cortadas saldrán a una altura menor de 1.20 metros para que sean fácilmente transportada a otra área o recogidas por un operario.</p>                                                                                               |
| 8                                 | D           | <b><i>Control de Calidad:</i></b>                 | La máquina debe ser apta para producir alimentos y utilizara componentes de grado alimenticio o que estén aprobados por la FDA, además será fabricada cumpliendo los criterios de diseño de la norma BS EN 1672-2:2005                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9                                 | D           | <b><i>Mantenimiento:</i></b>                      | <p>*Se procurara hacer que los mantenimientos periódicos sean de ciclos relativamente largos.</p> <p>*Se hará la máquina a fin de que use lubricantes de grado alimenticio.</p> <p>*La máquina debe poder ser desarmable a fin de mostrar las uniones o partes móviles para poder repararlas o lubricarlas.</p> <p>*Se debe realizar mantenimientos periódicos de limpieza después de terminado el proceso de producción a fin de limpiar las navajas tanto fofas como rotatoria, cámara de cortado, tolvas y componentes anexos a fin de dejar limpio el sistema para volver a usarlo sin riesgo de contaminación futura.</p> |

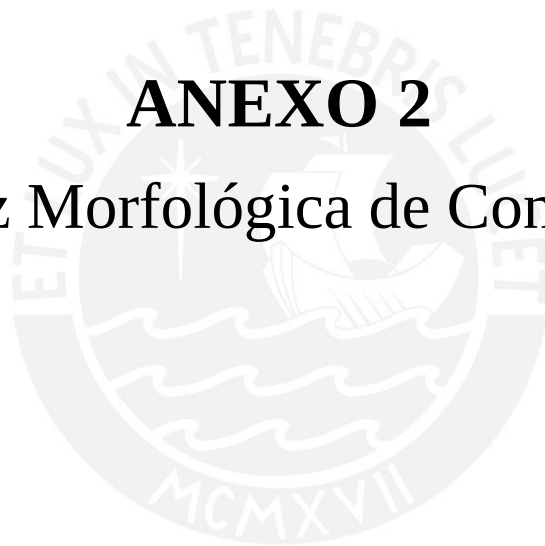
|    |   |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | E | <b><i>Mercado propuesto:</i></b>               | Pensado para el mercado peruano, fabricas procesadoras y restaurantes, puede ser adaptada para mercado extranjero, tomando en cuenta las condiciones extranjeras como voltaje de alimentación, frecuencia de línea y requerimientos de exportación.                                                                                  |
| 11 | E | <b><i>Operatividad:</i></b>                    | El usuario configura el tipo de corte a realizar, configura los cortadores fijos así como las navajas que deben ir para producir el corte deseado, si desea producir cubos, seleccionara en que lugar debe ir la faja en V acorde a la ficha manual para poder producir el corte de cubo deseado.                                    |
| 12 |   | <b><i>Normatividades cumplidas:</i></b>        | *Criterio de diseño según norma BS EN 1672-2:2005 para alimentos<br>*Ley general de salud N°26842<br>*Ley de inocuidad de alimentos-DL N° 1060<br>*Ley general del ambiente N°28611<br>*Uso de agua acorde a Reglamento de calidad del agua para consumo humano-DS N° 031-2010 SA                                                    |
| 13 | E | <b><i>Condiciones de uso:</i></b>              | La máquina de funciona en zonas donde no haya mucha temperatura, por debajo de los 60°C de temperatura ambiente, de preferencia con humedad no menor al 80%, aplicable en costa, sierra y selva, no dejar la máquina expuesta al sol y ambientes abiertos, no dejar la máquina en zonas expensas a contaminantes gaseosos o solidos. |
| 14 | E | <b><i>Dimensiones:</i></b>                     | La máquina no exedra las dimensiones de 0.6 metros de ancho, 1.6 metros de largo y los 1.4 metros de alto.                                                                                                                                                                                                                           |
| 15 | E | <b><i>Montaje y desmontaje:</i></b>            | La máquina consta de una estructura soporte de todos los componentes rígido, los componentes internos tales, compresor, caja de controles eléctricos, fajas, ejes y arboles, chumaceras, poleas y motor estarán unidos por pernería para su respectivo desarme y mantenimiento caso sea necesario.                                   |
| 16 | D | <b><i>Subproductos del funcionamiento:</i></b> | Como parte de la operación de la máquina, es posible encontrar parte de subproductos como agua con residuos de corte provenientes del baño de pelado de Racachas, también puede encontrarse pedazos de pedazos de Racacha en los alrededores de la cámara de cortado.                                                                |
| 17 | D | <b><i>Costos.</i></b>                          | La máquina, en su totalidad, no debería exceder los 7,000.00 US\$ en costo de fabricación.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 18 | D | <b><i>Tiempo de fabricación:</i></b>           | Se estima que fabricar la máquina, no debería exceder los 30 días útiles de fabricación a partir de orden de compra del cliente, siempre y cuando se tenga los proveedores con las materias primas y componentes en el momento.                                                                                                      |

E: Exigencia-La maquina debe cumplir

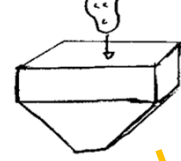
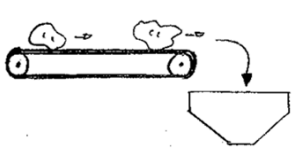
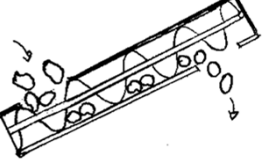
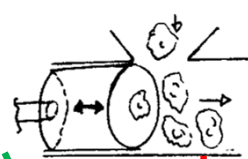
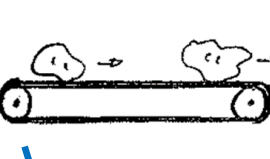
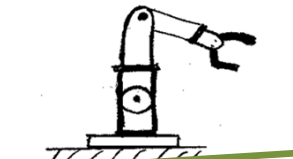
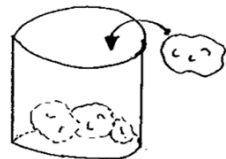
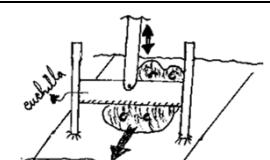
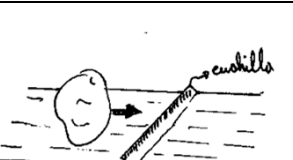
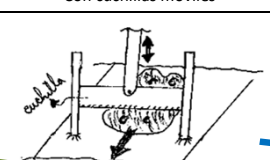
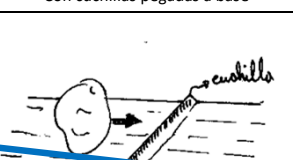
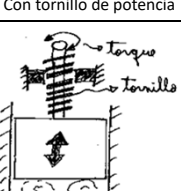
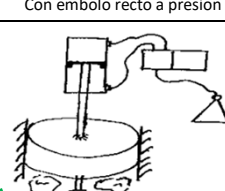
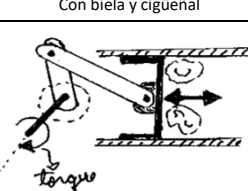
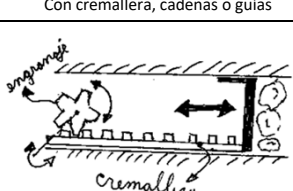
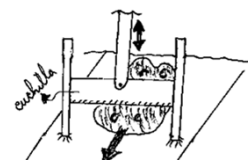
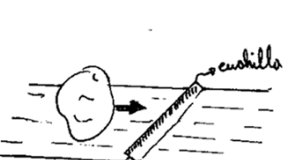
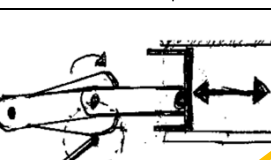
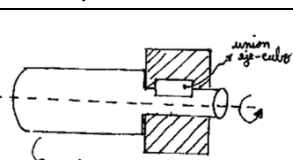
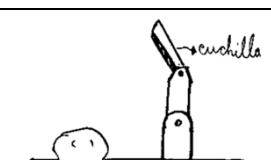
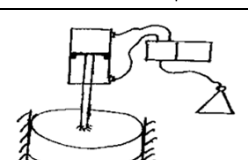
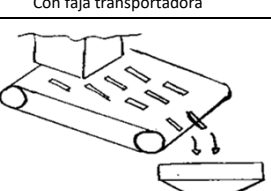
D: Deseo-La maquina tiende a cumplir el requerimiento, no siendo obligación

## **ANEXO 2**

### **Matriz Morfológica de Conceptos**



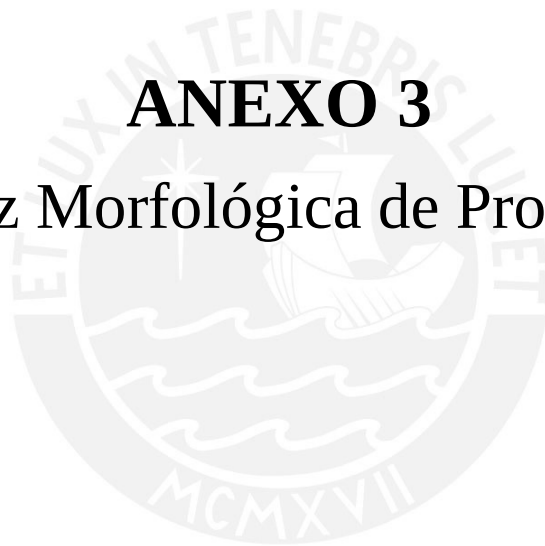
MATRIZ MORFOLOGICA DE PORTADORES DE FUNCIONES PARA SOLUCION CONCEPTUAL DEL DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA CORTAR RACACHAS

| FUNCIONES PARCIALES |                                  | PORTADORES DE FUNCIONES (Alternativas de solucion, formas o bloques funcionales)    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                  | ALTERNATIVA 1                                                                       | ALTERNATIVA 2                                                                       | ALTERNATIVA 3                                                                         | ALTERNATIVA 4                                                                         | ALTERNATIVA 5                                                                         |
| F0                  | Transporte de Racachas a Máquina | Manual                                                                              |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|                     |                                  |    | ∅                                                                                   | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     |
| F1                  | Recepción de Racachas            | Mecánica<br>Por gravedad hacia tolva                                                | Electromecánica<br>Con faja nervada inclinada                                       | Electromecánica<br>Con cinta transportadora                                           | Electromecánica<br>Con tornillo helicoidal                                            |                                                                                       |
|                     |                                  |    |    |    |    | ∅                                                                                     |
| F2                  | Posicionado para corte           | Hidráulica-Neumática<br>Recipiente autocerrante                                     | Electromecánica<br>Con faja transportadora                                          | Robótica<br>Brazo robotico con pinza                                                  | Electromecánica<br>Dosificador cerrador auxiliar                                      | Mecánica<br>Por gravedad en camara                                                    |
|                     |                                  |   |   |   |   |   |
| F3                  | Cortador 1                       | Mecánica<br>Con cuchillas fijas                                                     | Mecánica<br>Con cuchillas móviles                                                   | Mecánica<br>Con cuchillas pegadas a base                                              | Mecánica<br>Con cuchillas rotatorias                                                  |                                                                                       |
|                     |                                  |  |  |  |  | ∅                                                                                     |
| F4                  | Cortador 2                       | Mecánica<br>Con cuchillas fijas                                                     | Mecánica<br>Con cuchillas móviles                                                   | Mecánica<br>Con cuchillas pegadas a base                                              | Mecánica<br>Con cuchillas rotatorias                                                  |                                                                                       |
|                     |                                  |  |  |  |  | ∅                                                                                     |
| F5                  | Accionamiento 1                  | Mecánica<br>Con tornillo de potencia                                                | Mecánica<br>Con tapa reciprocante angular                                           | Hidráulica-Neumática<br>Con embolo recto a presion                                    | Electromecánica<br>Con biela y cigüeñal                                               | Electromecánica<br>Con cremallera, cadenas o guías                                    |
|                     |                                  |  |  |  |  |  |
| F6                  | Cortador 3                       | Mecánica<br>Con cuchillas móviles                                                   | Mecánica<br>Con cuchillas rotatorias                                                | Mecánica<br>Con cuchillas pegadas a base                                              |                                                                                       |                                                                                       |
|                     |                                  |  |  |  | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     |
| F7                  | Accionamiento 2                  | Electromecánica<br>Accionamiento reciprocante                                       | Electromecánica<br>Con eje con o sin reduccion                                      | Robótica<br>Brazo robotico                                                            | Hidráulica-Neumática<br>Con embolo recto a presion                                    |                                                                                       |
|                     |                                  |  |  |  |  | ∅                                                                                     |
| F8                  | Salida de Racachas cortadas      | Mecánica<br>Por gravedad                                                            | Electromecánica<br>Con faja transportadora                                          |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|                     |                                  |  |  | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     |

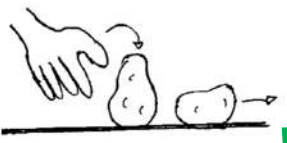
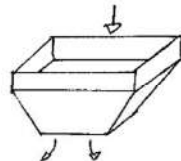
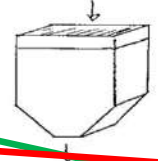
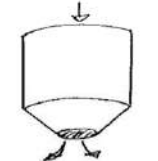
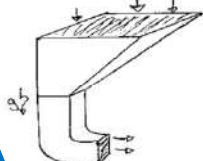
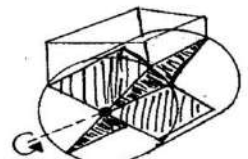
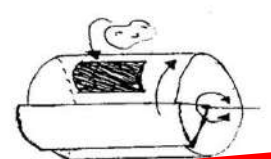
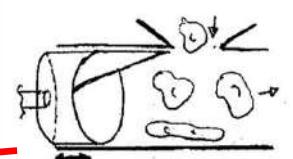
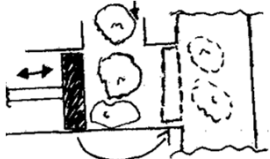
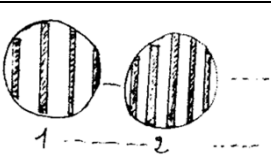
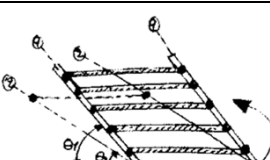
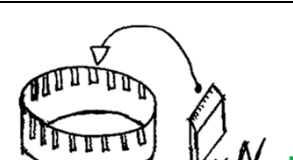
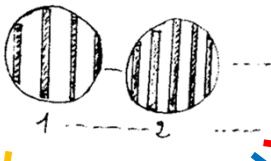
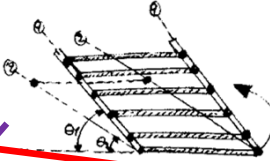
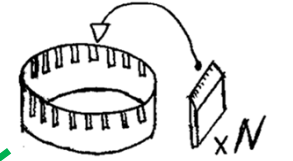
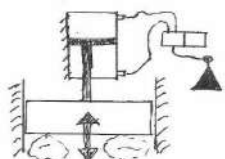
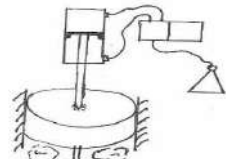
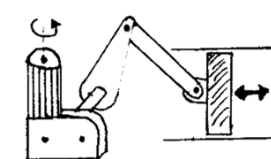
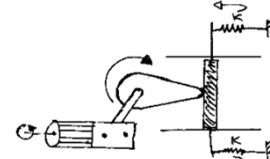
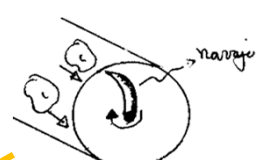
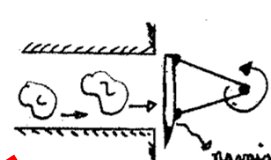
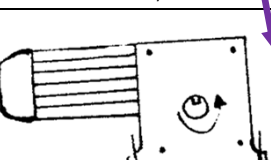
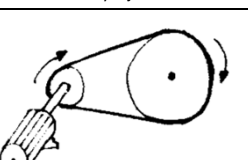
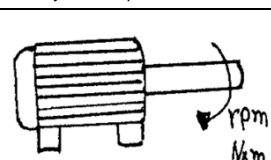
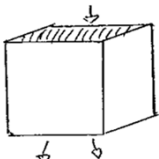
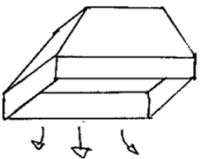
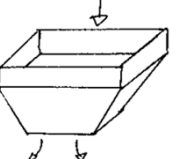
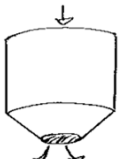
Concepto de solucion 1 :   
Concepto de solucion 2 :   
Concepto de solucion 3 :   
Concepto de solucion 4 :   
Concepto de solucion 5 : 

# **ANEXO 3**

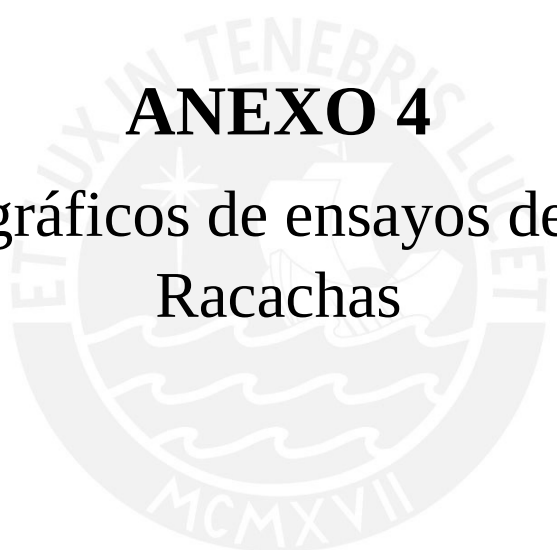
## **Matriz Morfológica de Proyectos**



MATRIZ MORFOLOGICA DE COMBINACION DE VARIANTES PARA PROYECTOS DE UNA MAQUINA PARA CORTAR RACACHAS

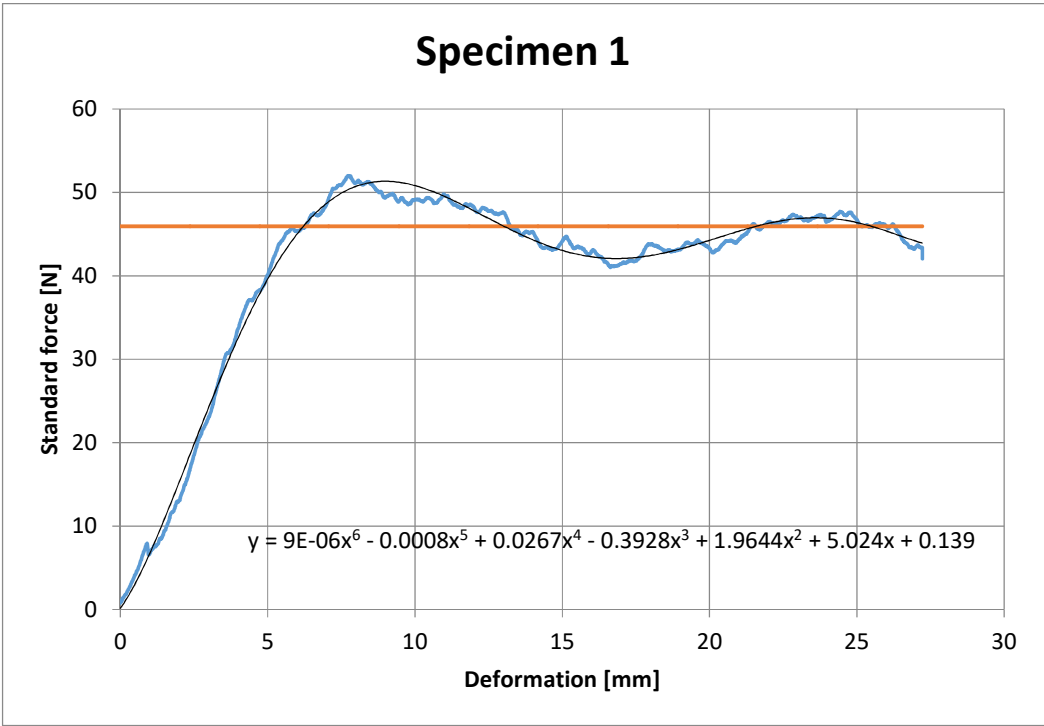
| FUNCIONES PARCIALES |                                  | PORTADORES DE FUNCIONES (Alternativas de solución, formas o bloques funcionales)    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                  | ALTERNATIVA 1                                                                       | ALTERNATIVA 2                                                                       | ALTERNATIVA 3                                                                         | ALTERNATIVA 4                                                                         | ALTERNATIVA 5                                                                        |
| F0                  | Transporte de Racachas a Máquina | Manual                                                                              |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |
|                     |                                  |    | ∅                                                                                   | ∅                                                                                     | ∅                                                                                     | ∅                                                                                    |
| F1                  | Recepción de Racachas            | Mecánica<br>Tolva piramidal                                                         | Mecánica<br>Con tolva biselada o inclinada                                          | Mecánica<br>Con tolva conica concentrante                                             | Mecánica<br>Tolva direccionadora y ducto                                              | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |    |    |    |    |                                                                                      |
| F2                  | Posicionado para corte           | Electromecánica<br>Dosificador multicamara                                          | Electromecánica<br>Dosificador de disco                                             | Mecánica<br>Mecanismo cerrante auxiliar                                               | Mecánica<br>Camara autocerrante y escudo cortante                                     | Electromecánica<br>Camara cerrante con piston auxiliar                               |
|                     |                                  |   |   |   |   |  |
| F3                  | Cortador 1                       | Mecánica<br>Navajas fijas en base cambiables                                        | Mecánica<br>Navajas multiples ajustables                                            | Mecánica<br>Base fija para combinacion de navajas                                     | ∅                                                                                     | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |                                                                                       |                                                                                      |
| F4                  | Cortador 2                       | Mecánica<br>Navajas fijas en base cambiables                                        | Mecánica<br>Navajas multiples ajustables                                            | Mecánica<br>Base fija para combinacion de navajas                                     | ∅                                                                                     | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |                                                                                       |                                                                                      |
| F5                  | Accionamiento 1                  | Hidráulica<br>Con sistema hidráulico y piston                                       | Neumática<br>Con sistema neumático y piston                                         | Electromecánica<br>Motor-reductor y cigüeñal-biela                                    | Electromecánica<br>Levas y sistema reciprocante                                       | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |  |                                                                                      |
| F6                  | Cortador 3                       | Mecánica<br>Navaja rotatoria a lado paralelo                                        | Mecánica<br>Navaja rotatoria central paralela                                       | Mecánica<br>Navaja rotatoria perpendicular                                            | ∅                                                                                     | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |                                                                                       |                                                                                      |
| F7                  | Accionamiento 2                  | Electromecánica<br>Motor eléctrico y reductor                                       | Electromecánica<br>Motor y fajas en V                                               | Electromecánica<br>Eje directo y motor eléctrico                                      | ∅                                                                                     | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |                                                                                       |                                                                                      |
| F8                  | Salida de Racachas cortadas      | Mecánica<br>Con ducto directo                                                       | Mecánica<br>Con tolva difusora piramidal                                            | Mecánica<br>Tolva piramidal                                                           | Mecánica<br>Con tolva de salida circular                                              | ∅                                                                                    |
|                     |                                  |  |  |  |  |                                                                                      |

Concepto de solución 1 :   
Concepto de solución 2 :   
Concepto de solución 3 :   
Concepto de solución 4 :   
Concepto de solución 5 : 

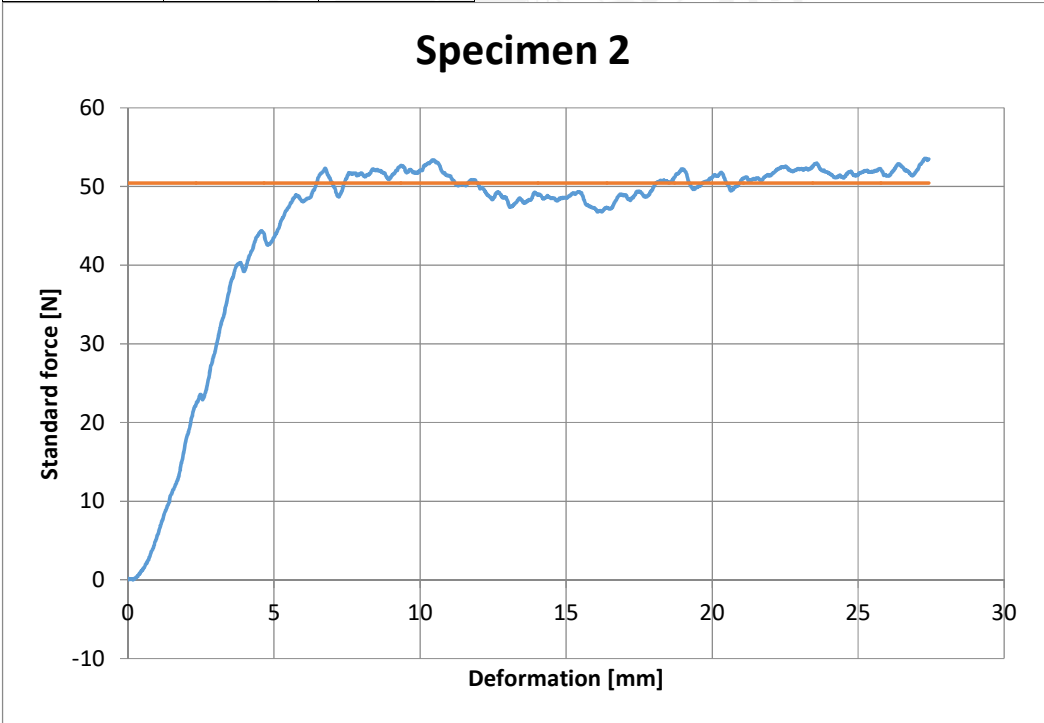


## **ANEXO 4**

Datos y gráficos de ensayos de corte de  
Racachas

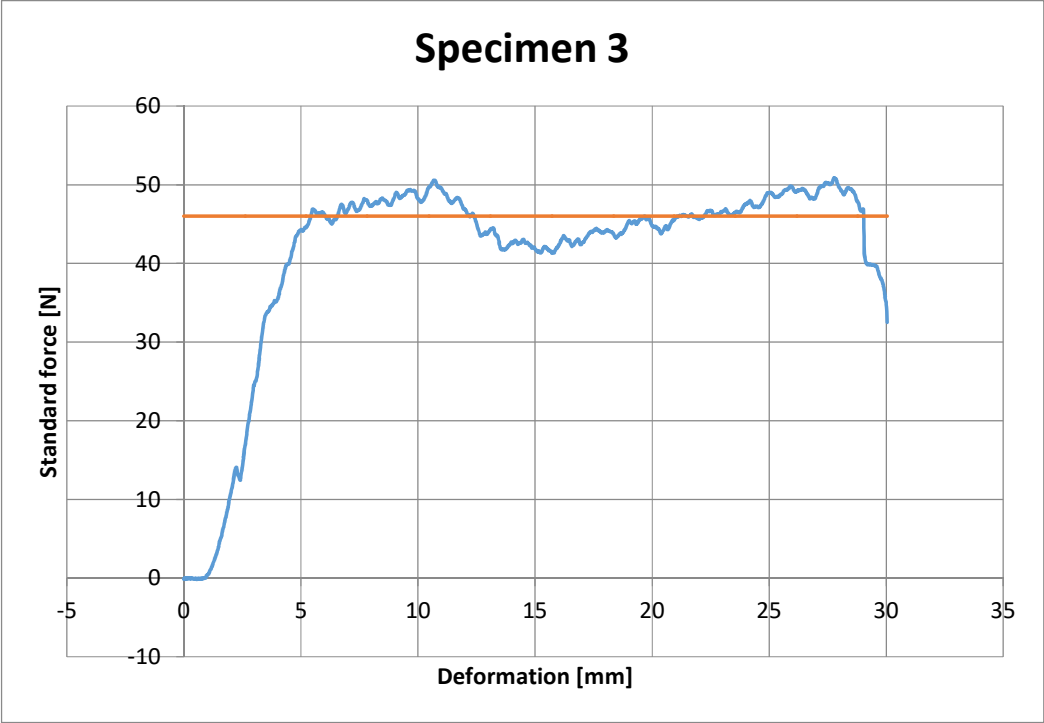


|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Specimen 1  | Specimen 1     | <b>Fprom</b> |
| Deformation | Standard force | 45.9214      |

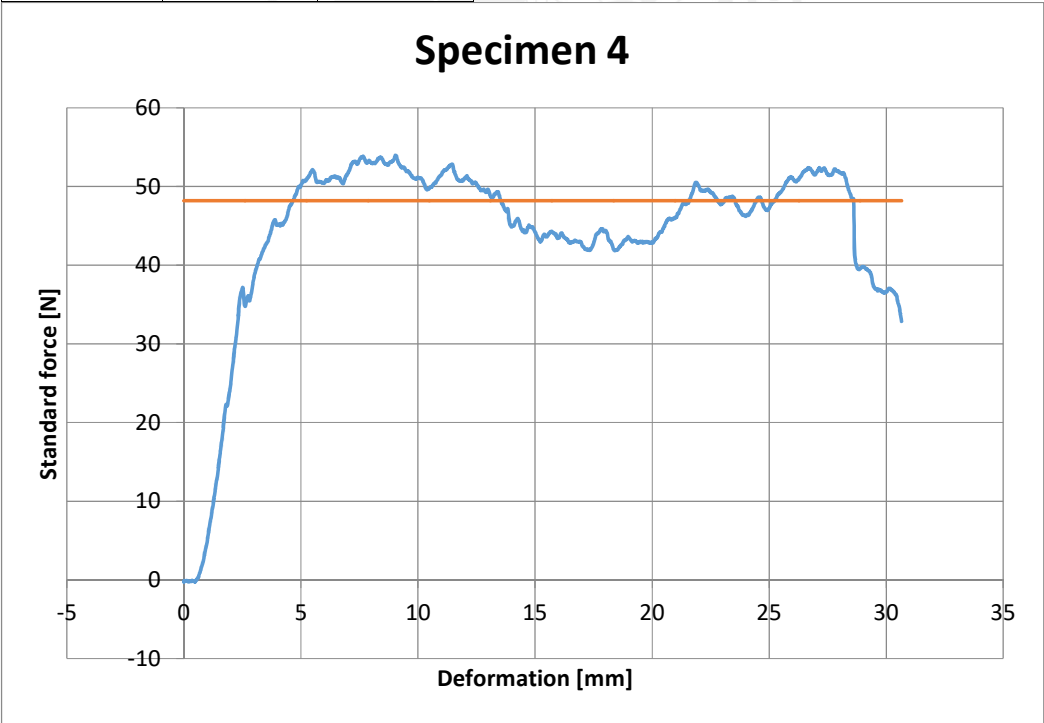


|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Specimen 2  | Specimen 2     | <b>Fprom</b> |
| Deformation | Standard force | 50.4287      |

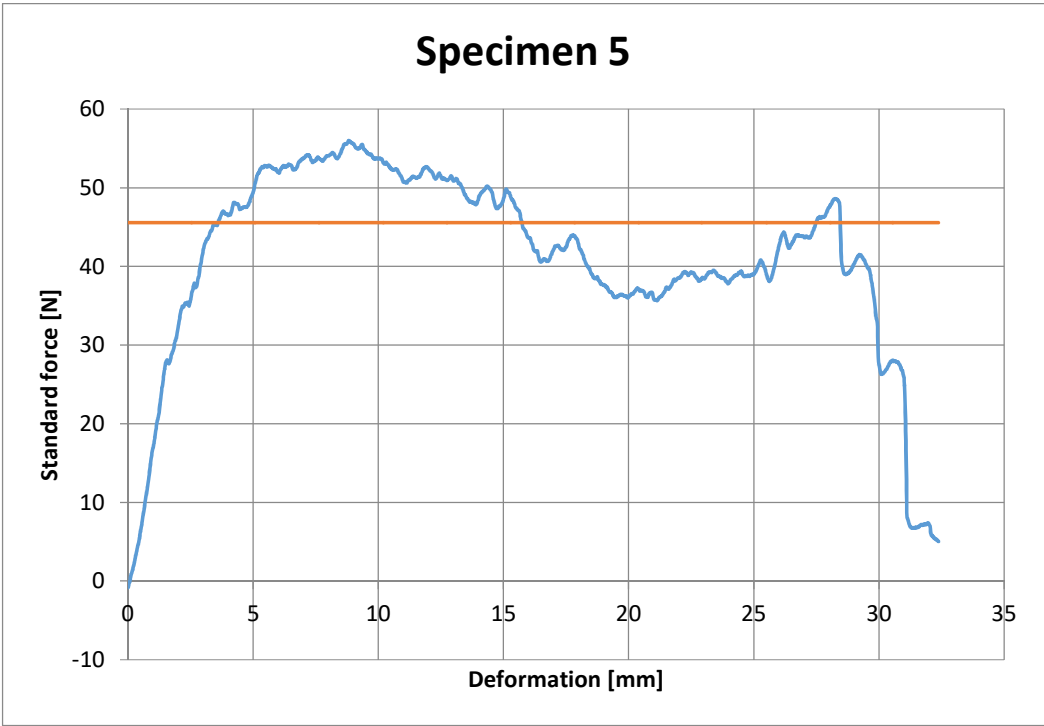




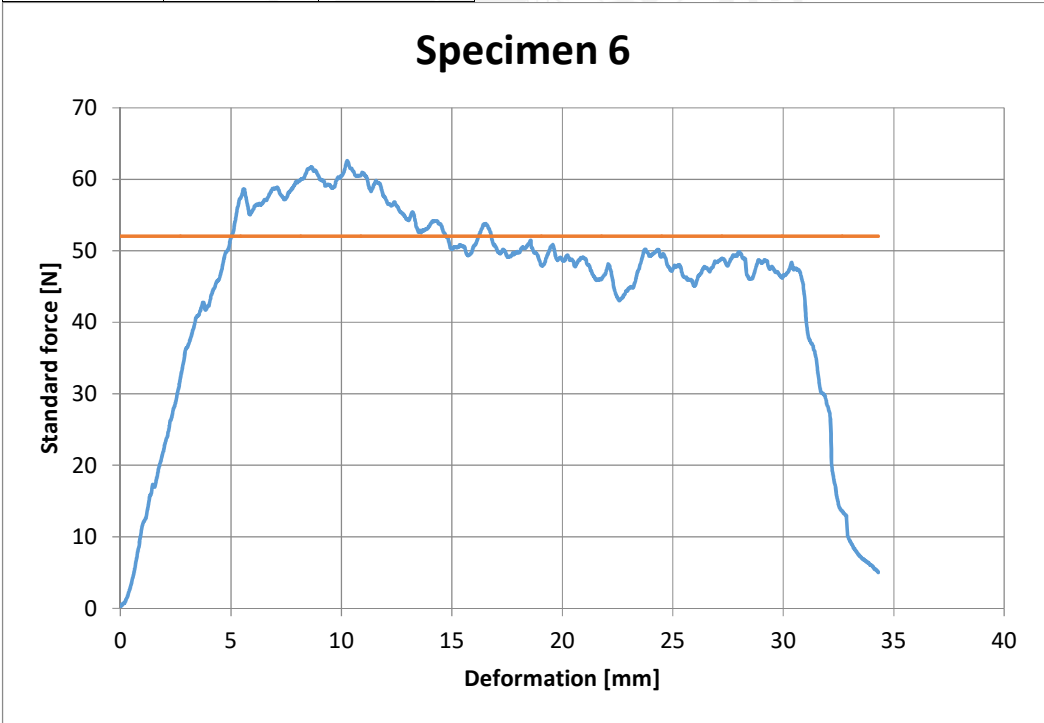
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 3  | Specimen 3     | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 46.0263                 |



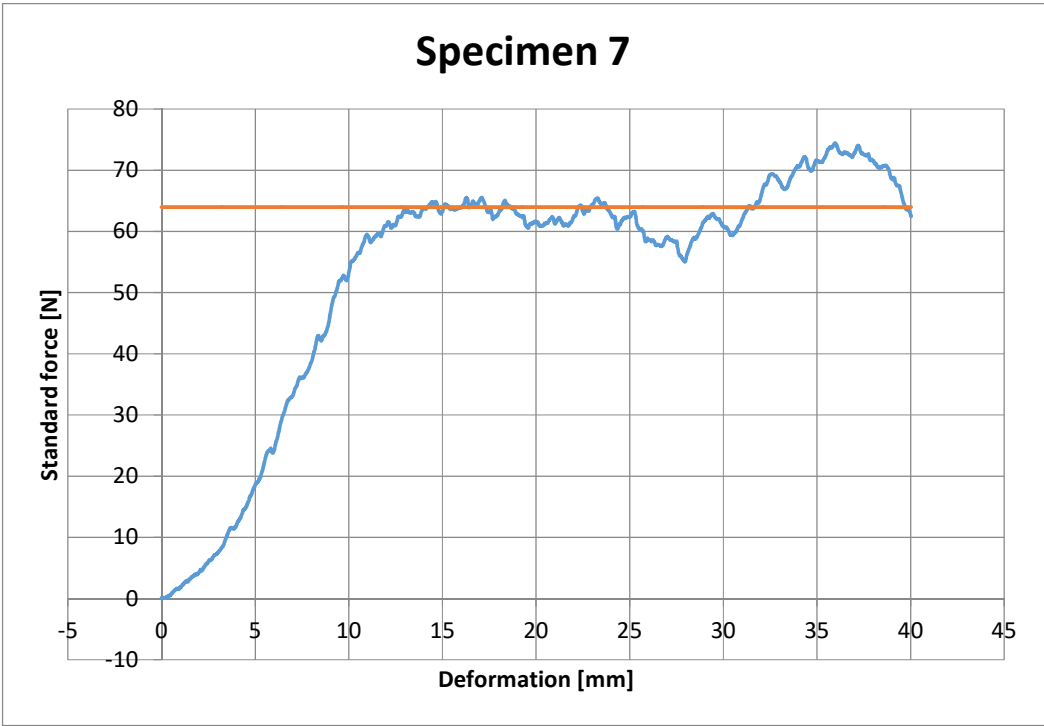
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 4  | Specimen 4     | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 48.1667                 |



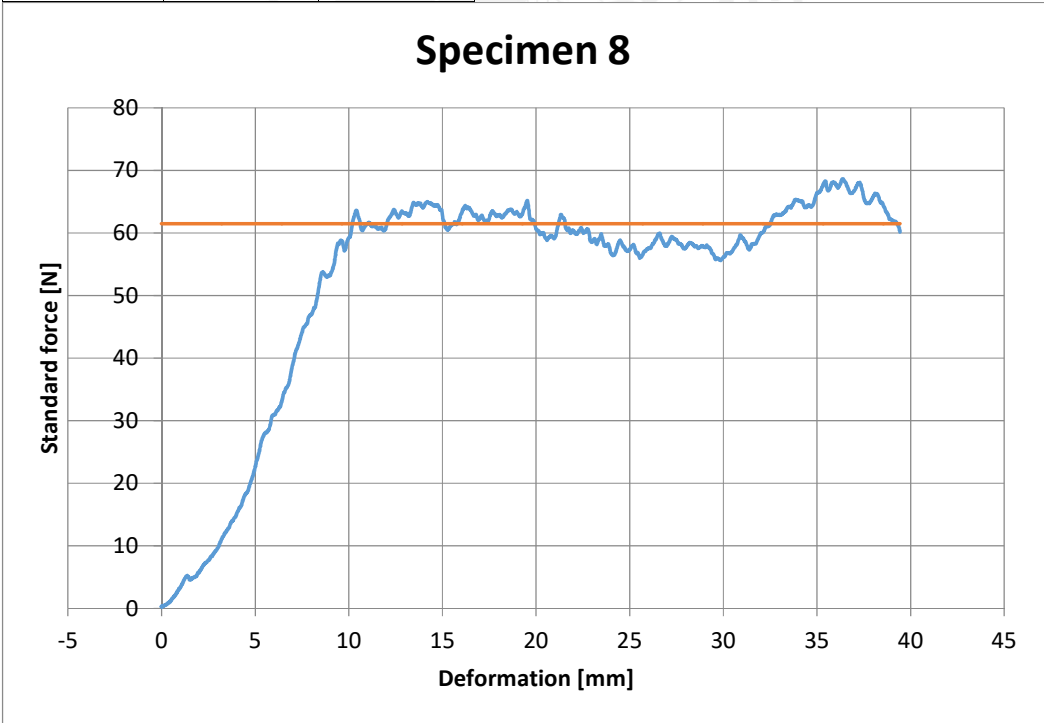
|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Specimen 5  | Specimen 5     | <b>Fprom</b> |
| Deformation | Standard force | 45.5547      |



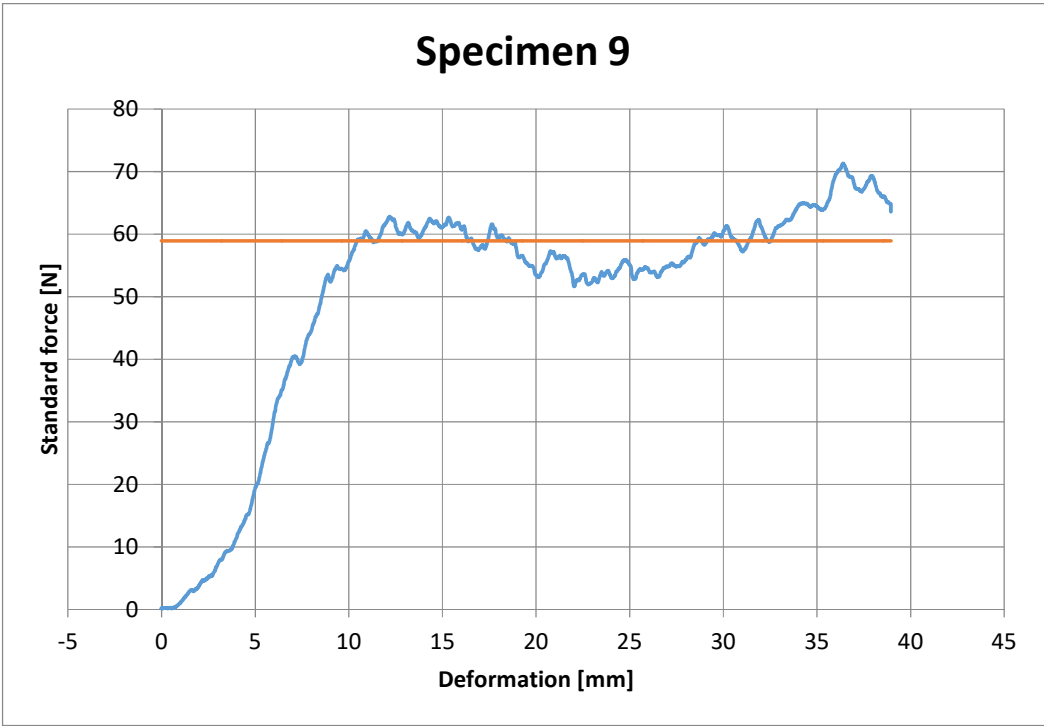
|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Specimen 6  | Specimen 6     | <b>Fprom</b> |
| Deformation | Standard force | 52.0454      |



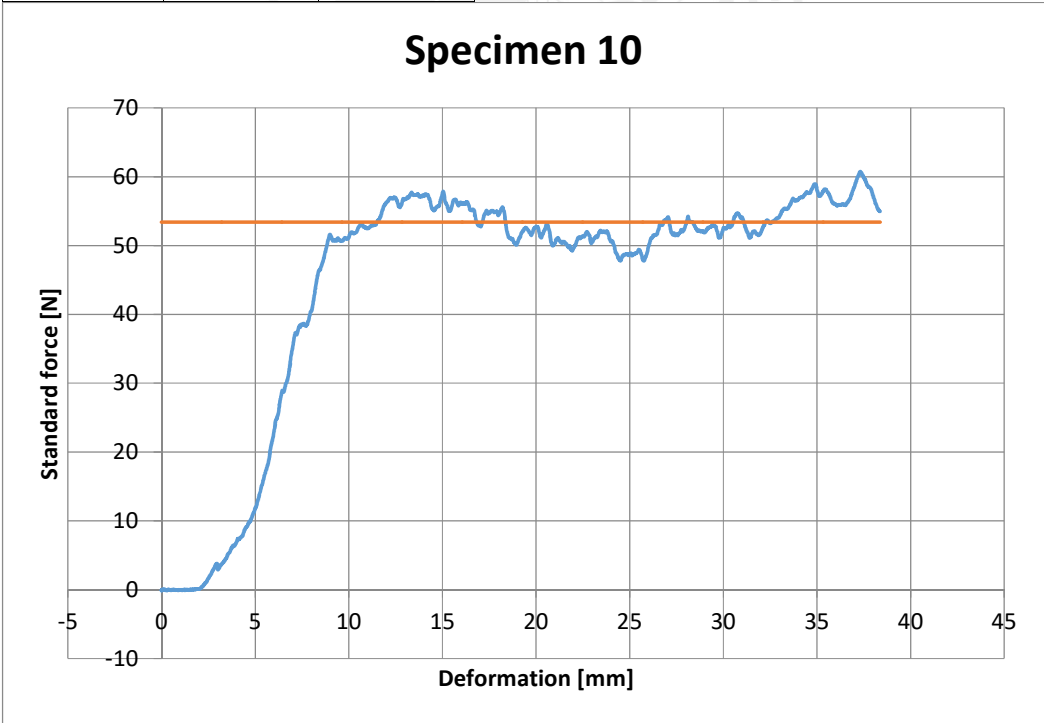
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 7  | Specimen 7     | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 63.9719                 |



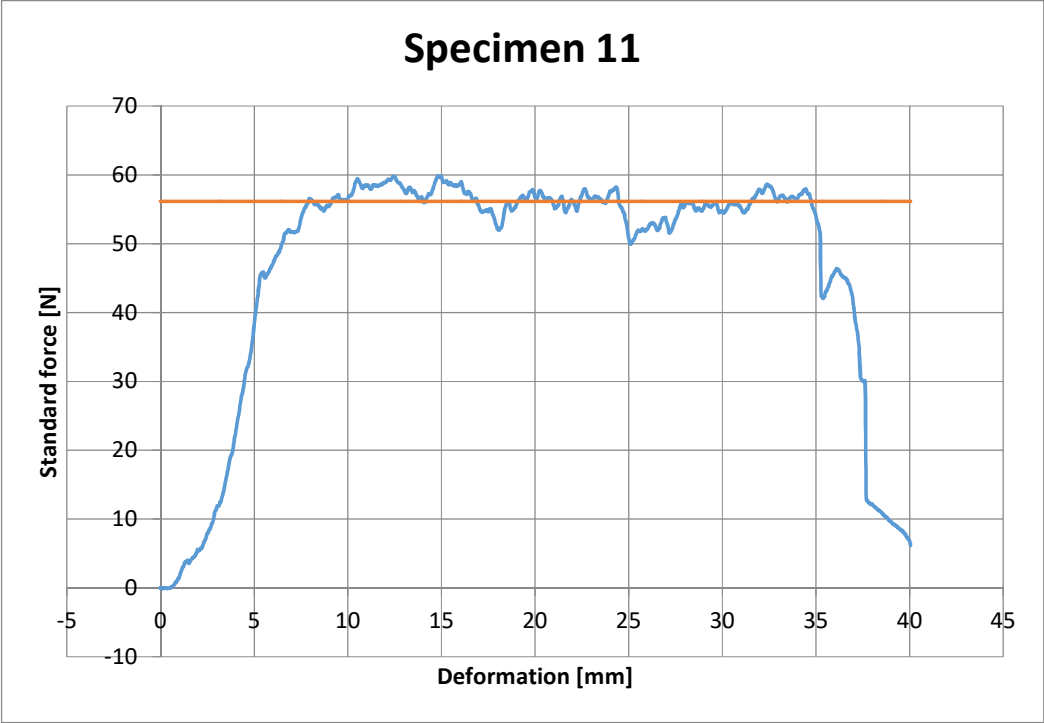
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 8  | Specimen 8     | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 61.5067                 |



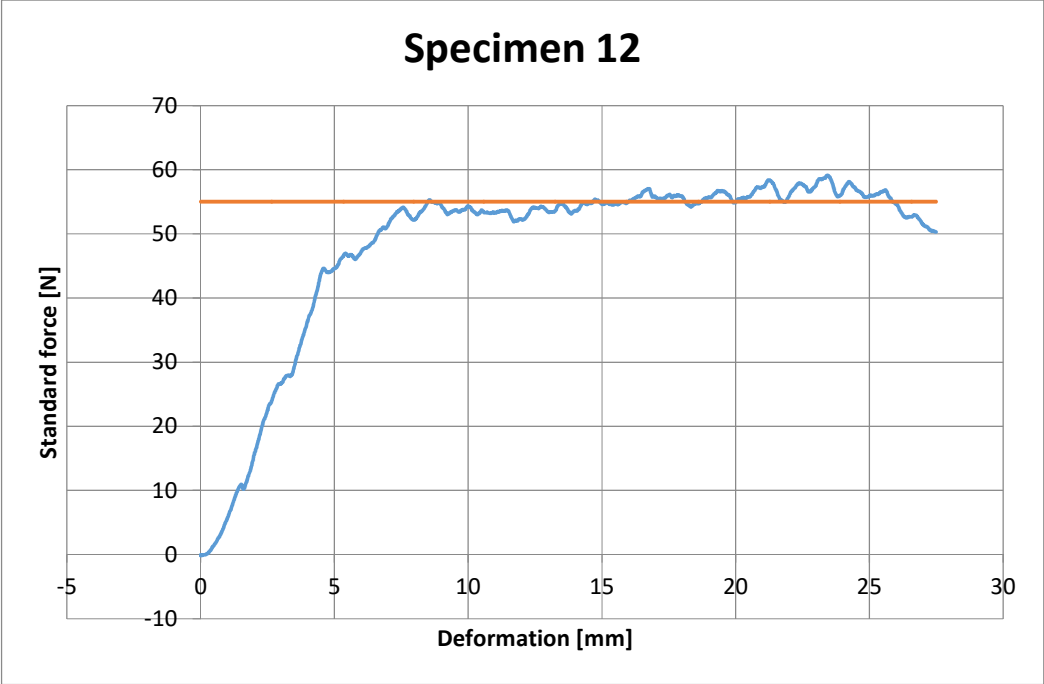
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 9  | Specimen 9     | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 58.9301                 |



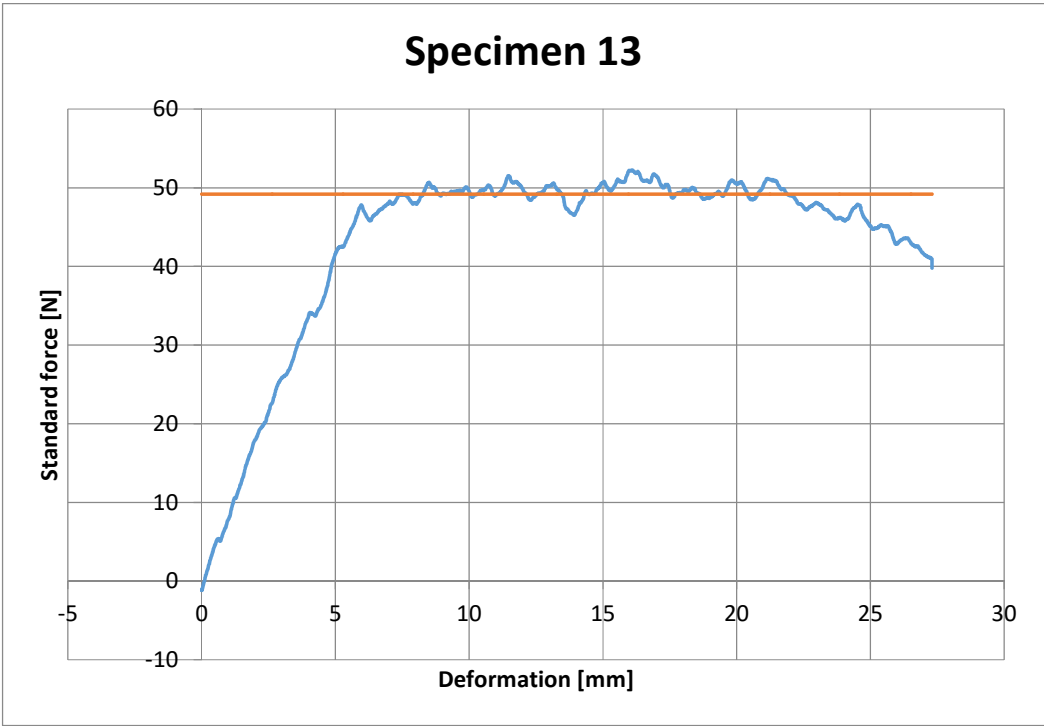
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 10 | Specimen 10    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 53.3857                 |



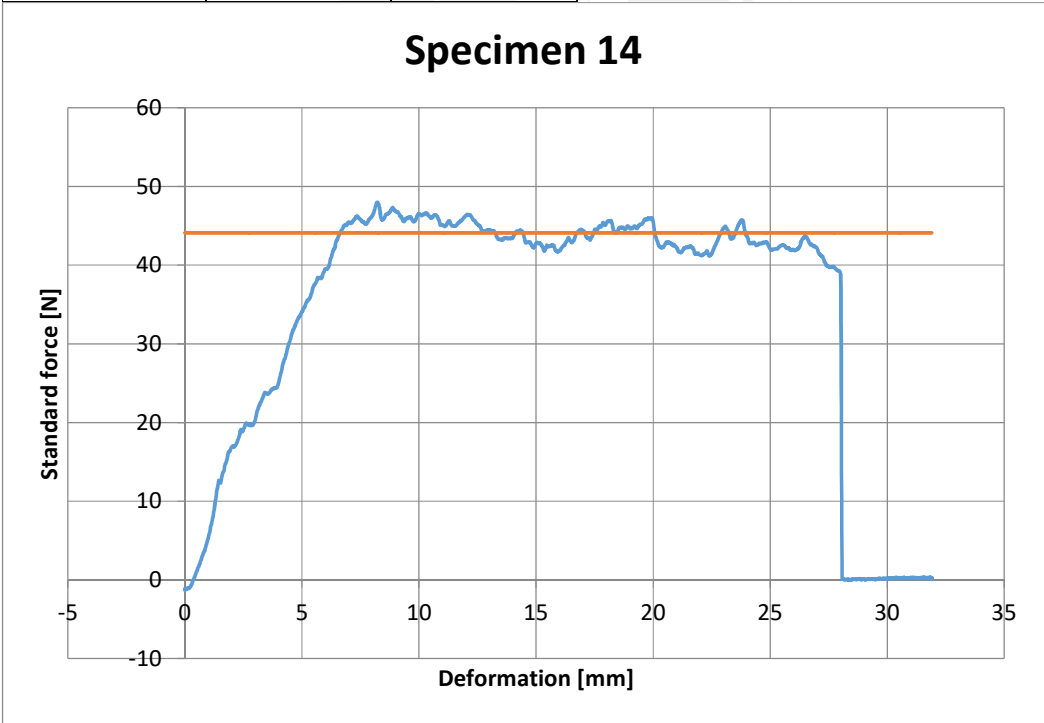
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 11 | Specimen 11    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | <b>56.1666</b>          |



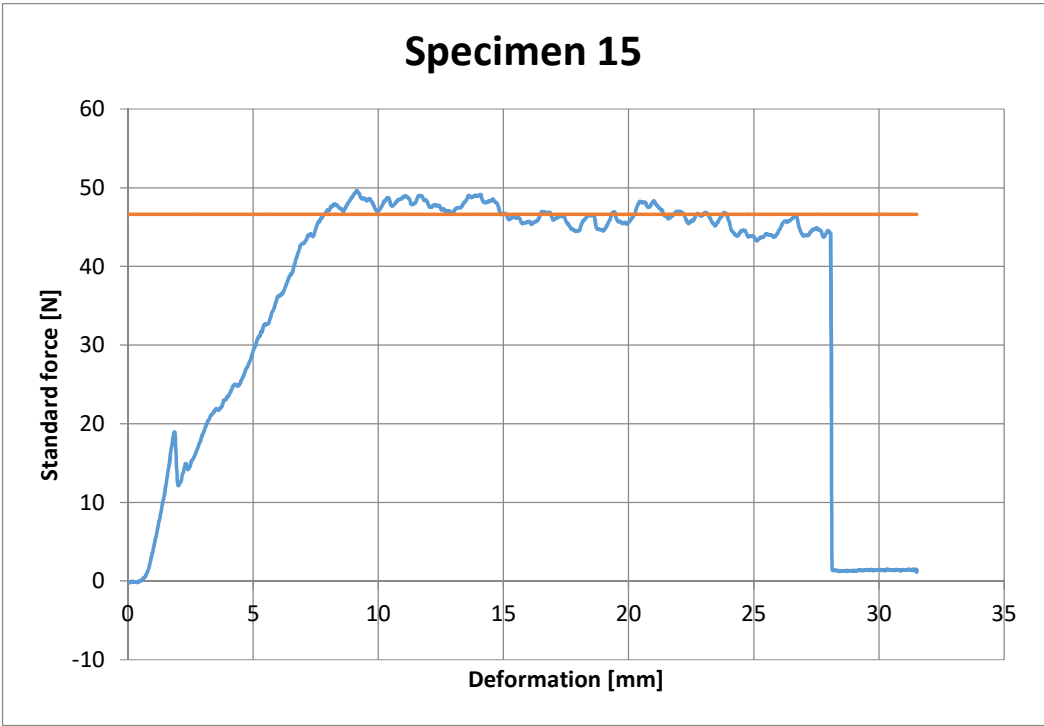
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 12 | Specimen 12    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | <b>55.0114</b>          |



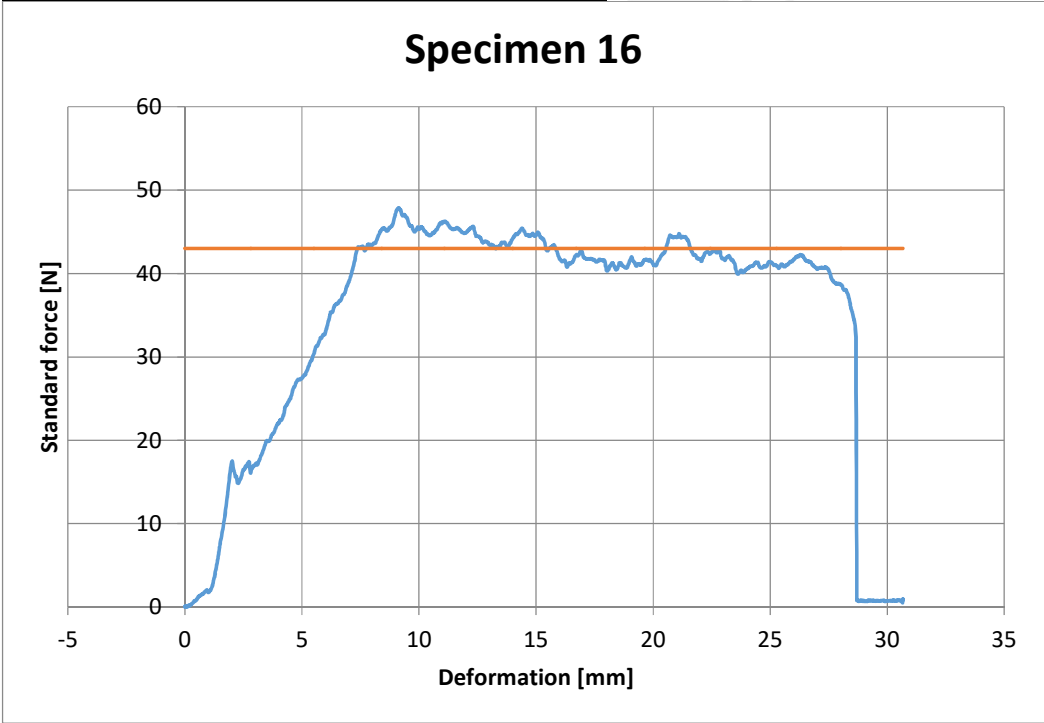
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 13 | Specimen 13    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 49.1970                 |



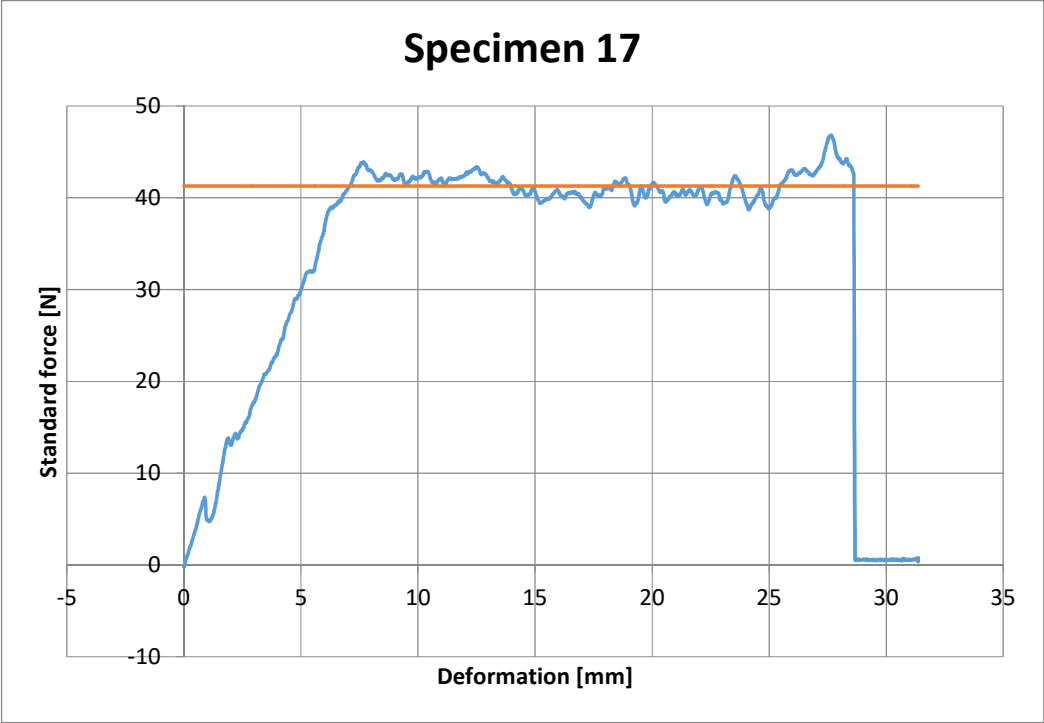
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 14 | Specimen 14    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 44.1015                 |



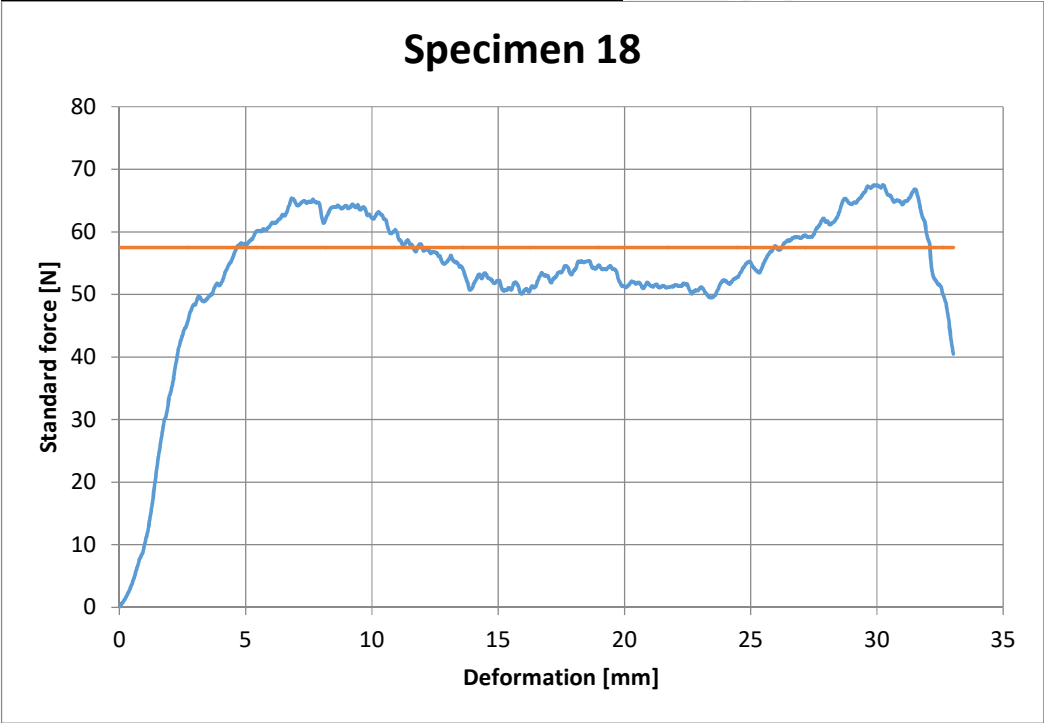
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 15 | Specimen 15    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 46.6164                 |



|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 16 | Specimen 16    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 43.0171                 |

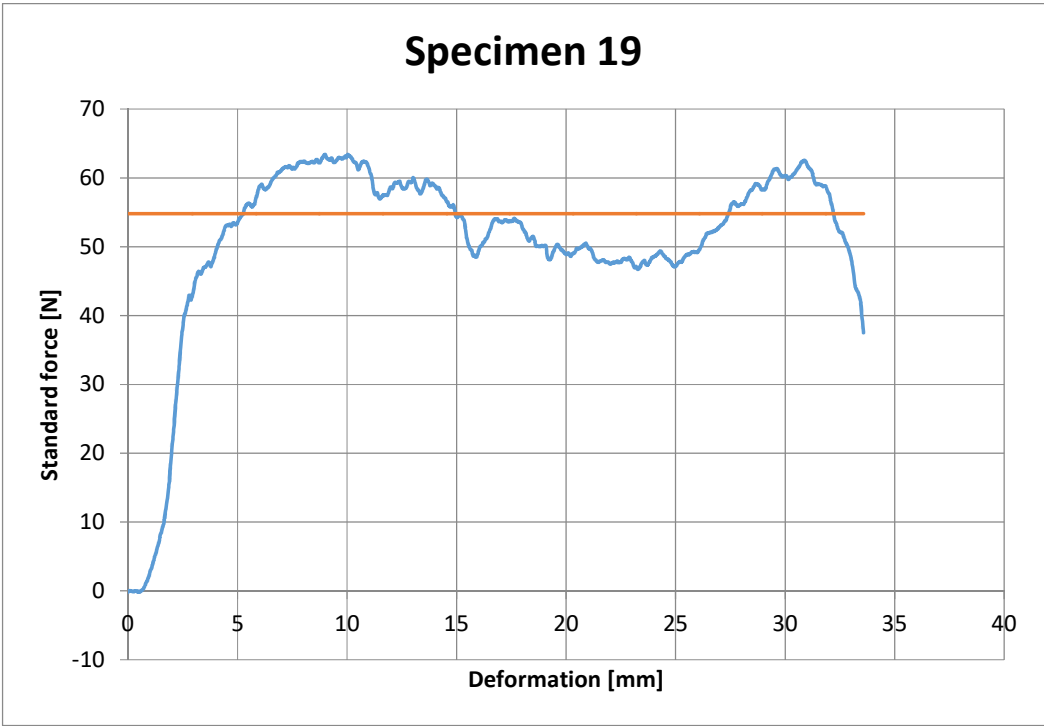


|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 17 | Specimen 17    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 41.2776                 |

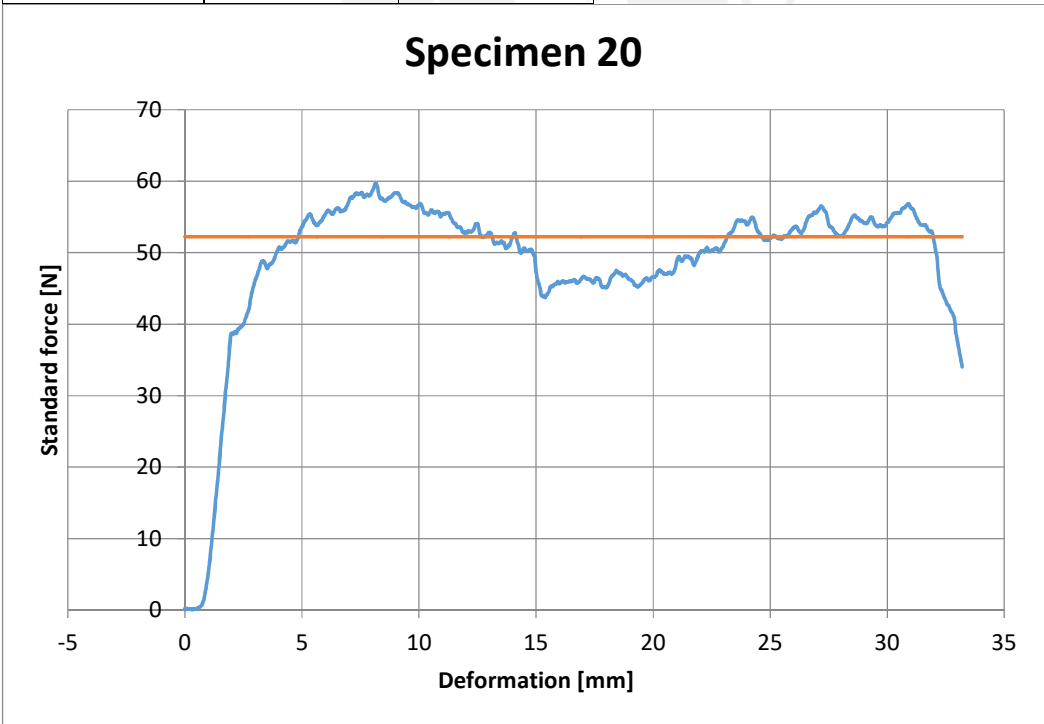


|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 18 | Specimen 18    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 57.5135                 |

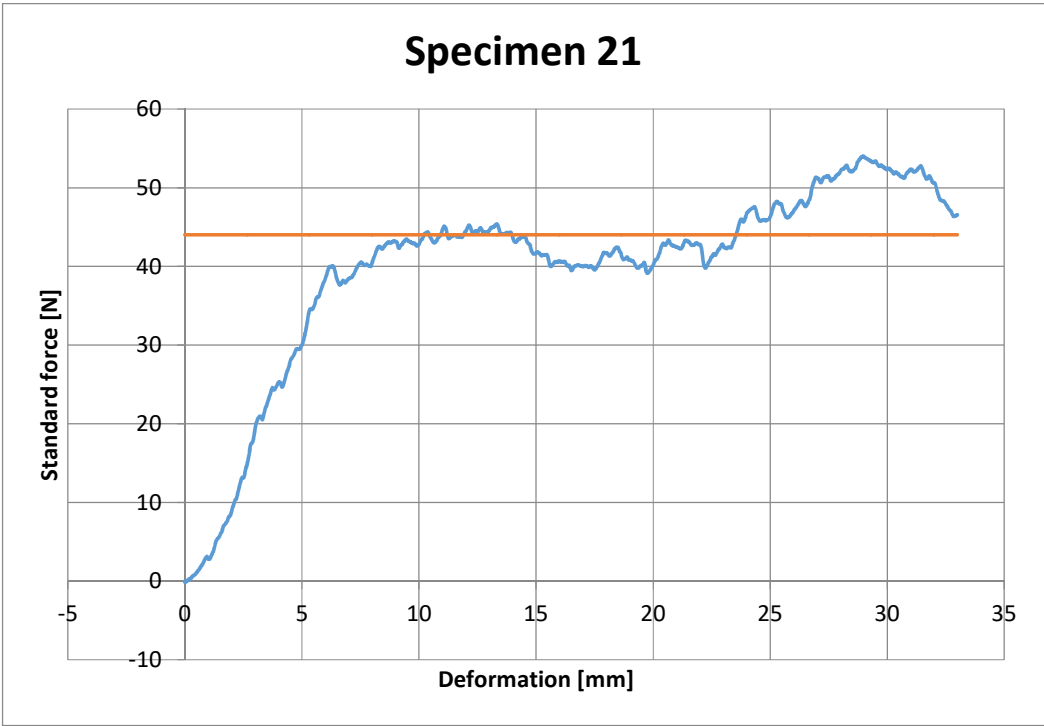




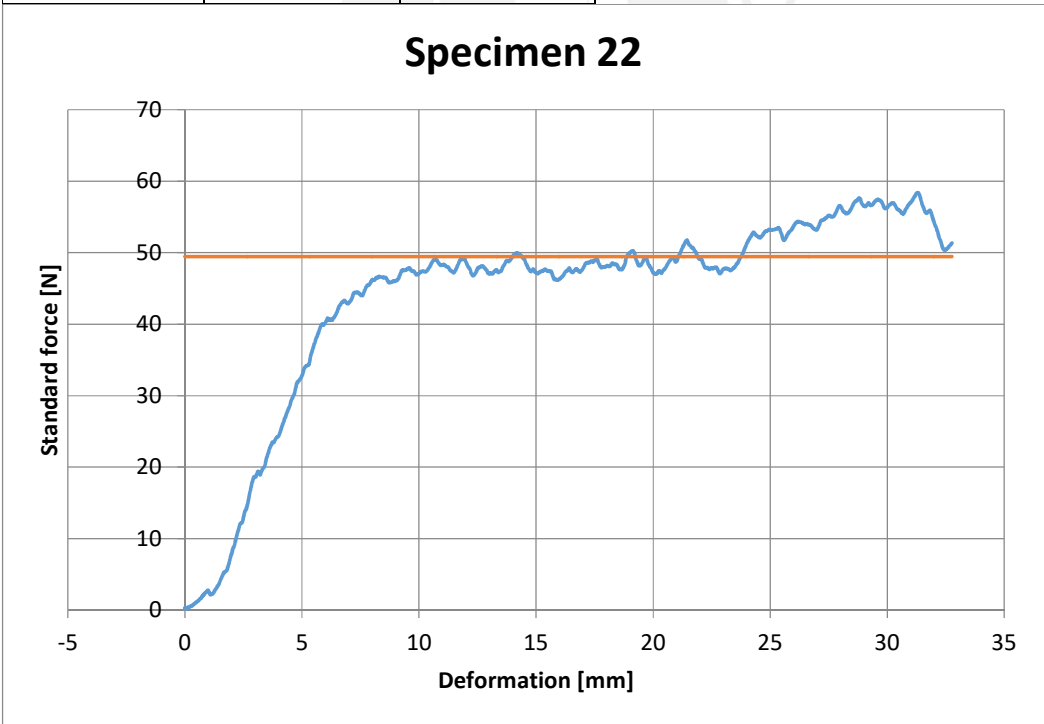
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 19 | Specimen 19    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 54.8011                 |



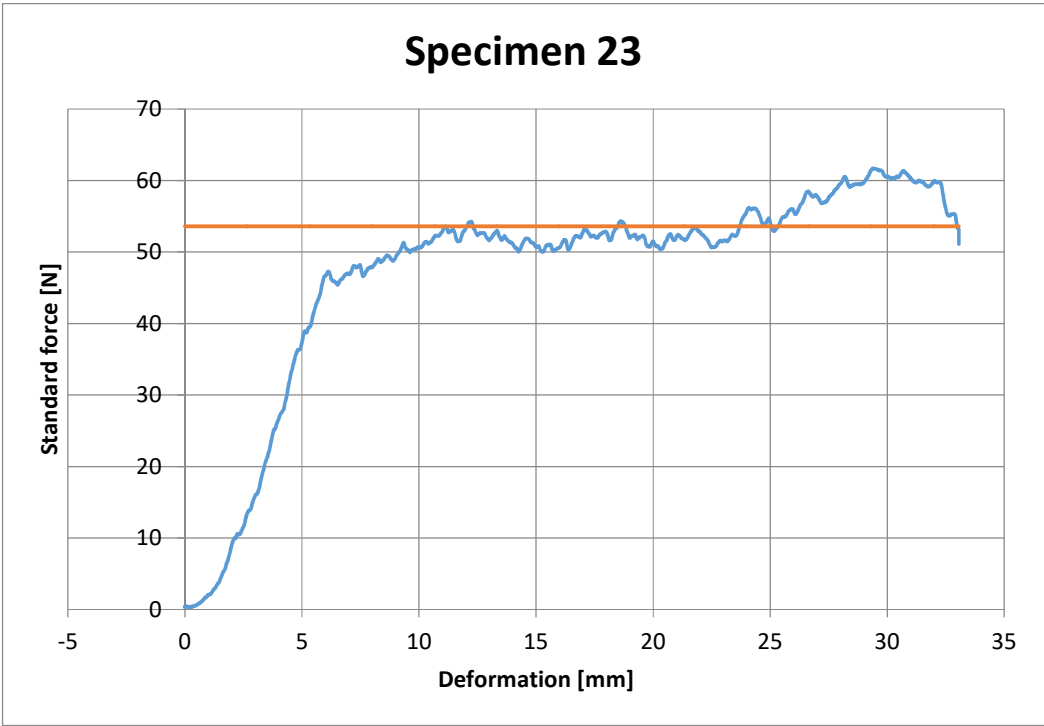
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 20 | Specimen 20    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 52.2424                 |



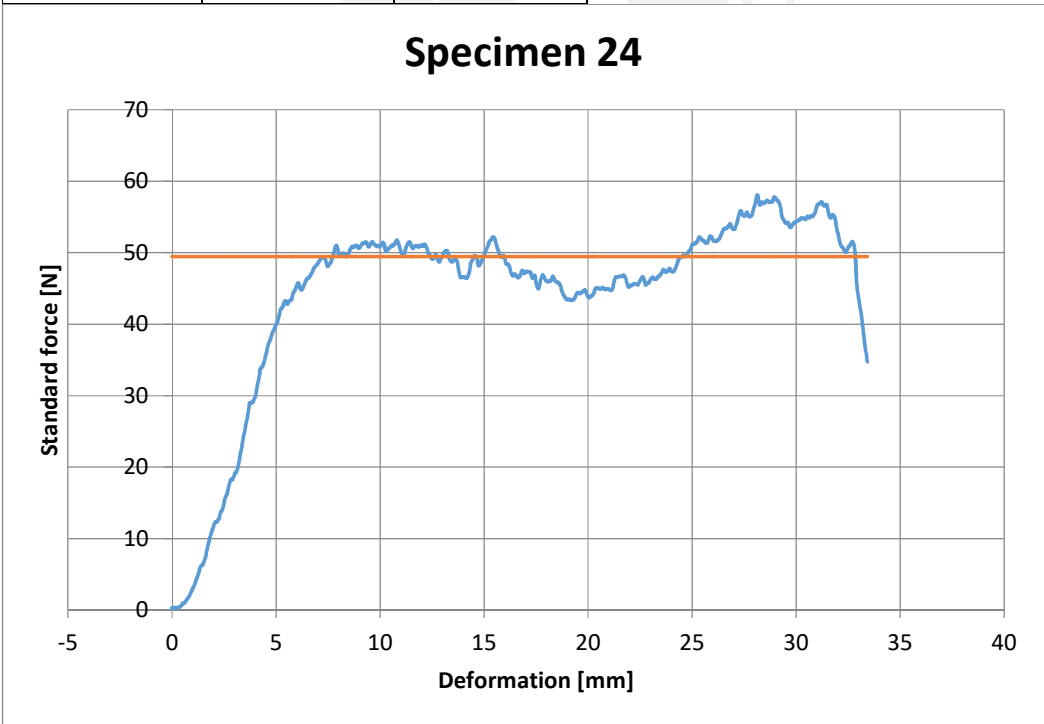
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 21 | Specimen 21    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 44.0298                 |



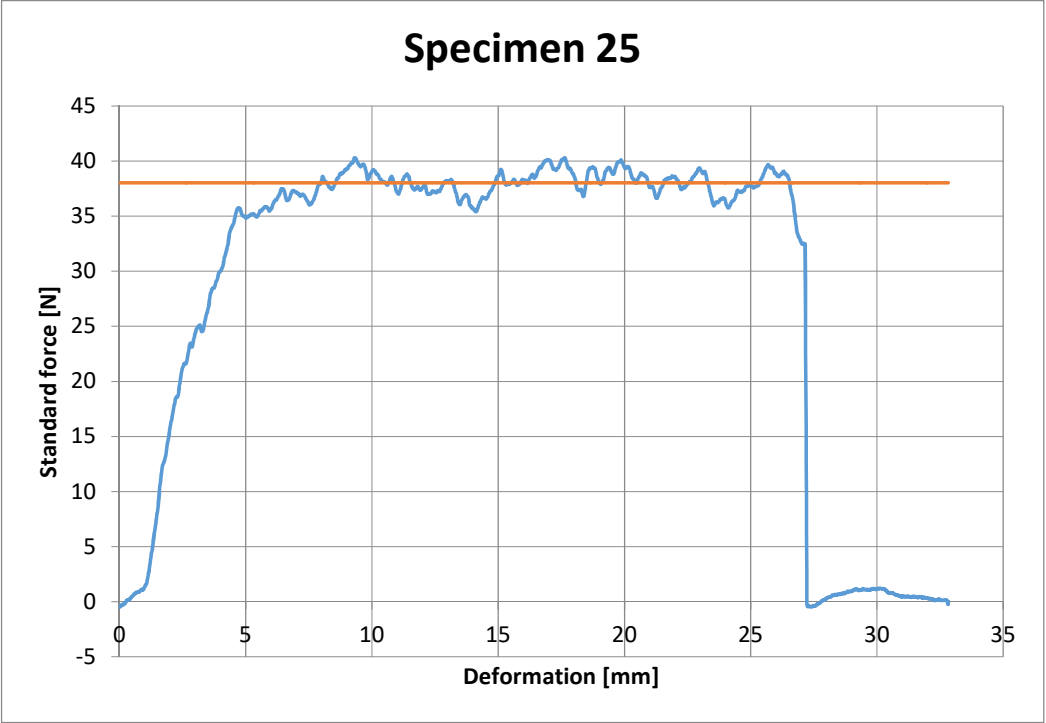
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 22 | Specimen 22    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 49.4805                 |



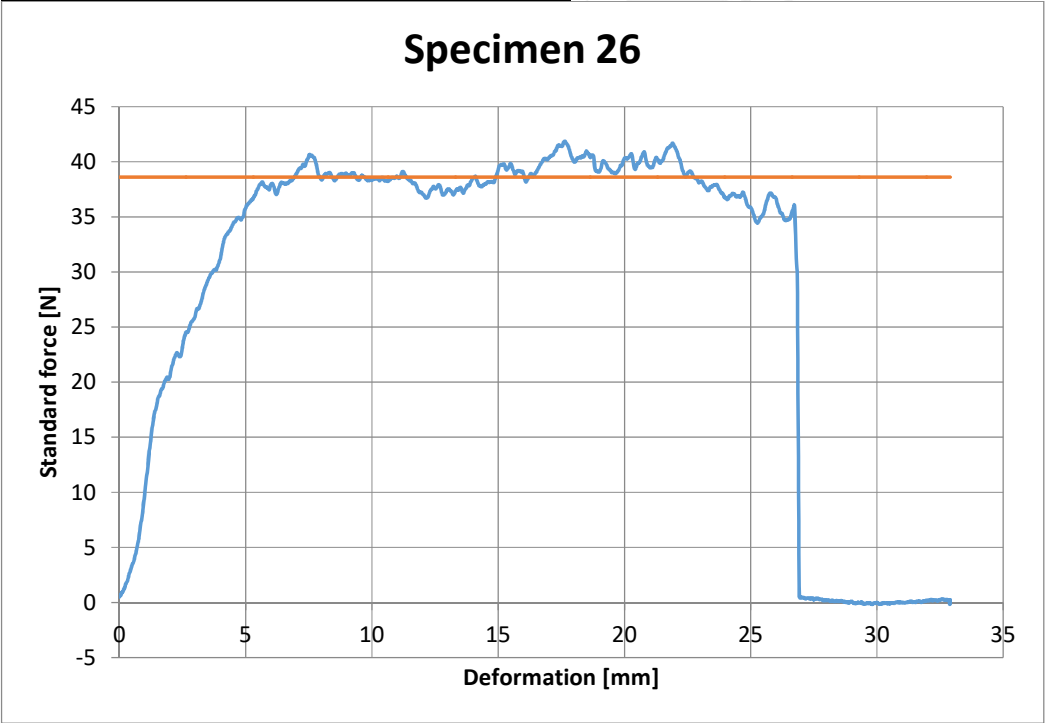
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 23 | Specimen 23    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 53.5948                 |



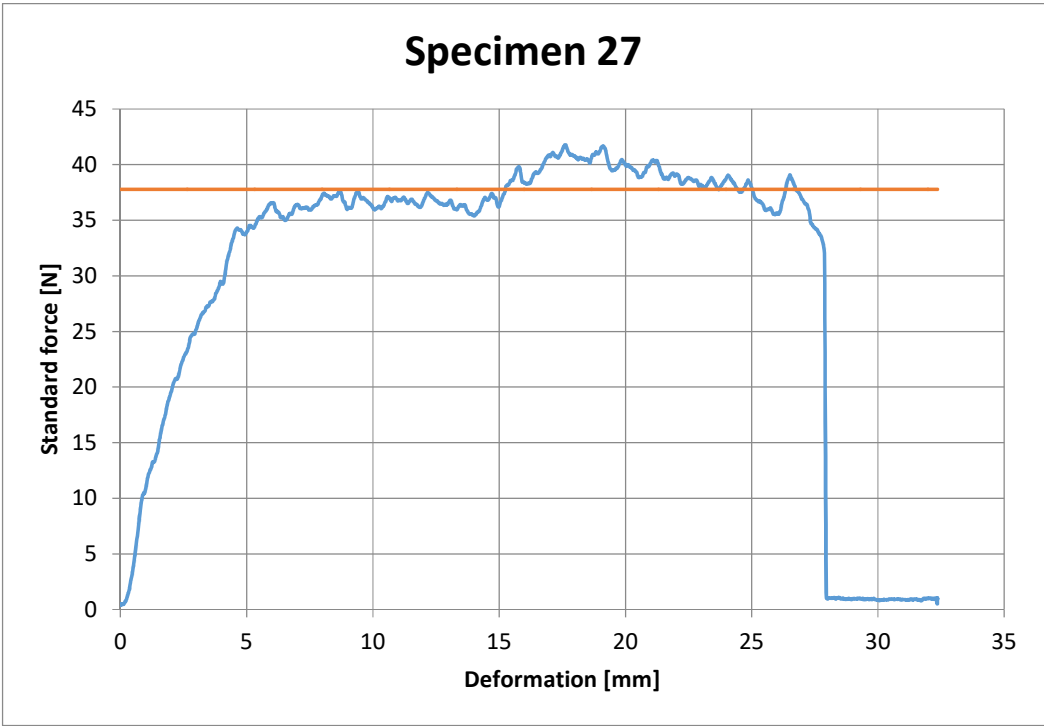
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 24 | Specimen 24    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 49.4661                 |



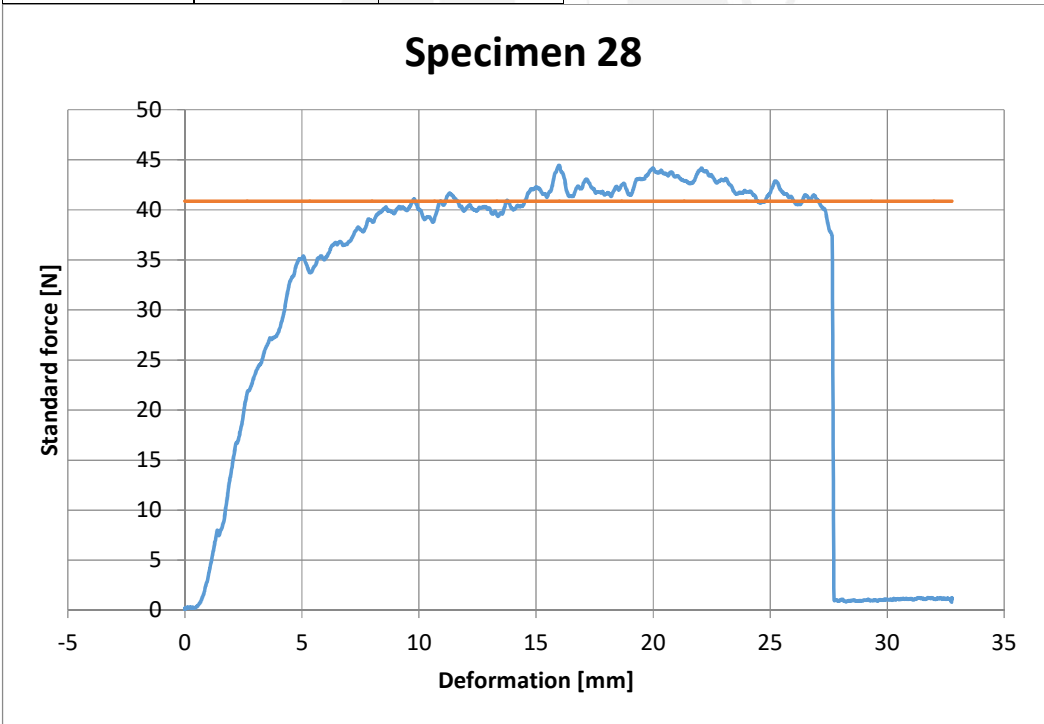
|             |                |                   |
|-------------|----------------|-------------------|
| Specimen 25 | Specimen 25    | F <sub>prom</sub> |
| Deformation | Standard force | 38.0366           |



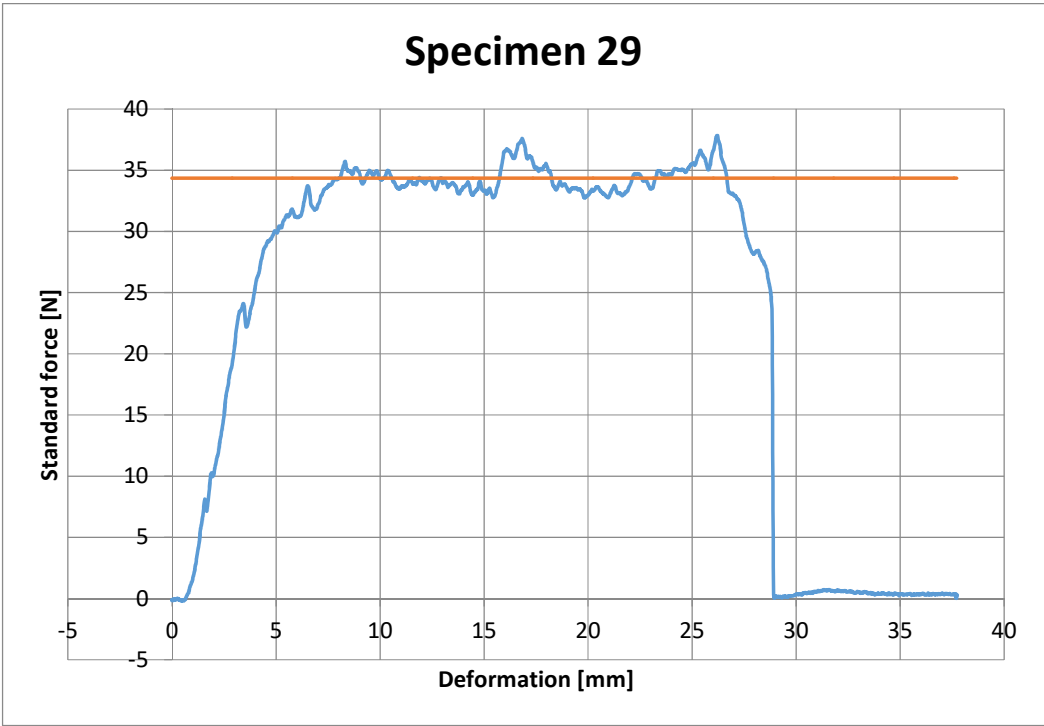
|             |                |                   |
|-------------|----------------|-------------------|
| Specimen 26 | Specimen 26    | F <sub>prom</sub> |
| Deformation | Standard force | 38.6075           |



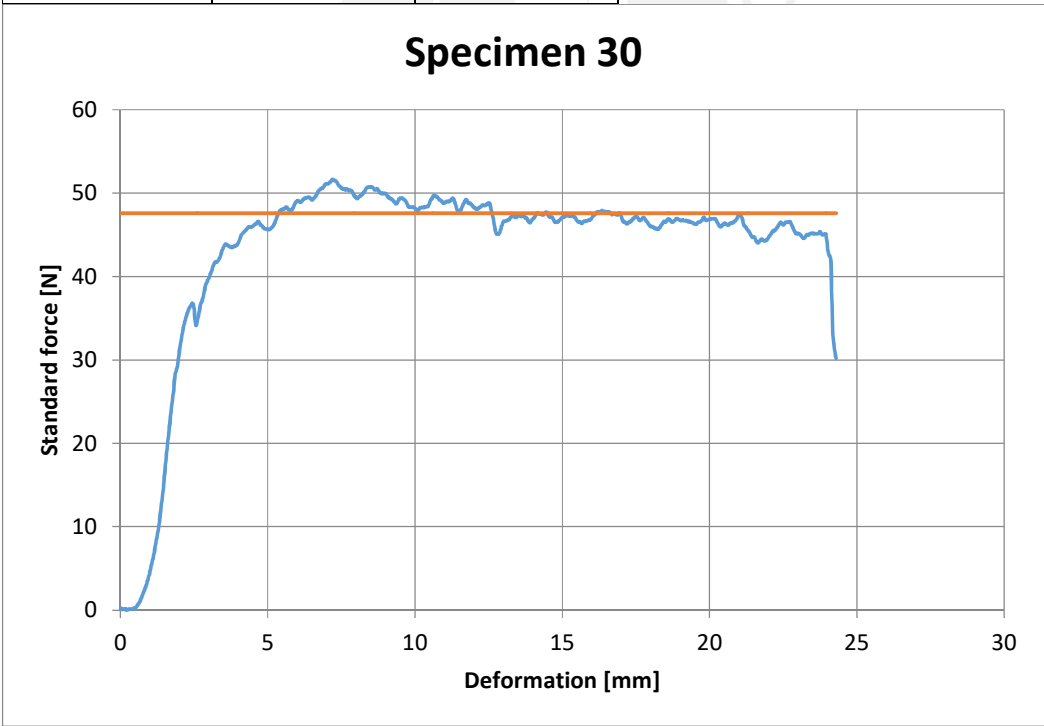
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 27 | Specimen 27    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | <b>37.7801</b>          |



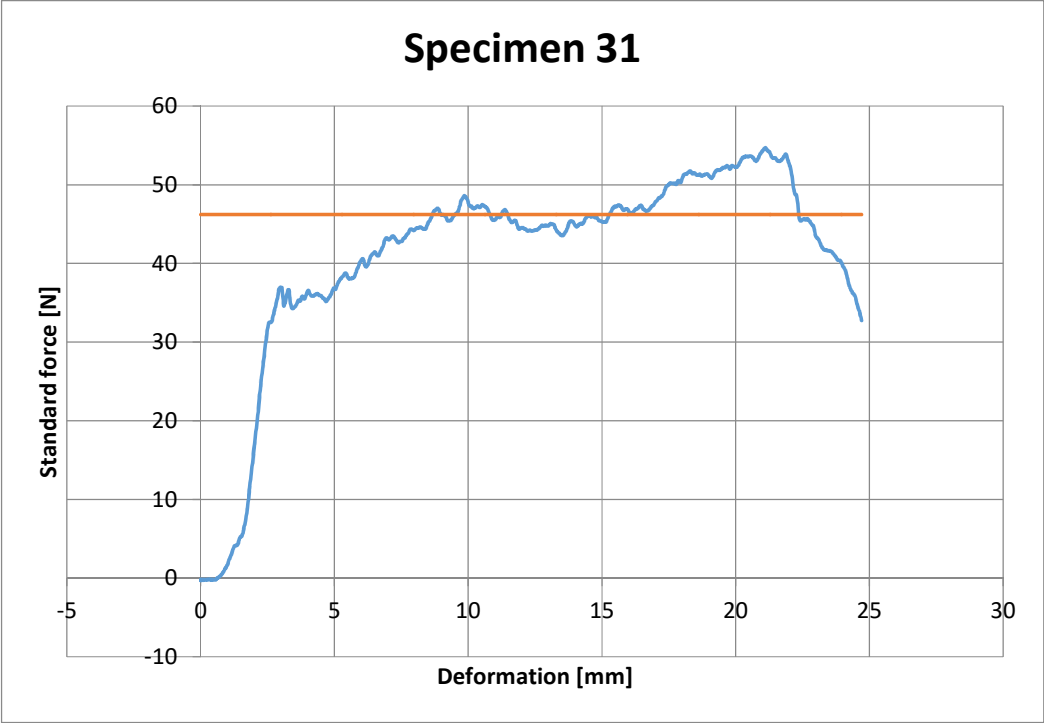
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 28 | Specimen 28    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | <b>40.8625</b>          |



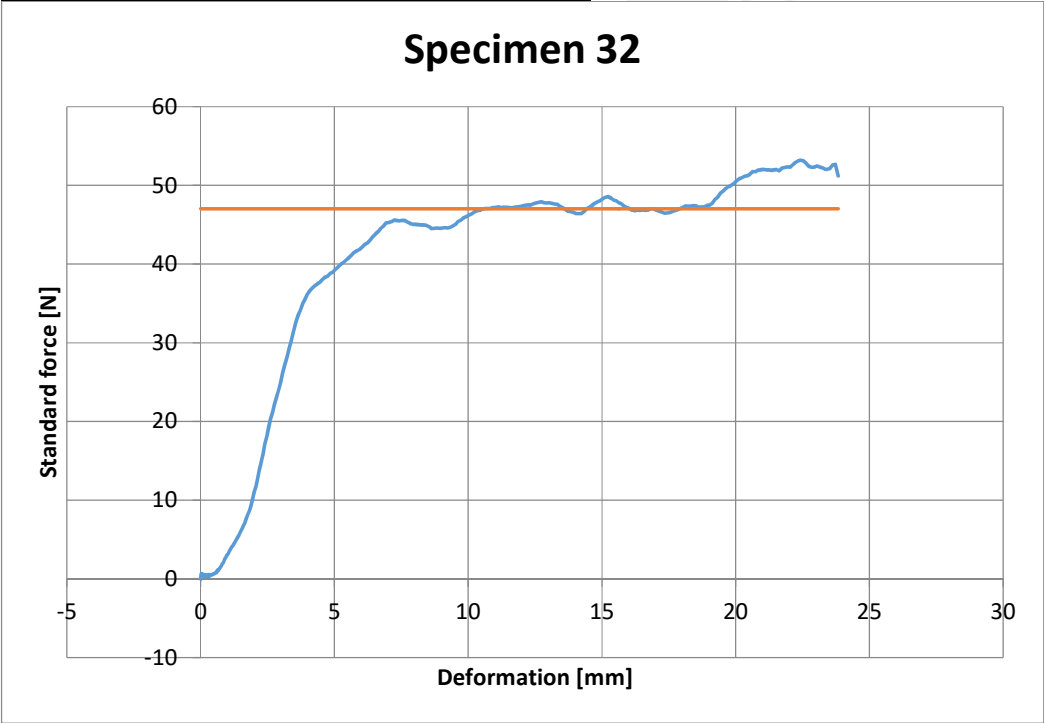
|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 29 | Specimen 29    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 34.3398                 |



|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 30 | Specimen 30    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 47.5941                 |



|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 31 | Specimen 31    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 46.1822                 |



|             |                |                         |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Specimen 32 | Specimen 32    | <b>F<sub>prom</sub></b> |
| Deformation | Standard force | 47.0493                 |

Resultados generales de corte.

| N° | Espé<br>cime<br>n | Velocid<br>ad corte<br>[mm/s] | Cuchilla<br>(Inox<br>grado<br>304) | Base<br>prom.<br>[mm] | Altura<br>prom.<br>[mm] | Sección<br>[mm <sup>2</sup> ] | Ensay<br>o | Fuerza<br>Máxima<br>[N] | W para<br>romper<br>[N.mm] |
|----|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------|----------------------------|
| 1  | 1                 | 20                            | C1                                 | 30.30                 | 26.40                   | 799.92                        | E1         | 52.0030                 | 1120.14                    |
| 2  | 1                 | 20                            | C1                                 | 32.05                 | 28.16                   | 902.53                        | E2         | 53.5913                 | 1245.88                    |
| 3  | 1                 | 20                            | C1                                 | 33.00                 | 28.84                   | 951.72                        | E3         | 50.8518                 | 1243.17                    |
| 4  | 1                 | 20                            | C1                                 | 34.24                 | 29.48                   | 1009.40                       | E4         | 53.9446                 | 1359.38                    |
| 5  | 1                 | 20                            | C1                                 | 35.34                 | 30.50                   | 1077.87                       | E5         | 55.9915                 | 1330.33                    |
| 6  | 1                 | 20                            | C1                                 | 35.67                 | 30.92                   | 1102.92                       | E6         | 62.5736                 | 1545.56                    |
| 7  | 2                 | 20                            | C1                                 | 37.89                 | 35.50                   | 1345.10                       | E7         | 74.4397                 | 2136.82                    |
| 8  | 2                 | 20                            | C1                                 | 38.00                 | 36.18                   | 1374.84                       | E8         | 68.6251                 | 2069.45                    |
| 9  | 2                 | 20                            | C1                                 | 37.80                 | 37.11                   | 1402.76                       | E9         | 71.3150                 | 1958.93                    |
| 10 | 2                 | 20                            | C1                                 | 37.28                 | 36.00                   | 1342.08                       | E10        | 60.7501                 | 1720.59                    |
| 11 | 2                 | 30                            | C1                                 | 35.70                 | 35.22                   | 1257.35                       | E11        | 59.8259                 | 1860.59                    |
| 12 | 3                 | 30                            | C1                                 | 31.55                 | 28.40                   | 896.02                        | E12        | 59.1275                 | 1327.62                    |
| 13 | 3                 | 30                            | C1                                 | 30.60                 | 28.36                   | 867.82                        | E13        | 52.2228                 | 1182.07                    |
| 14 | 3                 | 30                            | C1                                 | 30.42                 | 27.97                   | 850.85                        | E14        | 48.0150                 | 1090.00                    |
| 15 | 3                 | 30                            | C1                                 | 30.00                 | 28.46                   | 853.80                        | E15        | 49.6415                 | 1131.20                    |
| 16 | 3                 | 30                            | C1                                 | 30.00                 | 28.84                   | 865.20                        | E16        | 47.8622                 | 1062.70                    |
| 17 | 3                 | 30                            | C1                                 | 30.00                 | 28.50                   | 855.00                        | E17        | 46.8269                 | 1047.00                    |
| 18 | 4                 | 30                            | C1                                 | 40.50                 | 32.91                   | 1332.86                       | E18        | 67.5107                 | 1778.89                    |
| 19 | 4                 | 30                            | C1                                 | 38.50                 | 33.18                   | 1277.43                       | E19        | 63.4114                 | 1713.06                    |
| 20 | 4                 | 30                            | C1                                 | 37.41                 | 33.05                   | 1236.40                       | E20        | 59.6853                 | 1626.12                    |
| 21 | 5                 | 40                            | C1                                 | 30.36                 | 32.73                   | 993.68                        | E21        | 54.0098                 | 1314.27                    |
| 22 | 5                 | 40                            | C1                                 | 31.68                 | 32.04                   | 1015.03                       | E22        | 58.3759                 | 1441.82                    |
| 23 | 5                 | 40                            | C1                                 | 32.97                 | 31.76                   | 1047.13                       | E23        | 61.7201                 | 1560.43                    |
| 24 | 5                 | 40                            | C1                                 | 34.15                 | 30.89                   | 1054.89                       | E24        | 58.0701                 | 1487.97                    |
| 25 | 6                 | 40                            | C1                                 | 24.69                 | 26.33                   | 650.09                        | E25        | 40.3139                 | 932.14                     |
| 26 | 6                 | 40                            | C1                                 | 25.01                 | 27.40                   | 685.27                        | E26        | 41.8605                 | 949.94                     |
| 27 | 6                 | 40                            | C1                                 | 25.05                 | 28.35                   | 710.17                        | E27        | 41.7852                 | 969.39                     |
| 28 | 6                 | 40                            | C1                                 | 24.93                 | 28.28                   | 705.02                        | E28        | 44.4444                 | 1018.56                    |
| 29 | 6                 | 40                            | C1                                 | 24.49                 | 28.00                   | 685.72                        | E29        | 37.8420                 | 881.95                     |
| 30 | 7                 | 40                            | C1                                 | 28.35                 | 25.04                   | 709.88                        | E30        | 51.6745                 | 1056.18                    |
| 31 | 7                 | 40                            | C1                                 | 27.69                 | 25.00                   | 692.25                        | E31        | 54.6734                 | 1016.86                    |
| 32 | 7                 | 600                           | C1                                 | 28.32                 | 25.07                   | 709.98                        | E32        | 53.1847                 | 988.26                     |



Fuerza promedio de corte por longitud de ancho.

| Espécimen | Velocidad corte [mm/s] | Base promedio [mm] | Sección [mm <sup>2</sup> ] | Ensayo | Fuerza promedio [N] | Fuerza promedio por longitud de ancho [N] |
|-----------|------------------------|--------------------|----------------------------|--------|---------------------|-------------------------------------------|
| 1         | 20                     | 30.30              | 799.92                     | E1     | 45.9200             | 1.52                                      |
| 1         | 20                     | 32.05              | 902.53                     | E2     | 50.4200             | 1.57                                      |
| 1         | 20                     | 33.00              | 951.72                     | E3     | 46.0200             | 1.39                                      |
| 1         | 20                     | 34.24              | 1009.40                    | E4     | 48.1600             | 1.41                                      |
| 1         | 20                     | 35.34              | 1077.87                    | E5     | 45.5547             | 1.29                                      |
| 1         | 20                     | 35.67              | 1102.92                    | E6     | 52.0454             | 1.46                                      |
| 2         | 20                     | 37.89              | 1345.10                    | E7     | 63.9719             | 1.69                                      |
| 2         | 20                     | 38.00              | 1374.84                    | E8     | 61.5067             | 1.62                                      |
| 2         | 20                     | 37.80              | 1402.76                    | E9     | 58.9301             | 1.56                                      |
| 2         | 20                     | 37.28              | 1342.08                    | E10    | 53.3857             | 1.43                                      |
| 2         | 30                     | 35.70              | 1257.35                    | E11    | 56.1666             | 1.57                                      |
| 3         | 30                     | 31.55              | 896.02                     | E12    | 55.0114             | 1.74                                      |
| 3         | 30                     | 30.60              | 867.82                     | E13    | 49.1970             | 1.61                                      |
| 3         | 30                     | 30.42              | 850.85                     | E14    | 44.1015             | 1.45                                      |
| 3         | 30                     | 30.00              | 853.80                     | E15    | 46.6164             | 1.55                                      |
| 3         | 30                     | 30.00              | 865.20                     | E16    | 43.0171             | 1.43                                      |
| 3         | 30                     | 30.00              | 855.00                     | E17    | 41.2776             | 1.38                                      |
| 4         | 30                     | 40.50              | 1332.86                    | E18    | 57.5135             | 1.42                                      |
| 4         | 30                     | 38.50              | 1277.43                    | E19    | 54.8011             | 1.42                                      |
| 4         | 30                     | 37.41              | 1236.40                    | E20    | 52.2424             | 1.40                                      |
| 5         | 40                     | 30.36              | 993.68                     | E21    | 44.0298             | 1.45                                      |
| 5         | 40                     | 31.68              | 1015.03                    | E22    | 49.4805             | 1.56                                      |
| 5         | 40                     | 32.97              | 1047.13                    | E23    | 53.5948             | 1.63                                      |
| 5         | 40                     | 34.15              | 1054.89                    | E24    | 49.4661             | 1.45                                      |
| 6         | 40                     | 24.69              | 650.09                     | E25    | 38.0366             | 1.54                                      |
| 6         | 40                     | 25.01              | 685.27                     | E26    | 38.6075             | 1.54                                      |
| 6         | 40                     | 25.05              | 710.17                     | E27    | 37.7801             | 1.51                                      |
| 6         | 40                     | 24.93              | 705.02                     | E28    | 40.8625             | 1.64                                      |
| 6         | 40                     | 24.49              | 685.72                     | E29    | 34.3398             | 1.40                                      |
| 7         | 40                     | 28.35              | 709.88                     | E30    | 47.5941             | 1.68                                      |
| 7         | 40                     | 27.69              | 692.25                     | E31    | 46.1822             | 1.67                                      |
| 7         | 600                    | 28.32              | 709.98                     | E32    | 47.0493             | 1.66                                      |

Fuerza máxima de corte por longitud de ancho.

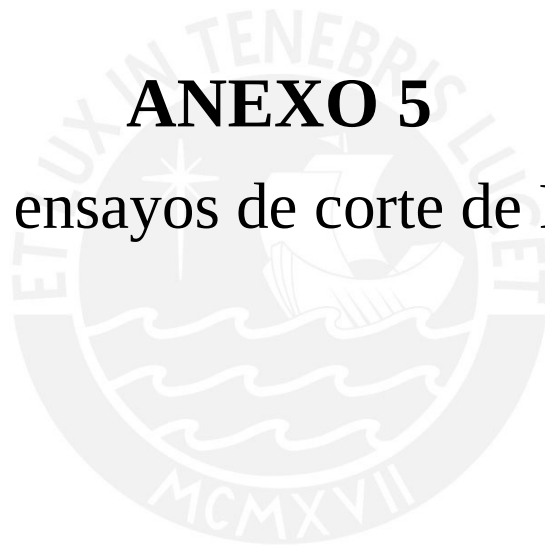
| Espécimen | Velocidad corte [mm/s] | Base promedio [mm] | Altura promedio [mm] | Ensayo | Fuerza máxima [N] | Fuerza máxima por longitud de ancho [N/mm] |
|-----------|------------------------|--------------------|----------------------|--------|-------------------|--------------------------------------------|
| 1         | 20                     | 30.30              | 26.40                | E1     | 52.0030           | 1.72                                       |
| 1         | 20                     | 32.05              | 28.16                | E2     | 53.5913           | 1.67                                       |
| 1         | 20                     | 33.00              | 28.84                | E3     | 50.8518           | 1.54                                       |
| 1         | 20                     | 34.24              | 29.48                | E4     | 53.9446           | 1.58                                       |
| 1         | 20                     | 35.34              | 30.50                | E5     | 55.9915           | 1.58                                       |
| 1         | 20                     | 35.67              | 30.92                | E6     | 62.5736           | 1.75                                       |
| 2         | 20                     | 37.89              | 35.50                | E7     | 74.4397           | 1.96                                       |
| 2         | 20                     | 38.00              | 36.18                | E8     | 68.6251           | 1.81                                       |
| 2         | 20                     | 37.80              | 37.11                | E9     | 71.3150           | 1.89                                       |
| 2         | 20                     | 37.28              | 36.00                | E10    | 60.7501           | 1.63                                       |
| 2         | 30                     | 35.70              | 35.22                | E11    | 59.8259           | 1.68                                       |
| 3         | 30                     | 31.55              | 28.40                | E12    | 59.1275           | 1.87                                       |
| 3         | 30                     | 30.60              | 28.36                | E13    | 52.2228           | 1.71                                       |
| 3         | 30                     | 30.42              | 27.97                | E14    | 48.0150           | 1.58                                       |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.46                | E15    | 49.6415           | 1.65                                       |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.84                | E16    | 47.8622           | 1.60                                       |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.50                | E17    | 46.8269           | 1.56                                       |
| 4         | 30                     | 40.50              | 32.91                | E18    | 67.5107           | 1.67                                       |
| 4         | 30                     | 38.50              | 33.18                | E19    | 63.4114           | 1.65                                       |
| 4         | 30                     | 37.41              | 33.05                | E20    | 59.6853           | 1.60                                       |
| 5         | 40                     | 30.36              | 32.73                | E21    | 54.0098           | 1.78                                       |
| 5         | 40                     | 31.68              | 32.04                | E22    | 58.3759           | 1.84                                       |
| 5         | 40                     | 32.97              | 31.76                | E23    | 61.7201           | 1.87                                       |
| 5         | 40                     | 34.15              | 30.89                | E24    | 58.0701           | 1.70                                       |
| 6         | 40                     | 24.69              | 26.33                | E25    | 40.3139           | 1.63                                       |
| 6         | 40                     | 25.01              | 27.40                | E26    | 41.8605           | 1.67                                       |
| 6         | 40                     | 25.05              | 28.35                | E27    | 41.7852           | 1.67                                       |
| 6         | 40                     | 24.93              | 28.28                | E28    | 44.4444           | 1.78                                       |
| 6         | 40                     | 24.49              | 28.00                | E29    | 37.8420           | 1.55                                       |
| 7         | 40                     | 28.35              | 25.04                | E30    | 51.6745           | 1.82                                       |
| 7         | 40                     | 27.69              | 25.00                | E31    | 54.6734           | 1.97                                       |
| 7         | 600                    | 28.32              | 25.07                | E32    | 53.1847           | 1.88                                       |

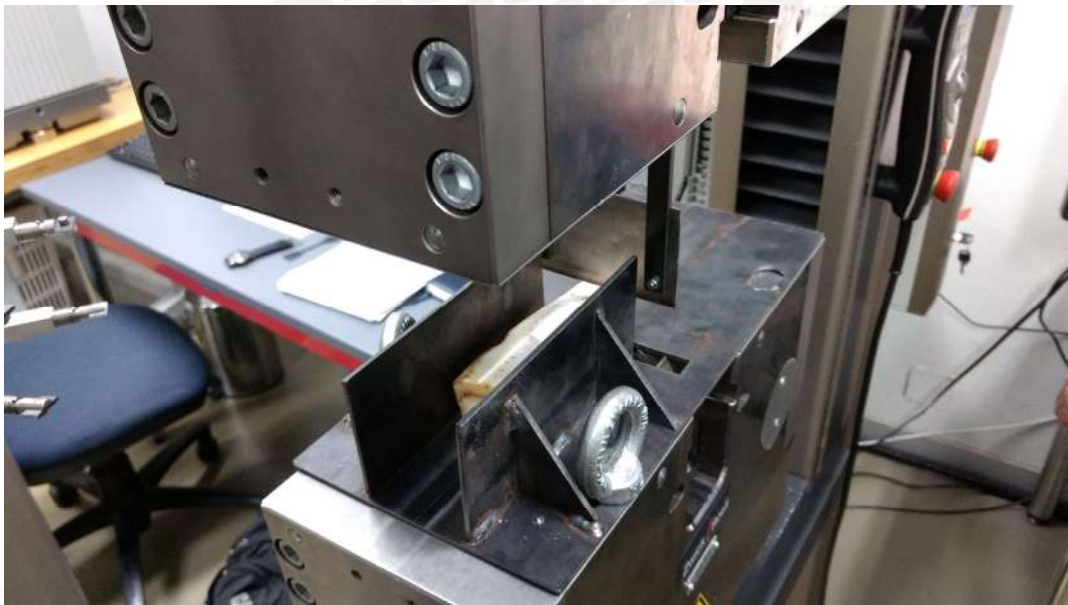
Energía de corte en Racacha.

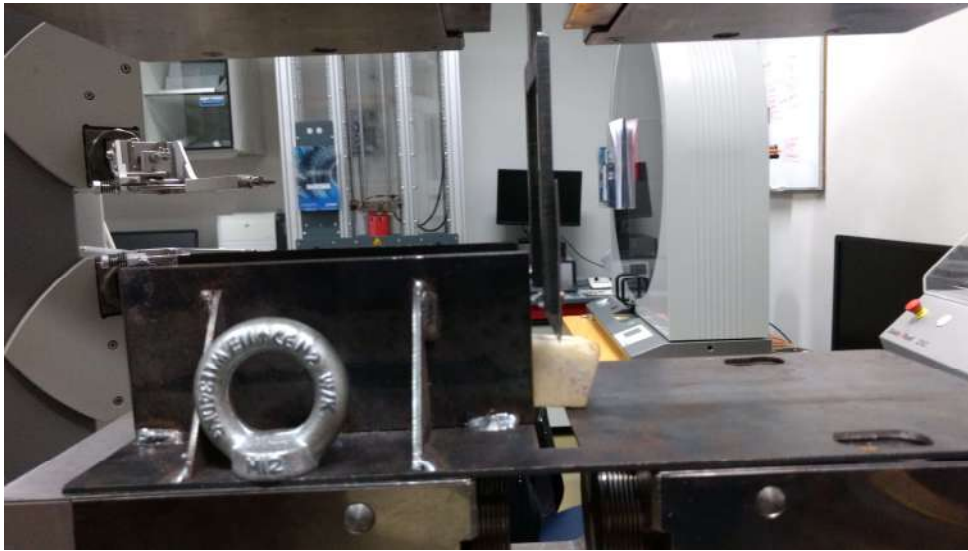
| Espécimen | Velocidad corte [mm/s] | Base promedio [mm] | Altura promedio [mm] | Ensayo | Energía de corte [N.mm] | Energía de corte por sección [N/mm] |
|-----------|------------------------|--------------------|----------------------|--------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1         | 20                     | 30.30              | 26.40                | E1     | 1120.14                 | 1.4003                              |
| 1         | 20                     | 32.05              | 28.16                | E2     | 1245.88                 | 1.3804                              |
| 1         | 20                     | 33.00              | 28.84                | E3     | 1243.17                 | 1.3062                              |
| 1         | 20                     | 34.24              | 29.48                | E4     | 1359.38                 | 1.3467                              |
| 1         | 20                     | 35.34              | 30.50                | E5     | 1330.33                 | 1.2342                              |
| 1         | 20                     | 35.67              | 30.92                | E6     | 1545.56                 | 1.4013                              |
| 2         | 20                     | 37.89              | 35.50                | E7     | 2136.81                 | 1.5886                              |
| 2         | 20                     | 38.00              | 36.18                | E8     | 2069.45                 | 1.5052                              |
| 2         | 20                     | 37.80              | 37.11                | E9     | 1958.93                 | 1.3965                              |
| 2         | 20                     | 37.28              | 36.00                | E10    | 1720.59                 | 1.2820                              |
| 2         | 30                     | 35.70              | 35.22                | E11    | 1860.59                 | 1.4798                              |
| 3         | 30                     | 31.55              | 28.40                | E12    | 1327.62                 | 1.4817                              |
| 3         | 30                     | 30.60              | 28.36                | E13    | 1182.07                 | 1.3621                              |
| 3         | 30                     | 30.42              | 27.97                | E14    | 1090.00                 | 1.2811                              |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.46                | E15    | 1131.20                 | 1.3249                              |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.84                | E16    | 1062.70                 | 1.2283                              |
| 3         | 30                     | 30.00              | 28.50                | E17    | 1047.00                 | 1.2246                              |
| 4         | 30                     | 40.50              | 32.91                | E18    | 1778.89                 | 1.3346                              |
| 4         | 30                     | 38.50              | 33.18                | E19    | 1713.06                 | 1.3410                              |
| 4         | 30                     | 37.41              | 33.05                | E20    | 1626.12                 | 1.3152                              |
| 5         | 40                     | 30.36              | 32.73                | E21    | 1314.27                 | 1.3226                              |
| 5         | 40                     | 31.68              | 32.04                | E22    | 1441.82                 | 1.4205                              |
| 5         | 40                     | 32.97              | 31.76                | E23    | 1560.43                 | 1.4902                              |
| 5         | 40                     | 34.15              | 30.89                | E24    | 1487.97                 | 1.4105                              |
| 6         | 40                     | 24.69              | 26.33                | E25    | 932.14                  | 1.4339                              |
| 6         | 40                     | 25.01              | 27.40                | E26    | 949.94                  | 1.3862                              |
| 6         | 40                     | 25.05              | 28.35                | E27    | 969.39                  | 1.3650                              |
| 6         | 40                     | 24.93              | 28.28                | E28    | 1018.56                 | 1.4447                              |
| 6         | 40                     | 24.49              | 28.00                | E29    | 881.95                  | 1.2862                              |
| 7         | 40                     | 28.35              | 25.04                | E30    | 1056.18                 | 1.4878                              |
| 7         | 40                     | 27.69              | 25.00                | E31    | 1016.86                 | 1.4689                              |
| 7         | 600                    | 28.32              | 25.07                | E32    | 988.26                  | 1.3920                              |

## **ANEXO 5**

Fotos de ensayos de corte de Racachas













Masa de la Racacha medida: 61 gramos

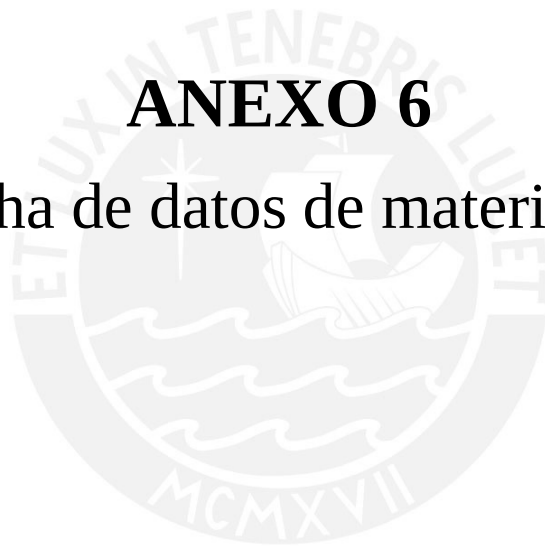
Volumen de la Racacha medida: 55 mililitros

Densidad calculada de la Racacha: 1.108 gramos/mililitro



## **ANEXO 6**

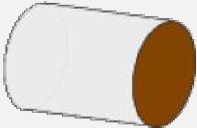
### Ficha de datos de materiales



## 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL BAR

440C is a high carbon straight chromium high hardenability martensitic stainless steel, generally supplied in the annealed condition with a maximum Brinell hardness of 269 (Rc29) or annealed and cold drawn with a maximum Brinell hardness of 285 (Rc31). Characterised by good corrosion resistance in mild domestic and industrial environments, including fresh water, organic materials, mild acids, various petroleum products, coupled with extreme high strength, hardness and wear resistance when in the hardened and tempered condition. 440C due to its excellent hardenability is capable of being through hardened up to Rc60 depending upon carbon content and section size. Small sections can be air cooled and quite large sections oil quenched for maximum through hardness. Used for parts requiring a combination of excellent wear resistance, plus reasonable corrosion resistance. Typical applications are: Ball Bearings and Races, Bushings, Cutlery, Chisels, Knife Blades, Pump Parts, Surgical Instruments, Valve Seats etc.

Material magnetic in all conditions.

| Colour Code                                                                                                   | Stocked Sizes     |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Dark Brown<br>(Bar end)<br> | Stocked Sizes     | 45 mm to 160 mm diameter. |
|                                                                                                               | <b>Bar Finish</b> |                           |
|                                                                                                               | Peeled Bar        |                           |

### Related Specifications

|           |                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| Australia | AS 2837-1986 440C                                        |
| Germany   | W.Nr 1.4125 X105CrMo17                                   |
| Japan     | JIS G4303 SuS 440C                                       |
| USA       | ASTM A276-98b 440C<br>SAE 51440C AISI 440C<br>UNS S44004 |

### Chemical Composition

|             | Min. % | Max % |
|-------------|--------|-------|
| Carbon      | 0.95   | 1.20  |
| Silicon     | 0      | 1.00  |
| Manganese   | 0      | 1.00  |
| *Nickel     | 0      | 1.00  |
| Chromium    | 16.00  | 18.00 |
| Molybdenum  | 0.00   | 0.75  |
| Phosphorous | 0      | 0.04  |
| Sulphur     | 0      | 0.03  |

\*Nickel addition optional.

### Mechanical Property Requirements For Material in the Annealed Condition to 1) AS2837 - 1986 440C and 2) ASTM A276-98b 440C

|               |                  |  |
|---------------|------------------|--|
| Specification | AS2837-1986 440C |  |
| Finish        |                  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                    |      |               |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|------|---------------|------|------|------|
| Brinell Hardness                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 269 Max            |      |               |      |      |      |
| Capable of attaining Rc59 minimum in 10mm test bar oil quenched from 1010°C - 1070°C.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                    |      |               |      |      |      |
| Specifrication                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | ASTM A276-98b 440C |      |               |      |      |      |
| Finish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    | Hot Finished       |      | Cold Finished |      |      |      |
| Brinell Hardness                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | 269 Max            |      | 285 Max       |      |      |      |
| Capable of attaining Rc58 minimum in 9.50mm test bar air cooled 1020°C.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                    |      |               |      |      |      |
| Typical Mechanical Properties At Room Temperature in the Annealed Condition (AS Supplied)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                    |      |               |      |      |      |
| Tensile Strength Mpa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    | 785                |      |               |      |      |      |
| Yield Strength Mpa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | 420                |      |               |      |      |      |
| Elongation in 50mm %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    | 15                 |      |               |      |      |      |
| Impact Charpy J                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    | 6                  |      |               |      |      |      |
| Hardness                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | HB | 240                |      |               |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Rc | 24                 |      |               |      |      |      |
| Typical Mechanical Properties At Room Temperature - Hardened By Oil Quench at 1030°C and Tempered as Indicated                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                    |      |               |      |      |      |
| Tempering Temperature °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    | 150                | 200  | 250           | 300  | 350  | 400  |
| Tensile Strengt Mpa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | 2050               | 2020 | 1980          | 1890 | 1820 | 1780 |
| Yield Strength Mpa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | 1930               | 1896 | 1845          | 1760 | 1675 | 1635 |
| Elongation in 50mm %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    | 4                  | 4    | 4             | 4    | 4    | 4    |
| Impact Charpy J                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    | 9                  | 9    | 9             | 9    | 9    | 9    |
| Hardness Rc                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    | 60                 | 59   | 57            | 56   | 56   | 56   |
| Section Size 25mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |                    |      |               |      |      |      |
| High tensile strength, high yield strength and high hardness but low impact properties.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                    |      |               |      |      |      |
| Elevated Temperature Properties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                    |      |               |      |      |      |
| 440C is not generally recommended for elevated temperature applications due to a reduction in corrosion resistance when tempered above 400°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                    |      |               |      |      |      |
| Low Temperature Properties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                    |      |               |      |      |      |
| 440C is also not recommended for use at sub-zero temperatures due to a further drop in impact properties.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                    |      |               |      |      |      |
| Cold Bending                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                    |      |               |      |      |      |
| Moderate cold bending is possible when fully annealed to maximum softness.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                    |      |               |      |      |      |
| Hot Bending                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |                    |      |               |      |      |      |
| Not generally recommended due to the high hardenability - air hardening capabilities of this grade. If really necessary then work piece following operation should be cooled as slowly as possible either in a furnace or in warm dry lime or ashes to room temperature prior to annealing.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |                    |      |               |      |      |      |
| Corrosion Resistance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                    |      |               |      |      |      |
| 440C has a corrosion resistance somewhat similar to 410 grade, but lower than 431 grade, also lower than most of the 400 series ferritic stainless steels and all of the 300 series austenitic stainless steels.NB. It has optimum corrosion resistance in the hardened and tempered condition when tempered below 400°C. Hardening from 1090°C will ensure better carbide solution, and therefore better corrosion resistance, but minimum soaking time should be allowed at this temperature otherwise excessive grain growth can occur. Polishing will further develop its corrosion resistance. It is not recommended for use in the annealed condition.It is most important that oxygen is always allowed to circulate freely on all stainless steel surfaces to ensure that a chrome oxide film is always present to protect it. If this is not the case, rusting will occur as with other types of non stainless steels. |    |                    |      |               |      |      |      |
| For optimum corrosion resistance surfaces must be free of scale and foreign particles. Finished parts should be passivated.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |                    |      |               |      |      |      |
| Forging                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                    |      |               |      |      |      |

# Specification Sheet: Alloy 316/316L

(UNS S31600, S31603) W. Nr. 1.4401, 1.4404

## An Austenitic Stainless Steel Containing Molybdenum Which is More Corrosion Resistant than the Conventional 304/304L Stainless Steel

Alloy 316/316L (UNS S31600/S31603) is a chromium-nickel-molybdenum austenitic stainless steel developed to provide improved corrosion resistance to Alloy 304/304L in moderately corrosive environments. It is often utilized in process streams containing chlorides or halides. The addition of molybdenum improves general corrosion and chloride pitting resistance. It also provides higher creep, stress-to-rupture and tensile strength at elevated temperatures.

It is common practice for 316L to be dual certified as 316 and 316L. The low carbon chemistry of 316L combined with an addition of nitrogen enables 316L to meet the mechanical properties of 316.

Alloy 316/316L resists atmospheric corrosion, as well as, moderately oxidizing and reducing environments. It also resists corrosion in polluted marine atmospheres. The alloy has excellent resistance to intergranular corrosion in the as-welded condition. Alloy 316/316L has excellent strength and toughness at cryogenic temperatures.

Alloy 316/316L is non-magnetic in the annealed condition, but can become slightly magnetic as a result of cold working or welding. It can be easily welded and processed by standard shop fabrication practices.

### Standards

**ASTM** ..... A 240  
**ASME** ..... SA 240  
**AMS** ..... 5524/5507  
**QQ-S** ..... 766

### Applications

- Chemical and Petrochemical Processing—pressure vessels, tanks, heat exchangers, piping systems, flanges, fittings, valves and pumps
- Food and Beverage Processing
- Marine
- Medical
- Petroleum Refining
- Pharmaceutical Processing
- Power Generation—nuclear
- Pulp and Paper
- Textiles
- Water Treatment

### Chemical Analysis

Weight % (all values are maximum unless a range is otherwise indicated)

| Element     | 316                   | 316L                  |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| Chromium    | 16.0 min. – 18.0 max. | 16.0 min. – 18.0 max. |
| Nickel      | 10.0 min. – 14.0 max. | 10.0 min. – 14.0 max. |
| Molybdenum  | 2.00 min. – 3.00 max. | 2.00 min. – 3.00 max. |
| Carbon      | 0.08                  | 0.030                 |
| Manganese   | 2.00                  | 2.00                  |
| Phosphorous | 0.045                 | 0.045                 |
| Sulfur      | 0.03                  | 0.03                  |
| Silicon     | 0.75                  | 0.75                  |
| Nitrogen    | 0.1                   | 0.1                   |
| Iron        | Balance               | Balance               |

### Physical Properties

#### Density

0.285 lbs/in<sup>3</sup>  
7.90 g/cm<sup>3</sup>

#### Specific Heat

0.11 BTU/lb-°F (32–212°F)  
450 J/kg-°K (0–100°C)

#### Modulus of Elasticity

29.0 x 10<sup>6</sup> psi  
200 GPa

#### Thermal Conductivity 212°F (100°C)

10.1 BTU/hr/ft<sup>2</sup>/ft/°F  
14.6 W/m-°K

#### Melting Range

2450–2630°F  
1390–1440°C

#### Electrical Resistivity

29.1 Microhm-in at 68°F  
74 Microhm-cm at 20°C

### Mean Coefficient of Thermal Expansion

| Temperature Range |         |                         |                         |
|-------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| °F                | °C      | in/in/°F                | cm/cm °C                |
| 68–212            | 20–100  | 9.2 x 10 <sup>-6</sup>  | 16.6 x 10 <sup>-6</sup> |
| 68–932            | 20–500  | 10.1 x 10 <sup>-6</sup> | 18.2 x 10 <sup>-6</sup> |
| 68–1832           | 20–1000 | 10.8 x 10 <sup>-6</sup> | 19.4 x 10 <sup>-6</sup> |



### SANDMEYER STEEL COMPANY

ONE SANDMEYER LANE • PHILADELPHIA, PA 19116-3598  
800-523-3663 • +1-215-464-7100 • FAX +1-215-677-1430

[www.SandmeyerSteel.com](http://www.SandmeyerSteel.com)

*Providing Solutions, With Materials and  
Value Added Products, for Process Industries*

## Mechanical Properties

### At Room Temperature

|                                 | Typical* | ASTM     |           |
|---------------------------------|----------|----------|-----------|
|                                 |          | Type 316 | Type 316L |
| 0.2% Offset Yield Strength, ksi | 44       | 30 min.  | 25 min.   |
| Ultimate Tensile Strength, ksi  | 85       | 75 min.  | 70 min.   |
| Elongation in 2 inches, %       | 56       | 40 min.  | 40 min.   |
| Reduction in Area, %            | 69       | —        | —         |
| Hardness, Rockwell B            | 81       | 95 max.  | 95 max.   |

\*0.375 inch plate

## Corrosion Resistance

| ALLOY    | Composition (Weight Percent) |     |      | PRE <sub>N</sub> <sup>1</sup> | CCT <sup>2</sup><br>°F (°C) | CPT <sup>3</sup><br>°F (°C) |
|----------|------------------------------|-----|------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|          | Cr                           | Mo  | N    |                               |                             |                             |
| Type 304 | 18.0                         | —   | 0.06 | 19.0                          | <27.5<br>(<-2.5)            | —                           |
| Type 316 | 16.5                         | 2.1 | 0.05 | 24.2                          | 27.5<br>(-2.5)              | 59<br>(15.0)                |
| Type 317 | 18.5                         | 3.1 | 0.06 | 29.7                          | 35.0<br>(1.7)               | 66<br>(18.9)                |
| SSC-6MO  | 20.5                         | 6.2 | 0.22 | 44.5                          | 110<br>(43.0)               | 149<br>(65)                 |

<sup>1</sup>Pitting Resistance Equivalent, including Nitrogen, PRE<sub>N</sub> = Cr + 3.3Mo + 16N

<sup>2</sup>Critical Crevice Corrosion Temperature, CCCT, based on ASTM G-48B (6% FeCl<sub>3</sub> for 72 hr, with crevices)

<sup>3</sup>Critical Pitting Temperature, CPT, based on ASTM G-48A (6% FeCl<sub>3</sub> for 72 hr)

### Lowest Temperature (°F) at Which the Corrosion Rate Exceeds 5 mpy

| CORROSION ENVIRONMENT                                         | Type 316L | Type 304 | 2205 (UNS S32205) | 2507     |
|---------------------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------|----------|
| 0.2% Hydrochloric Acid                                        | >Boiling  | >Boiling | >Boiling          | >Boiling |
| 1% Hydrochloric Acid                                          | 86        | 86p      | 185               | >Boiling |
| 10% Sulfuric Acid                                             | 122       | —        | 140               | 167      |
| 60% Sulfuric Acid                                             | <54       | —        | <59               | <57      |
| 96% Sulfuric Acid                                             | 113       | —        | 77                | 86       |
| 85% Phosphoric Acid                                           | 203       | 176      | 194               | 203      |
| 10% Nitric Acid                                               | >Boiling  | >Boiling | >Boiling          | >Boiling |
| 65% Nitric Acid                                               | 212       | 212      | 221               | 230      |
| 80% Acetic Acid                                               | >Boiling  | 212p     | >Boiling          | >Boiling |
| 50% Formic Acid                                               | 104       | ≥50      | 194               | 194      |
| 50% Sodium Hydroxide                                          | 194       | 185      | 194               | 230      |
| 83% Phosphoric Acid + 2% Hydrofluoric Acid                    | 149       | 113      | 122               | 140      |
| 60% Nitric Acid + 2% Hydrochloric Acid                        | >140      | >140     | >140              | >140     |
| 50% Acetic Acid + 50% Acetic Anhydride                        | 248       | >Boiling | 212               | 230      |
| 1% Hydrochloric Acid + 0.3% Ferric Chloride                   | 77p       | 68p      | 113ps             | 203ps    |
| 10% Sulfuric Acid + 2000ppm Cl <sup>-</sup> + N <sub>2</sub>  | 77        | —        | 95                | 122      |
| 10% Sulfuric Acid + 2000ppm Cl <sup>-</sup> + SO <sub>2</sub> | <<59p     | —        | <59               | 104      |
| WPA1, High Cl <sup>-</sup> Content                            | ≤50       | <<50     | 113               | 203      |
| WPA2, High F <sup>-</sup> Content                             | ≤50       | <<50     | 140               | 167      |

ps = pitting can occur

ps = pitting/crevice corrosion can occur

| WPA | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Cl <sup>-</sup> | F <sup>-</sup> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | CaO  | MgO  |
|-----|-------------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|
| 1   | 54                            | 0.20            | 0.50           | 4.0                            | 0.30                           | 0.20                           | 0.10             | 0.20 | 0.70 |
| 2   | 54                            | 0.02            | 2.0            | 4.0                            | 0.30                           | 0.20                           | 0.10             | 0.20 | 0.70 |

In most applications Alloy 316/316L has superior corrosion resistance to Alloy 304/304L. Process environments that do not corrode Alloy 304/304L will not attack this grade. One exception, however, is in highly oxidizing acids such as nitric acid where stainless steels containing molybdenum are less resistant. Alloy 316/316L performs well in sulfur containing service such as that encountered in the pulp and paper industry. The alloy can be used in high concentrations at temperatures up to 120°F (38°C).

Alloy 316/316L also has good resistance to pitting in phosphoric and acetic acid. It performs well in boiling 20% phosphoric acid. The alloy can also be used in the food and pharmaceutical process industries where it is utilized to handle hot organic and fatty acids in an effort to minimize product contamination.

Alloy 316/316L performs well in fresh water service even with high levels of chlorides. The alloy has excellent resistance to corrosion in marine environments under atmospheric conditions.

The higher molybdenum content of Alloy 316/316L assures it will have superior pitting resistance to Alloy 304/304L in applications involving chloride solutions, particularly in an oxidizing environment.

In most instances, the corrosion resistance of Alloys 316 and 316L will be roughly equal in most corrosive environments. However, in environments that are sufficiently corrosive to cause intergranular corrosion of welds and heat-affected zones Alloy 316L should be used because of its low carbon content.

## Fabrication Data

Alloy 316/316L can be easily welded and processed by standard shop fabrication practices.

### Hot Forming

Working temperatures of 1700–2200°F (927–1204°C) are recommended for most hot working processes. For maximum corrosion resistance, the material should be annealed at 1900°F (1038°C) minimum and water quenched or rapidly cooled by other means after hot working.

### Cold Forming

The alloy is quite ductile and forms easily. Cold working operations will increase the strength and hardness of the alloy and might leave it slightly magnetic.

### Welding

Alloy 316/316L can be readily welded by most standard processes. A post weld heat treatment is not necessary.

### Machining

Alloy 316/316L is subject to work hardening during deformation and is subject to chip breaking. The best machining results are achieved with slower speeds, heavier feeds, excellent lubrication, sharp tooling and powerful rigid equipment.

| Operation         | Tool             | Lubrication        | CONDITIONS      |                 |           |             |             |              |
|-------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
|                   |                  |                    | Depth-mm        | Depth-in        | Feed-mm/t | Feed-in/t   | Speed-m/min | Speed-ft/min |
| Turning           | High Speed Steel | Cutting Oil        | 6               | .23             | 0.5       | .019        | 11–16       | 36.1–52.5    |
|                   |                  |                    | 3               | .11             | 0.4       | .016        | 18–23       | 59.1–75.5    |
|                   |                  |                    | 1               | .04             | 0.2       | .008        | 25–30       | 82–98.4      |
|                   | Carbide          | Dry or Cutting Oil | 6               | .23             | 0.5       | .019        | 70–80       | 229.7–262.5  |
|                   |                  |                    | 3               | .11             | 0.4       | .016        | 85–95       | 278.9–312.7  |
|                   |                  |                    | 1               | .04             | 0.2       | .008        | 100–110     | 328.1–360.9  |
| Cutting           | High Speed Steel | Cutting Oil        | Depth of cut-mm | Depth of cut-in | Feed-mm/t | Feed-in/t   | Speed-m/min | Speed-ft/min |
|                   |                  |                    | 1.5             | .06             | 0.03–0.05 | .0012–.0020 | 16–21       | 52.5–68.9    |
|                   |                  |                    | 3               | .11             | 0.04–0.06 | .0016–.0024 | 17–22       | 55.8–72.2    |
|                   |                  |                    | 6               | .23             | 0.05–0.07 | .0020–.0027 | 18–23       | 59–75.45     |
| Drilling          | High Speed Steel | Cutting Oil        | Drill ø mm      | Drill ø in      | Feed-mm/t | Feed-in/t   | Speed-m/min | Speed-ft/min |
|                   |                  |                    | 1.5             | .06             | 0.02–0.03 | .0008–.0012 | 10–14       | 32.8–45.9    |
|                   |                  |                    | 3               | .11             | 0.05–0.06 | .0020–.0024 | 12–16       | 39.3–52.5    |
|                   |                  |                    | 6               | .23             | 0.08–0.09 | .0031–.0035 | 12–16       | 39.3–52.5    |
|                   |                  |                    | 12              | .48             | 0.09–0.10 | .0035–.0039 | 12–16       | 39.3–52.5    |
| Milling Profiling | High Speed Steel | Cutting Oil        |                 |                 | Feed-mm/t | Feed-in/t   | Speed-m/min | Speed-ft/min |
|                   |                  |                    |                 |                 | 0.05–0.10 | .002–.004   | 10–20       | 32.8–65.6    |

The information and data in this product data sheet are accurate to the best of our knowledge and belief, but are intended for informational purposes only, and may be revised at any time without notice. Applications suggested for the materials are described only to help readers make their own evaluations and decisions, and are neither guarantees nor to be construed as express or implied warranties of suitability for these or other applications.



**SANDMEYER  
STEEL COMPANY**

## 431 Martensitic Stainless Steel

|                                        |      |                       |      |      |     |       |       |
|----------------------------------------|------|-----------------------|------|------|-----|-------|-------|
| Typical<br>Analysis<br>(Ave. values %) | C    | Si                    | Mn   | Cr   | Ni  | S     | P     |
|                                        | 0.19 | 0.25                  | 0.40 | 15.9 | 1.6 | 0.025 | 0.025 |
| NEAREST<br><br>STANDARD                | AS   | DIN                   |      | SIS  |     | AISI  |       |
|                                        | 431  | 1.4057<br>X20CrNi16-2 |      | 2321 |     | 431   |       |

| DESCRIPTION | Heat treated 850 – 100 Nmm <sup>2</sup> martensitic, nickel bearing grade. Good corrosion resistance, excellent tensile and torque strength and good toughness. This grade can not be readily cold worked and is therefore not recommended for cold heading and bending |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| APPLICATIONS | Pump shafts, nuts & bolts, studs, valve parts, or other use where high tensile properties are required.<br><b>NOTE: Other stainless steels which may be considered for these applications are BOHLER M303; UDDEHOLM Ramax; Corrax and 17-4 PH.</b> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| MECHANICAL<br>PROPERTIES<br>H & T<br>60-160 MM | Tensile Strength<br>MPa | Yield Strength<br>MPa | Elong<br>% | Impact Strength<br>J |
|------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|----------------------|
|                                                | 850 - 1000              | 600                   | 12         | 25                   |

| HEAT<br>TREATMENT | Forge  | 800-100°C. Cool in furnace                               |
|-------------------|--------|----------------------------------------------------------|
|                   | Anneal | 680-800°C. Cool slowly in controlled furnace.            |
|                   | Harden | 950-1050°C Oil or Air.                                   |
|                   | Temper | 600-650°C hold for 1 hour min. at temperature, air cool. |

| PHYSICAL<br>PROPERTIES | Density (kg/dm <sup>3</sup> )                              | 7.85 |
|------------------------|------------------------------------------------------------|------|
|                        | Modulus of elasticity<br>10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> | 215  |
|                        | Thermal conductivity<br>W/(m.K)                            | 25   |
|                        | Electric resistivity<br>Ohm.mm <sup>2</sup> /m             | 0.70 |
|                        | Specific heat capacity<br>J/(kg.K)                         | 460  |
|                        | Thermal expansion<br>10 <sup>6</sup> m/(m.K)               | 10   |

**WELDING**

For joint welding, preheat parts to a temperature of 250-450°C. For building up preheat to 100-200°C. To increase toughness in the heat affected zone of the base metal, anneal welding joints at 650-750°C or conduct a new heat treatment cycle. Use Bohler SKWAM electrodes or SKWAM-IG for MIG or TIG.





- Applications and variations of the F temper
- Applications and variations of the W temper
- Applications and variations of the H tempers
- Applications and variations of the T tempers
  - a. Identifying cold work
  - b. Identifying stabilization treatments
  - c. Identifying partial annealing treatments
  - d. Identifying specific products (e.g., embossed sheet)
  - e. Applications and variations of the T tempers
  - f. Identifying stress relief (TX51, TX510, TX511; TX52)
  - g. Identifying modifications in quenching (T5 versus T6; T6 versus T61)
  - h. Heat treatment by nonproducer (heat treater or fabricator) (TX2)
  - i. Applications of H or T Tempers for Specific Performance (corrosion resistance; identifying tempers for special or premium properties; T736 and T74)

As background and useful reference material in understanding more about aluminum alloy temper designations, the typical mechanical properties of representative wrought and cast aluminum alloys are presented in Tables 1 and 2, respectively.

**Table 1 Typical mechanical properties of wrought aluminum alloys(a)**

| Alloy and temper | Tension       |       | Elongation, %                             |                                       | Hardness, Brinell No., 500 kg load, 10 mm ball | Shear, ultimate shearing strength, ksi | Fatigue, endurance limit(b), ksi | Modulus, modulus of elasticity(c) ksi $\times 10^3$ |
|------------------|---------------|-------|-------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                  | Strength, ksi |       | In 2 in. $\frac{1}{2}$ in. thick specimen | In 4D $\frac{1}{2}$ in. diam specimen |                                                |                                        |                                  |                                                     |
|                  | Ultimate      | Yield |                                           |                                       |                                                |                                        |                                  |                                                     |
| 1060-O           | 10            | 4     | 43                                        | ...                                   | 19                                             | 7                                      | 3                                | 10.0                                                |
| 1060-H12         | 12            | 11    | 16                                        | ...                                   | 23                                             | 8                                      | 4                                | 10.0                                                |
| 1060-H14         | 14            | 13    | 12                                        | ...                                   | 26                                             | 9                                      | 5                                | 10.0                                                |
| 1060-H16         | 16            | 15    | 8                                         | ...                                   | 30                                             | 10                                     | 6.5                              | 10.0                                                |
| 1060-H18         | 19            | 18    | 6                                         | ...                                   | 35                                             | 11                                     | 6.5                              | 10.0                                                |
| 1100-O           | 13            | 5     | 35                                        | 45                                    | 23                                             | 9                                      | 5                                | 10.0                                                |
| 1100-H12         | 16            | 15    | 12                                        | 25                                    | 28                                             | 10                                     | 6                                | 10.0                                                |
| 1100-H14         | 18            | 17    | 9                                         | 20                                    | 32                                             | 11                                     | 7                                | 10.0                                                |
| 1100-H16         | 21            | 20    | 6                                         | 17                                    | 38                                             | 12                                     | 9                                | 10.0                                                |
| 1100-H18         | 24            | 22    | 5                                         | 15                                    | 44                                             | 13                                     | 9                                | 10.0                                                |
| 1350-O           | 12            | 4     | ...                                       | (d)                                   | ...                                            | 8                                      | ...                              | 10.0                                                |
| 1350-H12         | 14            | 12    | ...                                       | ...                                   | ...                                            | 9                                      | ...                              | 10.0                                                |
| 1350-H14         | 16            | 14    | ...                                       | ...                                   | ...                                            | 10                                     | ...                              | 10.0                                                |
| 1350-H16         | 18            | 16    | ...                                       | ...                                   | ...                                            | 11                                     | ...                              | 10.0                                                |
| 1350-H19         | 27            | 24    | ...                                       | (e)                                   | ...                                            | 15                                     | 7                                | 10.0                                                |
| 2011-T3          | 55            | 43    | ...                                       | 15                                    | 95                                             | 32                                     | 18                               | 10.2                                                |
| 2011-T8          | 59            | 45    | ...                                       | 12                                    | 100                                            | 35                                     | 18                               | 10.2                                                |

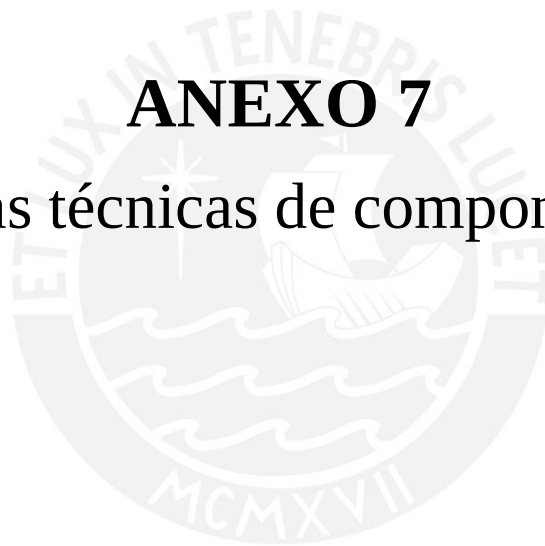
(continued)

Note: Table values not intended for use in design. (a) The indicated typical mechanical properties for all except O temper material are higher than the specified minimum properties. For O temper products, typical ultimate and yield values are slightly lower than specified (maximum) values. (b) Based on 500,000,000 cycles of completely reversed stress using the R.R. Moore type of machine and specimen. (c) Average of tension and compression moduli. Compression modulus is about 2% greater than tension modulus. (d) 1350-O wire will have an elongation of approximately 23% in 10 in. (e) 1350-H19 wire will have an elongation of approximately 1½% in 10 in. (f) Tempers T361 and T861 were formerly designated T36 and T86, respectively. (g) Based on  $10^7$  cycles using flexural type testing of sheet specimens. (h) Based on ¼ in. thick specimen. (i) T7451, although not previously registered, has appeared in literature and in some specifications as T73651.

| TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS<br>DEL ACERO INOXIDABLE |                                                                               |                                             | SERIE 300 -                                                                      |                                                                                   |                                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                                                               |                                             | Acero al Cromo Níquel                                                            |                                                                                   |                                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                   |
|                                                           |                                                                               |                                             | 301                                                                              | 302                                                                               | 303                                                                                               | 304                                                                               | 304 L                                                                              | 321                                                                                               |
| DESIGNACIÓN                                               | TIPO ASTM (AISI)                                                              |                                             |                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                   |
|                                                           | COMPOSICIÓN QUÍMICA                                                           |                                             | C% 0,15 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 16,0018,00<br>Ni% 6,008,00 | C% 0,15 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 17,0019,00<br>Ni% 8,0010,00 | C% 0,15 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 17,0019,00<br>Ni% 8,0010,00<br>S% 0,15 Mín, | C% 0,08 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 18,0020,00<br>Ni% 8,0010,50 | C% 0,030 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 18,0020,00<br>Ni% 8,0012,00 | C% 0,08 Máx.<br>Mn% 2,00 Máx.<br>Si% 1,00 Máx.<br>Cr% 17,0019,00<br>Ni% 9,0012,00<br>Ti%>5xC%0,07 |
| PROPIEDADES FÍSICAS                                       | PESO ESPECÍFICO (g/cm³)                                                       |                                             | 7,9                                                                              | 7,9                                                                               | 7,9                                                                                               | 7,9                                                                               | 7,9                                                                                | 7,9                                                                                               |
|                                                           | MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm²)                                                 |                                             | 193.000                                                                          | 193.000                                                                           | 193.000                                                                                           | 193.000                                                                           | 193.000                                                                            | 193.000                                                                                           |
|                                                           | ESTRUCTURA                                                                    |                                             | AUSTENÍTICO                                                                      | AUSTENÍTICO                                                                       | AUSTENÍTICO                                                                                       | AUSTENÍTICO                                                                       | AUSTENÍTICO                                                                        | AUSTENÍTICO                                                                                       |
|                                                           | CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)                                               |                                             | 500                                                                              | 500                                                                               | 500                                                                                               | 500                                                                               | 500                                                                                | 500                                                                                               |
|                                                           | CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)                                               | a 100 C<br>a 150 C                          | 16<br>21                                                                         | 16<br>21                                                                          | 16<br>21                                                                                          | 16<br>21                                                                          | 16<br>21                                                                           | 16<br>21,5                                                                                        |
|                                                           | COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 <sup>-6</sup> C <sup>-1</sup> ) | 0100 C<br>0300 C<br>0500 C<br>0700 C        | 16,92<br>17,10<br>18,18<br>18,72                                                 | 17,28<br>17,82<br>18,36<br>18,72                                                  | 17,3<br>17,8<br>18,4<br>18,7                                                                      | 17,30<br>17,80<br>18,40<br>18,80                                                  | 17,30<br>17,80<br>18,40<br>18,80                                                   | 16,74<br>17,10<br>18,54<br>19,26                                                                  |
|                                                           | INTERVALO DE FUSIÓN (C)                                                       |                                             | 13981420                                                                         | 13981420                                                                          | 13981420                                                                                          | 13981454                                                                          | 13981454                                                                           | 13981427                                                                                          |
|                                                           | PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO                              |                                             | AMAGNÉTICO 1,02                                                                  | AMAGNÉTICO 1,008                                                                  | AMAGNÉTICO 1,008                                                                                  | AMAGNÉTICO 1,008                                                                  | AMAGNÉTICO 1,008                                                                   | AMAGNÉTICO 1,008                                                                                  |
| PROPIEDADES ELÉCTRICAS                                    | CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)                                |                                             | 0,72                                                                             | 0,72                                                                              | 0,72                                                                                              | 0,72                                                                              | 0,72                                                                               | 0,72                                                                                              |
|                                                           |                                                                               |                                             |                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                   |
| PROPIEDADES MECÁNICAS A 20º                               | DUREZA BRINELL                                                                | RECOCIDO HB<br>CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB   | 135185<br>210330                                                                 | 135185<br>180330                                                                  | 130180<br>180330                                                                                  | 130150<br>180330                                                                  | 125145<br>-                                                                        | 130185<br>-                                                                                       |
|                                                           | DUREZA ROCKWELL                                                               | RECOCIDO HRB<br>CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC | 7592<br>2541<br>1/4 DURO-DURO                                                    | 7090<br>1035                                                                      | 7090<br>-                                                                                         | 7088<br>1035                                                                      | 7085<br>-                                                                          | 7088<br>-                                                                                         |
|                                                           | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm²)                   | RECOCIDO                                    | 590750<br>8701200<br>1/4 DURO-DURO                                               | 560720<br>6801180                                                                 | 530700<br>-                                                                                       | 500700<br>7001180                                                                 | 500680<br>-                                                                        | 520700<br>-                                                                                       |
|                                                           | ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0,2)(N/mm²)                           | RECOCIDO                                    | 215340<br>500900<br>1/4 DURO-DURO                                                | 205340<br>340900                                                                  | 205340<br>350900                                                                                  | 195340<br>340900                                                                  | 175300<br>-                                                                        | 205340<br>-                                                                                       |
|                                                           |                                                                               | RECOCIDO Rp(1) (N/mm²) MÍNIMO               | 225                                                                              | 245                                                                               | 255                                                                                               | 235                                                                               | 215                                                                                | 245                                                                                               |
|                                                           | ALARGAMIENTO 50mm.                                                            | A(%)                                        | 6555<br>258<br>1/4 DURO-DURO                                                     | 6050<br>5010                                                                      | 6050<br>-                                                                                         | 6550<br>5010                                                                      | 6550<br>-                                                                          | 6040<br>-                                                                                         |
|                                                           | ESTRICCIÓN                                                                    | RECOCIDO Z (%)                              | 7060                                                                             | 7555                                                                              | Mín. 50                                                                                           | 7560                                                                              | 7560                                                                               | 6550                                                                                              |
|                                                           | RESILENCIA                                                                    | KCUL (J/cm²)<br>KVL (J/cm²)                 | 130<br>140                                                                       | 160<br>180                                                                        | Mín. 100<br>-                                                                                     | 160<br>180                                                                        | 160<br>180                                                                         | 120<br>130                                                                                        |
| PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE                         | ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS                                           | Rp(0,2) (N/mm²)                             | a 300 C<br>a 400 C<br>a 500 C                                                    | -<br>-<br>-                                                                       | -<br>-<br>-                                                                                       | 125<br>97<br>93                                                                   | 115<br>98<br>88                                                                    | 150<br>135<br>120                                                                                 |
|                                                           |                                                                               |                                             | a 300 C<br>a 400 C<br>a 500 C                                                    | -<br>-<br>-                                                                       | -<br>-<br>-                                                                                       | 147<br>127<br>107                                                                 | 137<br>117<br>108                                                                  | 186<br>161<br>152                                                                                 |
|                                                           |                                                                               | Rp(1) (N/mm²)                               | a 300 C<br>a 400 C<br>a 500 C                                                    | -<br>-<br>-                                                                       | -<br>-<br>-                                                                                       | 147<br>127<br>107                                                                 | 137<br>117<br>108                                                                  | 186<br>161<br>152                                                                                 |
|                                                           |                                                                               |                                             | a 300 C<br>a 400 C<br>a 500 C                                                    | -<br>-<br>-                                                                       | -<br>-<br>-                                                                                       | 147<br>127<br>107                                                                 | 137<br>117<br>108                                                                  | 186<br>161<br>152                                                                                 |
| TRATAMIENTOS TÉRMICOS                                     | LÍMITE DE FLUENCIA                                                            | a 500 C<br>a 600 C<br>a 700 C               | -<br>-<br>-                                                                      | -<br>-<br>-                                                                       | -<br>-<br>-                                                                                       | 68<br>42<br>14,5                                                                  | 58,5<br>36<br>10,5                                                                 | 102<br>64<br>16,5                                                                                 |
|                                                           |                                                                               | σ1 / 100.000/ t (N/mm²) a 800 C             | -                                                                                | -                                                                                 | -                                                                                                 | 4,9                                                                               | 3,9                                                                                | 5,8                                                                                               |
|                                                           | RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL                                         | (OC)<br>(I)                                 | ENFR. RÁPIDO 10081120                                                            | ENFR. RÁPIDO 10081120                                                             | ENFR. RÁPIDO 10081120                                                                             | ENFR. RÁPIDO 10081120                                                             | ENFR. RÁPIDO 10081120                                                              | ENFR. RÁPIDO 9531120                                                                              |
|                                                           | TEMPLE                                                                        |                                             | NO COGE TEMPLE                                                                   | NO COGE TEMPLE                                                                    | NO COGE TEMPLE                                                                                    | NO COGE TEMPLE                                                                    | NO COGE TEMPLE                                                                     | NO COGE TEMPLE                                                                                    |
| OTRAS PROPIEDADES                                         | INTERVALO DE FORJA                                                            | TEMPER. INICIAL<br>TEMPER. FINAL            | 1200<br>925                                                                      | 1200<br>925                                                                       | 1200<br>925                                                                                       | 1200<br>925                                                                       | 1200<br>925                                                                        | 1175<br>925                                                                                       |
|                                                           | TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA                                              | SERVICIO CONTINUO<br>SERVICIO INTERMITENTE  | 900<br>810                                                                       | 900<br>810                                                                        | -<br>815                                                                                          | 925<br>840                                                                        | 925<br>840                                                                         | 900<br>810                                                                                        |
|                                                           | SOLDABILIDAD                                                                  |                                             | MUY BUENA                                                                        | MUY BUENA                                                                         | NO ACONSEJABLE                                                                                    | MUY BUENA                                                                         | MUY BUENA                                                                          | BUENA                                                                                             |
| OTRAS PROPIEDADES                                         | MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112                  |                                             | 45%                                                                              | 45%                                                                               | 55%                                                                                               | 45%                                                                               | 45%                                                                                | 36%                                                                                               |
|                                                           | EMBUTICIÓN                                                                    |                                             | BUENA                                                                            | BUENA                                                                             | REGULAR                                                                                           | MUY BUENA                                                                         | MUY BUENA                                                                          | BUENA                                                                                             |

# **ANEXO 7**

Fichas técnicas de componentes

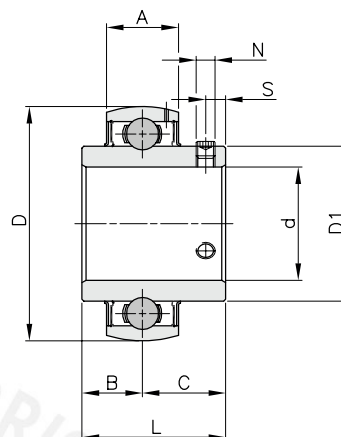




# RODAMIENTOS INOX PARA SOPORTES

## BALL BEARING IN STAINLESS STEEL

### RODAMIENTOS INOX “B-UC” PARA SOPORTES



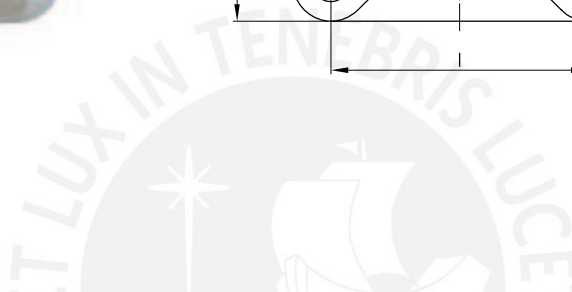
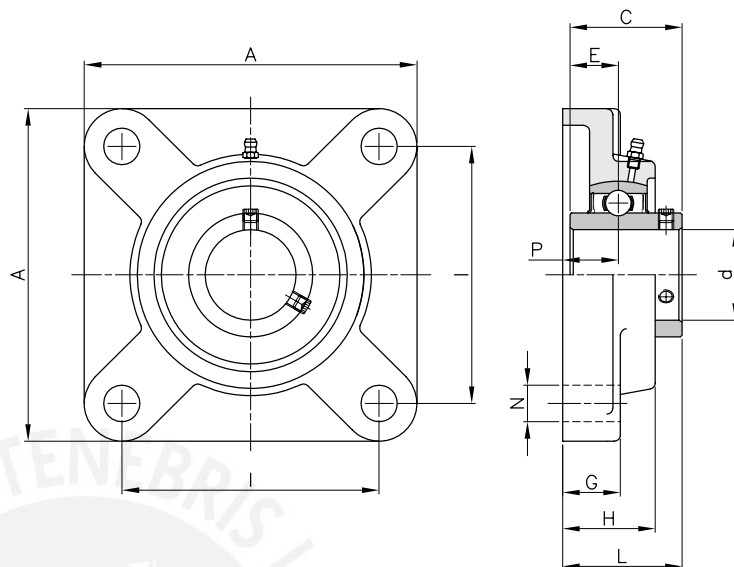
| tipo           | código   | d<br>mm | dimensiones (mm) |      |      |    |      |      |     |         | carga base KN |                         | Kg.  |
|----------------|----------|---------|------------------|------|------|----|------|------|-----|---------|---------------|-------------------------|------|
|                |          |         | D                | D1   | L    | A  | B    | C    | S   | N       | dinámica C    | estática C <sub>0</sub> |      |
| <b>B-UC204</b> | SSBUC204 | 20      | 47               | 29,0 | 31,0 | 17 | 12,7 | 18,3 | 4,5 | M6 x 1  | 9880          | 6200                    | 0,16 |
| <b>B-UC205</b> | SSBUC205 | 25      | 52               | 34,0 | 34,0 | 17 | 14,3 | 19,7 | 5,0 | M6 x 1  | 10780         | 6980                    | 0,20 |
| <b>B-UC206</b> | SSBUC206 | 30      | 62               | 40,5 | 38,1 | 19 | 15,9 | 22,2 | 5,0 | M6 x 1  | 14970         | 10040                   | 0,32 |
| <b>B-UC207</b> | SSBUC207 | 35      | 72               | 48,0 | 42,9 | 20 | 17,5 | 25,4 | 6,0 | M8 x 1  | 19750         | 13670                   | 0,48 |
| <b>B-UC208</b> | SSBUC208 | 40      | 80               | 53,0 | 49,2 | 21 | 19,0 | 30,2 | 8,0 | M8 x 1  | 22710         | 15940                   | 0,65 |
| <b>B-UC209</b> | SSBUC209 | 45      | 85               | 57,3 | 49,2 | 22 | 19,0 | 30,2 | 8,0 | M8 x 1  | 24360         | 17710                   | 0,70 |
| <b>B-UC210</b> | SSBUC210 | 50      | 90               | 63,0 | 51,6 | 23 | 19,0 | 32,6 | 9,0 | M10 x 1 | 26980         | 19840                   | 0,79 |



# SOPORTES PARA RODAMIENTOS EN INOXIDABLE

## BALL FLANGE BEARING IN STAINLESS STEEL

### SOPORTES EN INOXIDABLE “B-UCF”

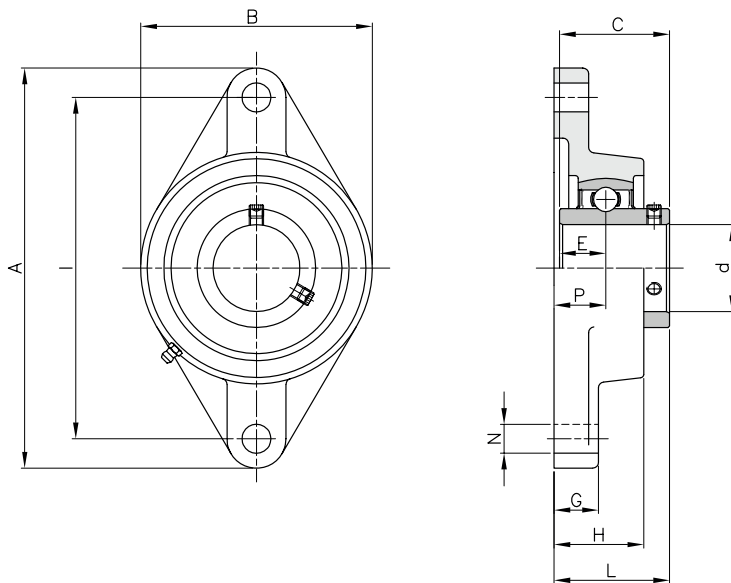


| tipo            | código    | d<br>mm | dimensiones (mm) |     |    |    |      |    |      |      |      | rodamiento |                                                          | Kg.  |
|-----------------|-----------|---------|------------------|-----|----|----|------|----|------|------|------|------------|----------------------------------------------------------|------|
|                 |           |         | A                | I   | P  | G  | H    | N  | L    | C    | E    | código     | carga base KN<br>dinámica C      estática C <sub>0</sub> |      |
| <b>B-UCF201</b> | SSBUCF201 | 12      | 86               | 64  | 15 | 12 | 25,5 | 12 | 33,3 | 31,0 | 12,7 | SSBUC201   | 9880      6200                                           | 0,64 |
| <b>B-UCF202</b> | SSBUCF202 | 15      | 86               | 64  | 15 | 12 | 25,5 | 12 | 33,3 | 31,0 | 12,7 | SSBUC202   | 9880      6200                                           | 0,63 |
| <b>B-UCF203</b> | SSBUCF203 | 17      | 86               | 64  | 15 | 12 | 25,5 | 12 | 33,3 | 31,0 | 12,7 | SSBUC203   | 9880      6200                                           | 0,61 |
| <b>B-UCF204</b> | SSBUCF204 | 20      | 86               | 64  | 15 | 12 | 25,5 | 12 | 33,3 | 31,0 | 12,7 | SSBUC204   | 9880      6200                                           | 0,59 |
| <b>B-UCF205</b> | SSBUCF205 | 25      | 95               | 70  | 16 | 14 | 27,0 | 12 | 35,7 | 34,0 | 14,3 | SSBUC205   | 10780      6980                                          | 0,82 |
| <b>B-UCF206</b> | SSBUCF206 | 30      | 108              | 83  | 18 | 14 | 31,0 | 12 | 40,2 | 38,1 | 15,9 | SSBUC206   | 14970      10040                                         | 1,10 |
| <b>B-UCF207</b> | SSBUCF207 | 35      | 117              | 92  | 19 | 16 | 34,0 | 14 | 44,4 | 42,9 | 17,5 | SSBUC207   | 19750      13670                                         | 1,50 |
| <b>B-UCF208</b> | SSBUCF208 | 40      | 130              | 102 | 21 | 16 | 36,0 | 16 | 51,2 | 49,2 | 19,0 | SSBUC208   | 22710      15940                                         | 1,90 |
| <b>B-UCF209</b> | SSBUCF209 | 45      | 137              | 105 | 22 | 18 | 38,0 | 16 | 52,2 | 49,2 | 19,0 | SSBUC209   | 24360      17710                                         | 2,30 |
| <b>B-UCF210</b> | SSBUCF210 | 50      | 143              | 111 | 22 | 18 | 40,0 | 16 | 54,6 | 51,6 | 19,0 | SSBUC210   | 26980      19840                                         | 2,50 |



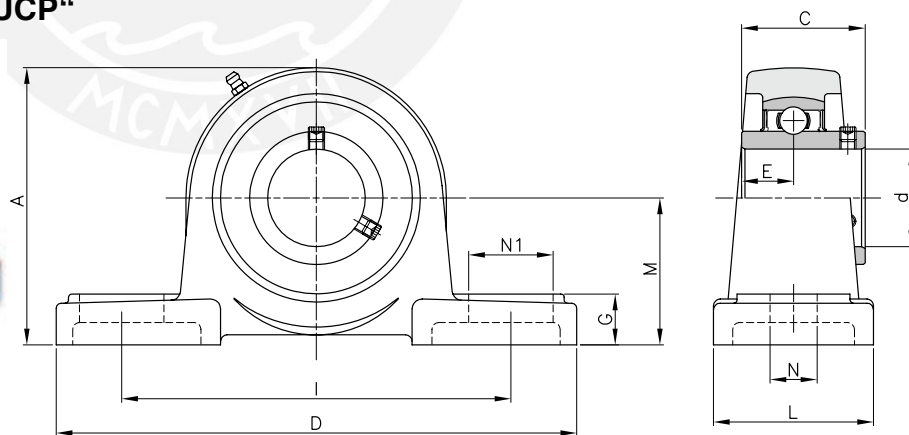
# SOPORTES PARA RODAMIENTOS EN INOXIDABLE BALL FLANGE BEARING IN STAINLESS STEEL

## SOPORTES EN INOXIDABLE “B-UCFL”



| tipo             | código     | d<br>mm | dimensiones (mm) |     |    |    |      |    |     |      |      |      | rodamientos |                                                        | Kg.  |
|------------------|------------|---------|------------------|-----|----|----|------|----|-----|------|------|------|-------------|--------------------------------------------------------|------|
|                  |            |         | A                | I   | G  | P  | H    | N  | B   | L    | C    | E    | código      | carga base KN<br>dinámica C    estática C <sub>0</sub> |      |
| <b>B-UCFL204</b> | SSBUCFL204 | 20      | 113              | 90  | 10 | 15 | 25,5 | 12 | 60  | 33,3 | 31,0 | 12,7 | SSBUC204    | 9880    6200                                           | 0,49 |
| <b>B-UCFL205</b> | SSBUCFL205 | 25      | 130              | 99  | 10 | 16 | 27,0 | 16 | 68  | 35,7 | 34,0 | 14,3 | SSBUC205    | 10780    6980                                          | 0,63 |
| <b>B-UCFL206</b> | SSBUCFL206 | 30      | 148              | 117 | 10 | 18 | 31,0 | 16 | 80  | 40,2 | 38,1 | 15,9 | SSBUC206    | 14970    10040                                         | 0,94 |
| <b>B-UCFL207</b> | SSBUCFL207 | 35      | 161              | 130 | 11 | 19 | 34,0 | 16 | 90  | 44,4 | 42,9 | 17,5 | SSBUC207    | 19750    13670                                         | 1,20 |
| <b>B-UCFL208</b> | SSBUCFL208 | 40      | 175              | 144 | 11 | 21 | 36,0 | 16 | 100 | 51,2 | 49,2 | 19,0 | SSBUC208    | 22710    15940                                         | 1,60 |
| <b>B-UCFL209</b> | SSBUCFL209 | 45      | 188              | 148 | 13 | 22 | 38,0 | 19 | 108 | 52,2 | 49,2 | 19,0 | SSBUC209    | 24360    17710                                         | 1,90 |
| <b>B-UCFL210</b> | SSBUCFL210 | 50      | 197              | 157 | 13 | 22 | 40,0 | 19 | 115 | 54,6 | 51,6 | 19,0 | SSBUC210    | 26980    19840                                         | 2,20 |

## SOPORTES EN INOXIDABLE “B-UCP”



| tipo            | código    | d<br>mm | dimensiones (mm) |     |     |    |    |    |     |    |      |      | rodamientos |                                                        | Kg.  |
|-----------------|-----------|---------|------------------|-----|-----|----|----|----|-----|----|------|------|-------------|--------------------------------------------------------|------|
|                 |           |         | M                | D   | I   | G  | N  | N1 | A   | L  | C    | E    | codice      | carga base KN<br>dinámica C    estática C <sub>0</sub> |      |
| <b>B-UCP204</b> | SSBUCP204 | 20      | 33,3             | 127 | 95  | 15 | 13 | 19 | 65  | 38 | 31,0 | 12,7 | SSBUC204    | 9880    6200                                           | 0,65 |
| <b>B-UCP205</b> | SSBUCP205 | 25      | 36,5             | 140 | 105 | 16 | 13 | 16 | 70  | 38 | 34,0 | 14,3 | SSBUC205    | 10780    6980                                          | 0,79 |
| <b>B-UCP206</b> | SSBUCP206 | 30      | 42,9             | 165 | 121 | 18 | 17 | 21 | 83  | 48 | 38,1 | 15,9 | SSBUC206    | 14970    10040                                         | 1,30 |
| <b>B-UCP207</b> | SSBUCP207 | 35      | 47,6             | 167 | 127 | 19 | 17 | 21 | 94  | 48 | 42,9 | 17,5 | SSBUC207    | 19750    13670                                         | 1,60 |
| <b>B-UCP208</b> | SSBUCP208 | 40      | 49,2             | 184 | 137 | 19 | 17 | 25 | 100 | 54 | 49,2 | 19,0 | SSBUC208    | 22710    15940                                         | 2,00 |
| <b>B-UCP209</b> | SSBUCP209 | 45      | 54,0             | 190 | 146 | 20 | 17 | 22 | 108 | 54 | 49,2 | 19,0 | SSBUC209    | 24360    17710                                         | 2,20 |
| <b>B-UCP210</b> | SSBUCP210 | 50      | 57,2             | 206 | 159 | 22 | 20 | 25 | 114 | 60 | 51,6 | 19,0 | SSBUC210    | 26980    19840                                         | 2,80 |

# Excelon® Filter/Regulator-Lubricator Combination Units

B72/L72, B73/L73, B74/L74

True modularity with Norgren Quikclamp® connections

Quick release bayonet bowl

Lubricator flow sensor provides a nearly constant oil/air ratio over a wide range of air flows

All around (360°) visibility of the lubricator sight-feed dome simplifies installation and adjustment

Regulator balanced valve minimizes effect of variation in the inlet pressure on the outlet pressure

## Technical data

Fluid:

Compressed air

Maximum pressure:

Transparent bowl: 150 psig (10 bar)

Metal bowl (manual or semi automatic drain): 250 psig (17 bar)

(72) 150 psig (10 bar)

Operating temperature\*:

Transparent bowl:

0° to 125°F (-20° to 50°C)

Metal bowl:

0° to 150°F (-20° to 65°C)

\* Air supply must be dry enough to avoid ice formation at temperatures below 35°F (2°C).

Particle removal:

5 µm, 25 µm, or 40 µm filter element

Materials

Body: zinc or aluminum

Bonnet: acetal or aluminum

Bowl:

Metal bowl: (72) zinc

(73, 74) aluminum

polycarbonate

Metal bowl liquid level indicator lens:

transparent nylon

Sight-feed dome: transparent nylon

Element: sintered polypropylene

Elastomers: neoprene, nitrile

Other combinations are available.  
Please consult Norgren for more information.



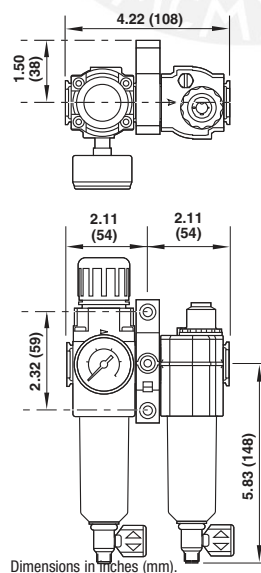
## Ordering information

Models include PTF threads. Filter/Regulator (F/R) has knob adjustment, automatic drain, metal bowl with level indicator, 40 µm element, relieving diaphragm, and 150 psig (10 bar) regulating spring, and gauge. Lubricator (L) is a Micro-Fog model with 1/4 turn manual drain and metal bowl with level indicator.

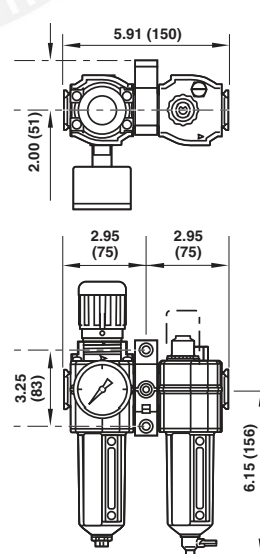
| Combination Unit Type       | Port Size | Model*               | Weight lb (kg) |
|-----------------------------|-----------|----------------------|----------------|
| Filter/Regulator-Lubricator | 1/4"      | C72H 2AK AE3 RMG QEB | 2.37 (1.08)    |
| (F/R L)                     | 3/8"      | C73H 3AK AD3 RMG QDB | 3.0 (1.36)     |
| (F/R L)                     | 1/2"      | C74H 4AK AD3 RMG QDB | 5.07 (2.30)    |
|                             | 3/4"      | C74H 6AK AD3 RMG QDB | 5.00 (2.27)    |

\* For oil fog lubricator use "J" in the 4th position.

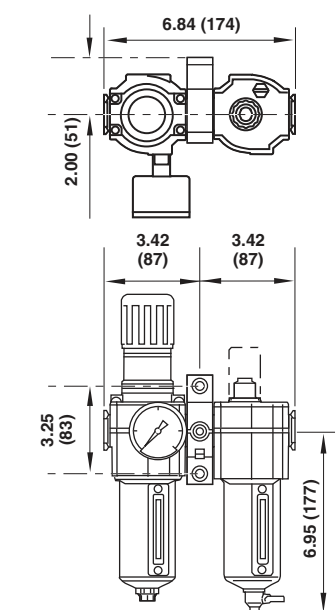
C72H-



C73H-



C74H-



Dimensions in inches (mm).



# SERIE JAW LOVEJOY - MARTIN - RATHI

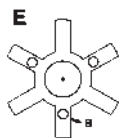


Acoplamiento apto para atmósferas explosivas  
Certificado según la Directiva 94/9/CE

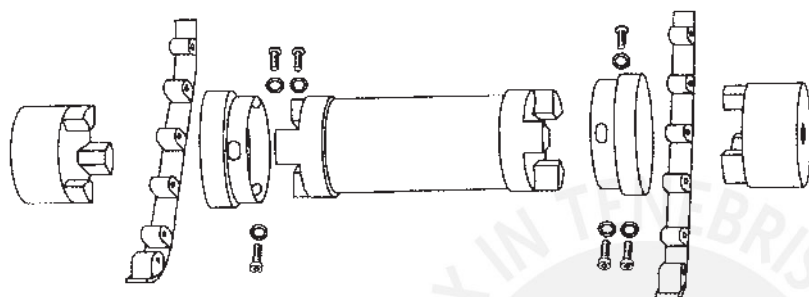
Ideal para motores eléctricos y construcción de máquinas.



## ELEMENTO ELÁSTICO

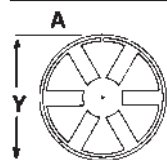


**Tipo estándar "E":**  
Forma de estrella



SX cubo | kit QFS espaciador (espaciador + QF kit anillo) | anillo | SX cubo

**Tipo Anillo "QF":**  
NBR-URETANO-HYTREL de Martin con aro metálico atornillados en los cubos.



**Tipo anillo "A":** Forma de **anillo** que se mantiene cerrado con un muelle y en caso de deterioro del elemento elástico los cubos mantienen la transmisión.



**Tipo Anillo "IN-SHEAR":** De uretano abierto que se mantiene cerrado con un aro metálico y en caso de deterioro del elemento elástico los dientes de los cubos no están superpuestos.

**Materiales:**

**NBR:** Color negro, caucho nitrilo butadieno, elástico.

**HYTREL:** Color Hueso, menos elástico y más resistente.

**URETANO:** Color azul, buena resistencia química.

**BRONCE:** impregnado en aceite, antideflagrante, rígido.

| Tipo    | Temperatura | Dureza Shore | Elasticidad | Desalineaciones |            | Resistencia |         | Factor de Par   |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------------|------------|-------------|---------|-----------------|
|         |             |              |             | ang. grados     | paral. mm. | aceite      | química |                 |
| NBR     | -40 +90 C   | 80 ShA       | ++          | 1               | 0,38       | +           | +       | 1               |
| HYTREL  | -50 +110 C  | 55ShD        | +           | 0,5             | 0,38       | ++          | ++      | 3               |
| URETANO | -35 +120 C  | 90 ShA       | +           | 1               | 0,38       | ++          | +       | 1,5             |
| BRONCE  | -40 +220 C  | rígido       | 0           | 0,5             | 0,25       | +++         | ++      | 3 máx. 250 rpm. |

0 = Baja

+ = Regular

++ = Buena

+++ = Excelente

**Otros materiales sobre demanda:**

**Acero inoxidable** (resistente a la corrosión)

**Fundición** (tamaños L. 190 - L. 225)

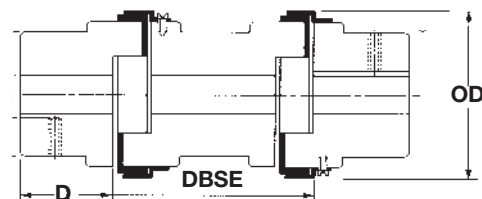
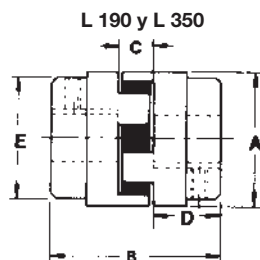
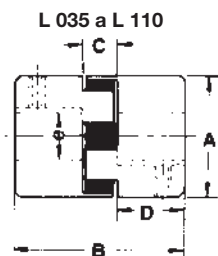
**Bronce** (anticorrosión - antideflagrante)

**Aluminio** (ligero - baja inercia)

**Acero** (posibilidad de soldadura)



# SERIE JAW LOVEJOY - MARTIN - RATHI



DBSE - 100 mm - 140 mm - 180 mm  
QFS (2 cubos + 1 kit de anillo QF  
+ 1 kit espaciador QFS)

## DESCRIPCIÓN



Los acabados son cubos simétricos y con agujeros H7, chavetero standard y prisioneros. Espaciadores de aluminio. La superficie de los cubos Martin es pavonada en color azul.

| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES EN MM |       |     |       |      |       |              | PAR NOMINAL Nm |          |            |
|-------------------------------------|-------|-----|-------|------|-------|--------------|----------------|----------|------------|
|                                     |       |     |       |      |       |              | E + A          | U        | H          |
| Tipo                                | A     | OD  | B     | D    | E     | Máx. agujero | NBR            | URETANO  | HYTREL     |
| L. 035                              | 15,9  | -   | 20,6  | 6,7  | 15,9  | 10           | 0,46           | 0,60     | 1          |
| L. 050                              | 27,4  | -   | 43,6  | 15,9 | 27,4  | 16           | 4              | 6        | 11         |
| L. 070                              | 34,5  | -   | 50,8  | 19,1 | 34,5  | 19           | 6              | 8        | 14         |
| L. 075                              | 44,5  | -   | 54,0  | 20,6 | 44,5  | 24           | 12             | 15       | 27         |
| L. 090                              | 53,6  | 65  | 54,0  | 20,6 | 53,6  | 25           | 20             | 32       | 47         |
| L. 095                              | 53,6  | 65  | 63,5  | 25,4 | 53,6  | 28           | 26             | 32       | 64         |
| L. 100                              | 64,3  | 78  | 89,0  | 34,9 | 64,3  | 35           | 47             | 70       | 141        |
| L. 110                              | 84,1  | 96  | 108,0 | 42,9 | 84,1  | 42           | 89             | 134      | 256        |
| L. 150                              | 95,3  | 111 | 114,3 | 44,4 | 95,3  | 48           | 141            | 212      | 405        |
| L. 190                              | 114,3 | 129 | 123,8 | 49,2 | 101,6 | 55           | 190            | 285      | 512        |
| L. 225                              | 127,0 | 142 | 136,5 | 55,6 | 108,0 | 65           | 265            | 398      | 768        |
| L. 276                              | -     | 173 | 200   | 80   | 127   | 75           | 532            | 798 (E)  | 1330 (QF)  |
| L. 295                              | -     | 253 | 238   | 95   | 162   | 95           | 1279           | 1919 (E) | 3197 (QF)  |
| L. 2955                             | -     | 253 | 264   | 108  | 180   | 105          | 2132           | 3198 (E) | 5330 (QF)  |
| L. 300                              | -     | 272 | 283   | 115  | 180   | 105          | 3047           | 4570 (E) | 7617 (QF)  |
| L. 350                              | -     | 323 | 309   | 128  | 200   | 115          | 4308           | 6462 (E) | 10770 (QF) |

(E) Acabado forma estrella Uretano (Modelos L. 276 a L. 350)

(QF) Acabado forma Hytrel (Modelos L. 276 a L. 350)

## Programa de fabricación de cubos mecanizados

### Disponible mecanizados en pulgadas

○ Agujero acabado + chavetero + tornillos prisioneros

● Agujero acabado sin chavetero

| Tipo | ESTRELLAS |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Diámetro<br>agujero |
|------|-----------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|      | E         | H | B | U | 8                                                                                   | 9                                                                                   | 10                                                                                  | 11                                                                                  | 12                                                                                  | 14                                                                                  | 15                                                                                  | 16                                                                                  | 17                                                                                  | 18                                                                                  | 19                                                                                  | 20                                                                                  | 22                                                                                  | 24                                                                                    | 25                                                                                    | 28                                                                                    | 30                                                                                    | 32                                                                                    | 35                                                                                    | 38                                                                                    | 40                                                                                    | 42                                                                                    | 45                                                                                    | 48                                                                                    | 50                                                                                    | 55                                                                                    | 60                                                                                    |                     |
| 035  | •         |   |   |   | ●                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 050  | •         | • | • | • | ●                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 070  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 075  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 090  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 095  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 100  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 110  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                     |
| 150  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                                                                                       |                     |
| 190  | •         | • | • | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                     |
| 225  | •         | • |   | • |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | ○                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | ○                                                                                     |                                                                                       | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     | ○                                                                                     |                     |

Indicar en el pedido los agujeros de cada uno y la estrella elegida.

Profile cylinders conforms to  
**ISO 15552**  
 Non-magnetic and magnetic piston  
 Double acting  
 Ø 32 to 125 mm

**High performance, stability and reliability**

**M/50 switches can be mounted flush with the profile**

**Cylinders and mountings conform to ISO 15552 (ISO 6431, VDMA 24562 and NFE 49-003-1)**

**Polyurethane seals ensure efficient low friction operation and long life**



### Technical data

Medium:

Compressed air, filtered, lubricated or non-lubricated

Standard:

ISO 15552

Operation:

PRA/182000: double acting, adjustable cushioning

PRA/182000/M: double acting, magnetic piston, adjustable cushioning

Operating pressure:

1 to 16 bar

Operating temperature:

-20 to +80°C max.

(consult our Technical Service

for use below +2°C)

High temperature version: 150°C max.

Cylinder diameters:

32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 mm

Strokes:

Standard: see page 3

Non-standard strokes available (10 to 3000 mm)

### Materials:

Profile barrel: anodised aluminium

End covers: pressure diecast aluminium

Piston rod: stainless steel (Martensitic)

Piston rod seals: polyurethane Piston seals: polyurethane

O-rings: nitrile rubber

### Ordering examples

See page 3

### Mountings and switches

See page 4 and 5

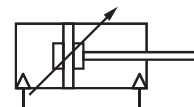
### Alternative variants

Single acting cylinders see page N/en 1.4.121

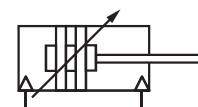
Cylinder with locking unit

See data sheet N/en 1.5.125.09 and 10

Guide blocks see page N/en 1.10.021



Non-magnetic piston



Magnetic piston



## Options selector

★P★A/182★/★/★/★/★/★

| Non-standard variants                | Substitute |
|--------------------------------------|------------|
| High temperature version: 150°C max. | T          |
| Hydraulic (Ø 32 to 100 mm)           | H          |

| Piston rod material         | Substitute |
|-----------------------------|------------|
| Stainless steel martensitic | R          |
| Hard chromium plated        | C          |
| Stainless steel austenitic  | S          |

| Cylinder Ø                        | Substitute |
|-----------------------------------|------------|
| 032, 040, 050, 063, 080, 100, 125 |            |

| Variants (magnetic piston)                                            | Substitute |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Standard                                                              | M          |
| Special wiper/seal                                                    | W2         |
| Low fiction                                                           | X2         |
| Piston rod bellow                                                     | MG         |
| Without cushion                                                       | MW         |
| Without cushion, low fiction                                          | X4         |
| Double ended piston rod                                               | JM         |
| Double ended piston rod special wiper/seal                            | W4         |
| Four-positon cylinder                                                 | MT         |
| Non-rotating piston rod (internal)                                    | N2         |
| Locking unit (passive)                                                | L4         |
| Barrel turned at 90° (for use with guideblocks QA/8000/51 and .../61) | MIL        |
| Extended piston rod                                                   | MU         |
| Extended piston rod, special wiper/seal                               | W6         |
| P*A/182***MU/****/****                                                |            |

Extension (mm)

/W6/

| Strokes (mm) |
|--------------|
| 3000 max.    |

| Variants (non-magnetic piston)                                        | Substitute |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Standard                                                              | Ohne       |
| Special wiper/seal                                                    | W1         |
| Low friction                                                          | X1         |
| Piston rod bellow                                                     | G          |
| Without cushion                                                       | W          |
| Without cushion, low fiction                                          | X3         |
| Double ended piston rod                                               | J          |
| Double ended piston rod special wiper/seal                            | W3         |
| Four-positon cylinder                                                 | IT         |
| Non-rotating piston rod (internal)                                    | N1         |
| Locking unit (passive)                                                | L2         |
| Barrel turned at 90° (for use with guideblocks QA/8000/51 and .../61) | III        |
| Extended piston rod                                                   | IU         |
| Extended piston rod, special wiper/seal                               | W5         |
| P*A/182***IU/****/****                                                |            |
| /W5/                                                                  |            |

Note: If option is not required, disregard option position within part number eg. RA/192100/M/100. For combinations of cylinder variants consult our technical service. Please note that heat resistant seals are not available for all variants. This options selector explains only the cylinder variants. Additional variants/options are not possible.

## Standard strokes

| Cylinder Ø | Standard strokes (mm) |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | 25                    | 50 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 |
| 32         | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 40         | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 50         | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 63         | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 80         | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 100        | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |
| 125        | •                     | •  | •  | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •   |

## Ordering example

### Cylinder

Pneumatic cylinder Ø 80 mm,  
magnetic piston, stroke 50 mm  
Quote: **PRA/182080/M/50**

### Switches

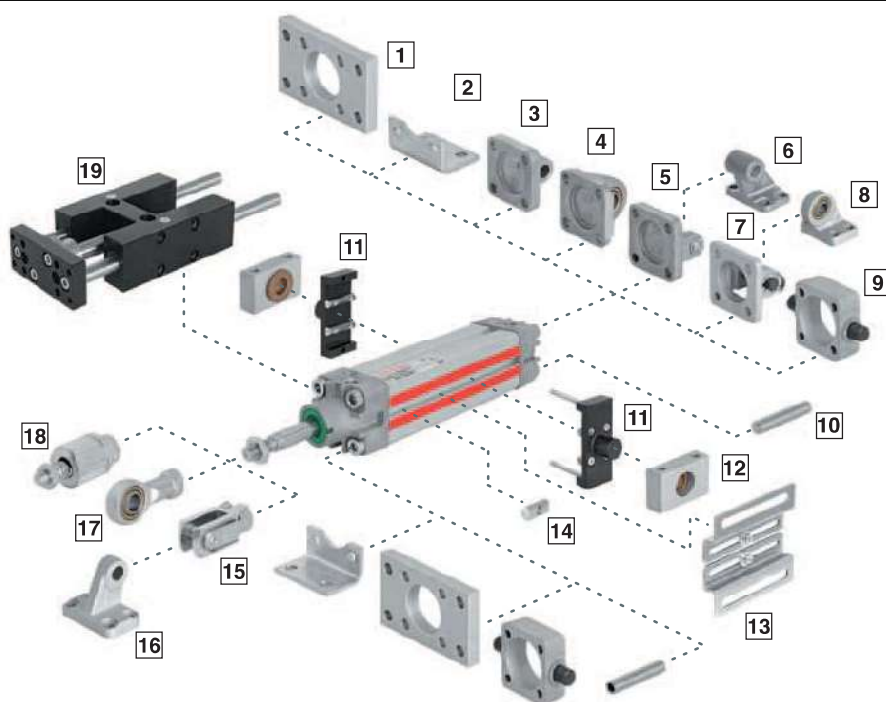
Magnetically operated switch, reed,  
LED, cable length 2 m  
Quote: **M/50/LSU/2V**

### Mountings

Front flange style G,  
for cylinder Ø 80 mm  
Quote: **QA/8080/22**

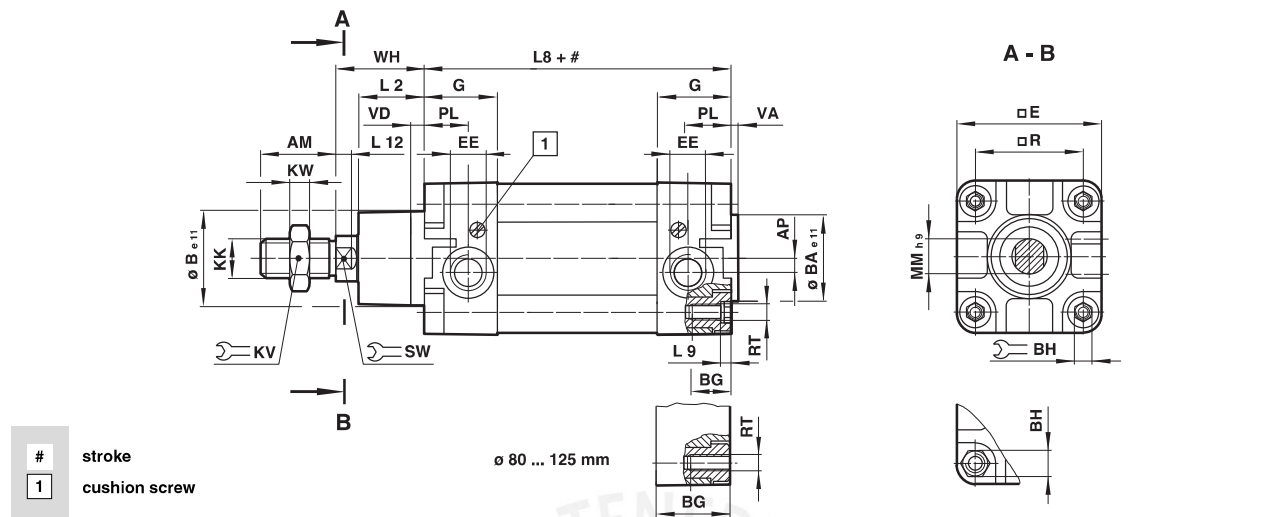
## Mountings

| Style              | A                                                                                  | AK                                                                                | B, G                                                                              | C                                                                                 | D                                                                                 | D2                                                                                 | F                                                                                   | FH                                                                                  | R                                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
|                    |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    | 10                                                                                 | 18                                                                                | 1                                                                                 | 2                                                                                 | 5                                                                                 | 7                                                                                  | 15                                                                                  | 9                                                                                   | 3                                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |
| Ø                  | Page 9                                                                             | Page 9                                                                            | Page 9                                                                            | Page 9                                                                            | Page 9                                                                            | Page 9                                                                             | Page 10                                                                             | Page 10                                                                             | Page 10                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |
| 32                 | QM/8032/35                                                                         | QM/8025/38                                                                        | QA/8032/22                                                                        | QA/8032/21                                                                        | QA/8032/23                                                                        | QA/8032/42                                                                         | QM/8025/25                                                                          | QA/8032/34                                                                          | QA/8032/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 40                 | QM/8032/35                                                                         | QM/8040/38                                                                        | QA/8040/22                                                                        | QA/8040/21                                                                        | QA/8040/23                                                                        | QA/8040/42                                                                         | QM/8040/25                                                                          | QA/8040/34                                                                          | QA/8040/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 50                 | QM/8050/35                                                                         | QM/8050/38                                                                        | QA/8050/22                                                                        | QA/8050/21                                                                        | QA/8050/23                                                                        | QA/8050/42                                                                         | QM/8050/25                                                                          | QA/8050/34                                                                          | QA/8050/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 63                 | QM/8050/35                                                                         | QM/8050/38                                                                        | QA/8063/22                                                                        | QA/8063/21                                                                        | QA/8063/23                                                                        | QA/8063/42                                                                         | QM/8050/25                                                                          | QA/8063/34                                                                          | QA/8063/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 80                 | QM/8080/35                                                                         | QM/8080/38                                                                        | QA/8080/22                                                                        | QA/8080/21                                                                        | QA/8080/23                                                                        | QA/8080/42                                                                         | QM/8080/25                                                                          | QA/8080/34                                                                          | QA/8080/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 100                | QM/8080/35                                                                         | QM/8080/38                                                                        | QA/8100/22                                                                        | QA/8100/21                                                                        | QA/8100/23                                                                        | QA/8100/42                                                                         | QM/8080/25                                                                          | QA/8100/34                                                                          | QA/8100/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 125                | QM/8125/35                                                                         | QM/8125/38                                                                        | QM/8125/22                                                                        | QM/8125/21                                                                        | QM/8125/23                                                                        | QM/8125/42                                                                         | QM/8125/25                                                                          | QA/8125/34                                                                          | QM/8125/27                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| Style              | S                                                                                  | SS                                                                                | SW                                                                                | UF                                                                                | UH                                                                                | UR                                                                                 | US                                                                                  | Groove key                                                                          | Groove cover                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    | 12                                                                                 | 16                                                                                | 6                                                                                 | 17                                                                                | 11                                                                                | 4                                                                                  | 8                                                                                   | 14                                                                                  |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Ø                  | Page 11                                                                            | Page 11                                                                           | Page 11                                                                           | Page 10                                                                           | Page 10                                                                           | Page 10                                                                            | Page 11                                                                             | Page 14                                                                             | Page 12                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |
| 32                 | QA/8032/41                                                                         | M/P19931                                                                          | M/P19493                                                                          | QM/8025/32                                                                        | PQA/182032/40                                                                     | QA/8032/33                                                                         | M/P40310                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 40                 | QA/8040/41                                                                         | M/P19932                                                                          | M/P19494                                                                          | QM/8040/32                                                                        | PQA/182040/40                                                                     | QA/8040/33                                                                         | M/P40311                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 50                 | QA/8040/41                                                                         | M/P19933                                                                          | M/P19495                                                                          | QM/8050/32                                                                        | PQA/182050/40                                                                     | QA/8050/33                                                                         | M/P40312                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 63                 | QA/8063/41                                                                         | M/P19934                                                                          | M/P19496                                                                          | QM/8050/32                                                                        | PQA/182063/40                                                                     | QA/8063/33                                                                         | M/P40313                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 80                 | QA/8063/41                                                                         | M/P19935                                                                          | M/P19497                                                                          | QM/8080/32                                                                        | PQA/182080/40                                                                     | QA/8080/33                                                                         | M/P40314                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 100                | QA/8100/41                                                                         | M/P19936                                                                          | M/P19498                                                                          | QM/8080/32                                                                        | PQA/182100/40                                                                     | QA/8100/33                                                                         | M/P40315                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 125                | QA/8100/41                                                                         | M/P19937                                                                          | M/P19499                                                                          | QM/8125/32                                                                        | PQA/182125/40                                                                     | QM/8125/33                                                                         | M/P71355                                                                            | M/P72816                                                                            | M/K72725/1000                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| Valve mounting kit |                                                                                    |                                                                                   | Guide block                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
|                    | 13                                                                                 | 19                                                                                |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Ø                  | Page 11                                                                            | Data sheet 1.10.021                                                               |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 32                 | —                                                                                  |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 40                 | —                                                                                  |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 50                 | QA/180050/22/54                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 63                 | QA/180050/22/54                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 80                 | QA/180080/22/54                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 100                | QA/180080/22/54                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 125                | QA/180080/22/54                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |

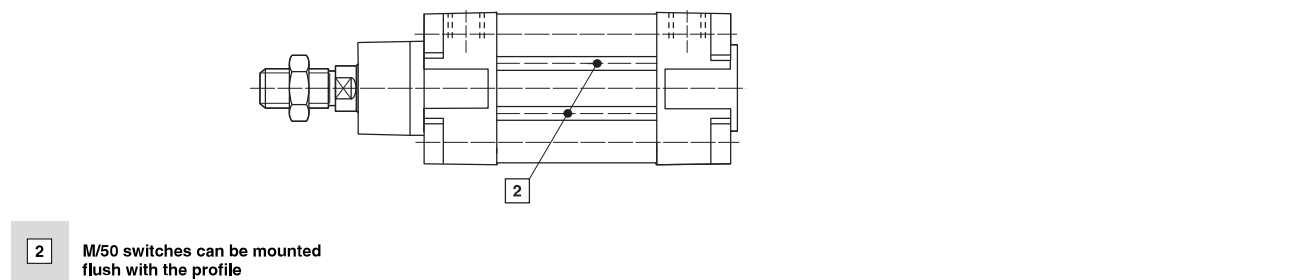


## Basic dimensions

## PRA/182000, PRA/182000/M – Standard cylinder



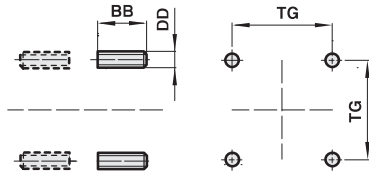
| Type         | Ø   | AM  | AP  | Ø Be 11 | Ø BAe 11 | BG   | BH   | E    | EE    | G    | KK       | KV | KW      | L2        |
|--------------|-----|-----|-----|---------|----------|------|------|------|-------|------|----------|----|---------|-----------|
| PRA/182032/. | 32  | 22  | 3,5 | 30      | 30       | 16   | 6    | 47   | G 1/8 | 27,5 | M10x1,25 | 17 | 5       | 20        |
| PRA/182040/. | 40  | 24  | 4,5 | 35      | 35       | 16   | 6    | 53   | G 1/4 | 32   | M12x1,25 | 19 | 6       | 22        |
| PRA/182050/. | 50  | 32  | 6   | 40      | 40       | 16   | 8    | 65   | G 1/4 | 31   | M16x1,5  | 24 | 8       | 27        |
| PRA/182063/. | 63  | 32  | 10  | 45      | 45       | 16   | 8    | 75   | G 3/8 | 33   | M16x1,5  | 24 | 8       | 29        |
| PRA/182080/. | 80  | 40  | 8,5 | 45      | 45       | 17   | 19   | 95   | G 3/8 | 33   | M20x1,5  | 30 | 10      | 33        |
| PRA/182100/. | 100 | 40  | 9   | 55      | 55       | 17   | 19   | 115  | G 1/2 | 37   | M20x1,5  | 30 | 10      | 36        |
| PRA/182125/. | 125 | 54  | 10  | 60      | 60       | 20   | 24   | 140  | G 1/2 | 46   | M27x2    | 41 | 13,5    | 45        |
| Type         | Ø   | L8  | L9  | L12     | Ø MMh 9  | PL   | R    | RT   | SW    | VA   | VD       | WH | at 0 mm | per 25 mm |
| PRA/182032/. | 32  | 94  | 4   | 6       | 12       | 13   | 32,5 | M 6  | 10    | 3    | 6        | 26 | 0,51 kg | 0,06 kg   |
| PRA/182040/. | 40  | 105 | 4   | 6,5     | 16       | 15   | 38   | M 6  | 13    | 3,5  | 6        | 30 | 0,80 kg | 0,08 kg   |
| PRA/182050/. | 50  | 106 | 5   | 8       | 20       | 18,5 | 46,5 | M 8  | 17    | 3,5  | 6        | 37 | 1,33 kg | 0,12 kg   |
| PRA/182063/. | 63  | 121 | 5   | 8       | 20       | 19   | 56,5 | M 8  | 17    | 4    | 6        | 37 | 1,80 kg | 0,13 kg   |
| PRA/182080/. | 80  | 128 | —   | 10      | 25       | 19   | 72   | M 10 | 22    | 4    | 6        | 46 | 3,25 kg | 0,20 kg   |
| PRA/182100/. | 100 | 138 | —   | 10      | 25       | 18   | 89   | M 10 | 22    | 4    | 6        | 51 | 4,81 kg | 0,23 kg   |
| PRA/182125/. | 125 | 160 | —   | 13      | 32       | 20   | 110  | M 12 | 27    | 6    | 15,5     | 65 | 8,00 kg | 0,33 kg   |



## Mountings

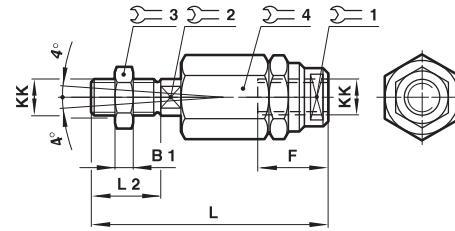
### Front or rear stud mounting A

Conforms to ISO 15552, type MX1



| Style (A)  | Ø      | BB | DD  | TG        | kg   |
|------------|--------|----|-----|-----------|------|
| QM/8032/35 | 32/40  | 17 | M6  | 32,5/38   | 0,02 |
| QM/8050/35 | 50/63  | 23 | M8  | 46,5/56,5 | 0,05 |
| QM/8080/35 | 80/100 | 28 | M10 | 72/89     | 0,08 |
| QM/8125/35 | 125    | 34 | M12 | 110       | 0,14 |

### Piston rod swivel AK

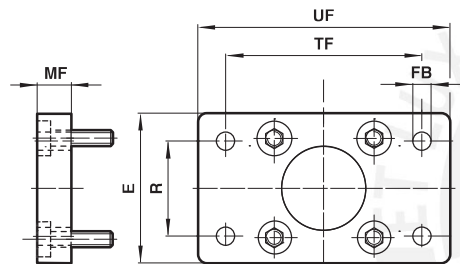


| Style (AK) | Ø      | KK       | B1   | F  | L   | L2 | 1  | 2  | 3  | 4  | kg   |
|------------|--------|----------|------|----|-----|----|----|----|----|----|------|
| QM/8025/38 | 32     | M10x1,25 | 5    | 26 | 73  | 20 | 19 | 12 | 17 | 30 | 0,20 |
| QM/8040/38 | 40     | M12x1,25 | 6    | 26 | 77  | 24 | 19 | 12 | 19 | 30 | 0,20 |
| QM/8050/38 | 50/63  | M16x1,5  | 8    | 34 | 106 | 32 | 30 | 19 | 24 | 42 | 0,65 |
| QM/8080/38 | 80/100 | M20x1,5  | 10   | 42 | 122 | 40 | 30 | 19 | 30 | 42 | 0,72 |
| QM/8125/38 | 125    | M27x2    | 13,5 | 40 | 147 | 54 | 40 | 24 | 41 | 55 | 1,70 |

### Rear flange B

### Front flange G

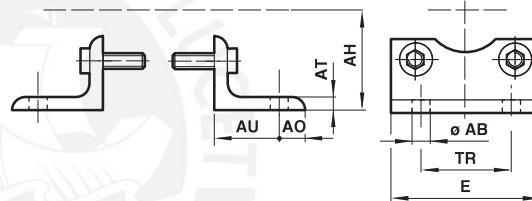
Conforms to ISO 15552, type MF1 and MF2



| Style (B - G) | Ø   | E   | Ø FB | MF | R  | TF  | UF  | kg   |
|---------------|-----|-----|------|----|----|-----|-----|------|
| QA/8032/22    | 32  | 50  | 7    | 10 | 32 | 64  | 80  | 0,25 |
| QA/8040/22    | 40  | 55  | 9    | 10 | 36 | 72  | 90  | 0,35 |
| QA/8050/22    | 50  | 65  | 9    | 12 | 45 | 90  | 110 | 0,70 |
| QA/8063/22    | 63  | 75  | 9    | 12 | 50 | 100 | 125 | 0,80 |
| QA/8080/22    | 80  | 100 | 12   | 16 | 63 | 126 | 154 | 1,35 |
| QA/8100/22    | 100 | 120 | 14   | 16 | 75 | 150 | 186 | 2,20 |
| QM/8125/22    | 125 | 140 | 16   | 20 | 90 | 180 | 224 | 2,70 |

### Foot mounting C

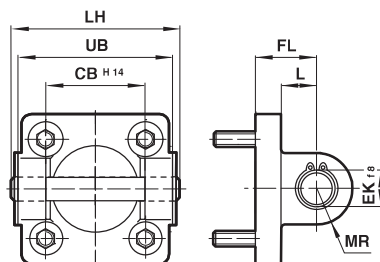
Conforms to ISO 15552, type MS1



| Style (C)  | Ø   | Ø AB | AH  | AO | AT | AU | E   | TR | kg   |
|------------|-----|------|-----|----|----|----|-----|----|------|
| QA/8032/21 | 32  | 7    | 32  | 8  | 4  | 24 | 48  | 32 | 0,15 |
| QA/8040/21 | 40  | 9    | 386 | 9  | 4  | 28 | 53  | 36 | 0,18 |
| QA/8050/21 | 50  | 9    | 45  | 10 | 5  | 32 | 64  | 45 | 0,30 |
| QA/8063/21 | 63  | 9    | 50  | 12 | 5  | 32 | 74  | 50 | 0,39 |
| QA/8080/21 | 80  | 12   | 63  | 19 | 5  | 41 | 98  | 63 | 0,80 |
| QA/8100/21 | 100 | 14   | 71  | 19 | 5  | 41 | 115 | 75 | 0,95 |
| QM/8125/21 | 125 | 16   | 90  | 20 | 9  | 45 | 140 | 90 | 2,40 |

### Rear clevis D

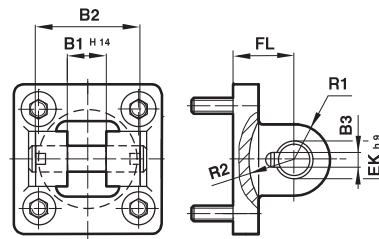
Conforms to ISO 15552, type MP2



| Style (D)  | Ø   | CB H14 | Ø EK 18 | FL | L  | LH  | MR | UB  | kg   |
|------------|-----|--------|---------|----|----|-----|----|-----|------|
| QA/8032/23 | 32  | 26     | 10      | 22 | 13 | 52  | 9  | 45  | 0,11 |
| QA/8040/23 | 40  | 28     | 12      | 25 | 16 | 60  | 12 | 52  | 0,16 |
| QA/8050/23 | 50  | 32     | 12      | 27 | 17 | 68  | 12 | 60  | 0,22 |
| QA/8063/23 | 63  | 40     | 16      | 32 | 22 | 79  | 15 | 70  | 0,34 |
| QA/8080/23 | 80  | 50     | 16      | 36 | 22 | 99  | 15 | 90  | 0,54 |
| QA/8100/23 | 100 | 60     | 20      | 41 | 27 | 119 | 20 | 110 | 0,90 |
| QM/8125/23 | 125 | 70     | 25      | 50 | 31 | 139 | 25 | 130 | 2,70 |

### Rear clevis D2

Conforms ISO 15552, type AB6



| Style (D2) | Ø   | B1 H14 | B2 | B3  | Ø EK 18 | FL | R1   | R2 | kg   |
|------------|-----|--------|----|-----|---------|----|------|----|------|
| QA/8032/42 | 32  | 14     | 34 | 3,3 | 10      | 22 | 11   | 17 | 0,20 |
| QA/8040/42 | 40  | 16     | 40 | 4,3 | 12      | 25 | 12   | 20 | 0,23 |
| QA/8050/42 | 50  | 21     | 45 | 4,3 | 16      | 27 | 14,5 | 22 | 0,36 |
| QA/8063/42 | 63  | 21     | 51 | 4,3 | 16      | 32 | 18   | 25 | 0,55 |
| QA/8080/42 | 80  | 25     | 65 | 4,3 | 20      | 36 | 22   | 30 | 0,90 |
| QA/8100/42 | 100 | 25     | 75 | 4,3 | 20      | 41 | 22   | 32 | 1,45 |
| QA/8125/42 | 125 | 37     | 97 | 6,3 | 30      | 50 | 30   | 42 | 2,70 |



- > Magnetically operated solid state switch - round style
- > IO-Link version available
- > Suitable for all cylinder ranges with magnetic piston
- > Switches can be mounted flush in all profile cylinders
- > Reliable switching with a very fast response time
- > Particularly suited for use in high levels of vibration
- > LED indicator as standard
- > CE certified
- > UL listed


**IO-Link**


### Technical features

#### Operation:

M/50/EAP (PNP) open collector output with LED (yellow)

M/50/EAN (NPN) grounded emitter output with LED (yellow)

M/50/IOP (PNP) Easy IO-Link open collector output with LED (yellow)

#### Switching voltage (U<sub>b</sub>):

10 ... 30 V d.c.

#### Switching voltage output:

U<sub>b</sub> - 2 V

#### Inducted voltage:

0,5 V

#### Switching current

(see graph overleaf):  
100 mA max.

#### Switching power:

4,5 W max.

#### Response time:

< 0,5 ms for EAP switch

< = 1 ms for IOP switch

#### Operating frequency:

1 kHz

#### Protection rating (EN 60529):

IP67 (standard)

IP68 for type: M/50/EAP/5U

#### Operating temperature:

-40 ... +80°C (-40 ... 176°F)

(IP67 & IP68)

#### Cable type:

PVC 3 x 0,12 (standard)

PUR 3 x 0,14 (M/50/EAP/5U)

#### Cable length:

2, 5 and 10 m

#### Electromagnetic compatibility

according to:

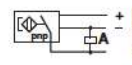
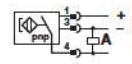
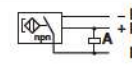
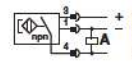
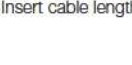
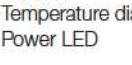
EN 60947-5-2

#### Materials:

Body: plastic

Cable: see table below

### Technical data - Solid state

| Symbol                                                                              | Voltage<br>(V d.c.) | Current<br>maximum<br>(mA) | Function | IO-Link<br>*2) | Operating<br>temperature<br>(°C) | LED | Protection<br>class | Plug    | Cable<br>length<br>(m) | Cable<br>type | Weight<br>(g) | Model           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------|----------------|----------------------------------|-----|---------------------|---------|------------------------|---------------|---------------|-----------------|
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      |                | -40 ... +80                      | •   | IP67                | —       | 2, 5 or 10             | PVC 3 x 0,12  | 37            | M/50/EAP*/V     |
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      | •              | -40 ... +80                      | •   | IP67                | —       | 5                      | PVC 3 x 0,12  | 37            | M/50/IOP/5V     |
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      |                | -40 ... +80                      | •   | IP68                | —       | 5                      | PUR 3 x 0,14  | 37            | M/50/EAP/5U     |
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      |                | -40 ... +80                      | •   | IP67                | M8 x 1  | 0,3                    | PVC 3 x 0,14  | 16            | M/50/EAP/CP *1) |
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      | •              | -40 ... +80                      | •   | IP67                | M8 x 1  | 0,3                    | PVC 3 x 0,14  | 16            | M/50/IOP/CP *1) |
|  | 10 ... 30           | 100                        | PNP      |                | -40 ... +80                      | •   | IP67                | M12 x 1 | 0,3                    | PVC 3 x 0,14  | 16            | M/50/EAP/CC *1) |
|  | 10 ... 30           | 100                        | NPN      |                | -40 ... +80                      | •   | IP67                | —       | 2, 5 or 10             | PVC 3 x 0,12  | 37            | M/50/EAN*/V     |
|  | 10 ... 30           | 100                        | NPN      |                | -40 ... +80                      | •   | IP67                | M8 x 1  | 0,3                    | PVC 3 x 0,14  | 16            | M/50/EAN/CP *1) |

\* Insert cable length; \*1) Plug-In connector below; Color code: BK = black, BN = brown, BU = blue

### IO-Link function \*2)

- Visual installation aid
- Counter
- Temperature diagnostic
- Power LED

# Sistema Olympian Plus

F64C/F64H, F68C/F68H Filtro coalescente de alta eficacia 'Puraire'®

G1/4 a G1



**Filtros coalescentes de alta eficacia**

**Elemento filtrante coalescente elimina partículas submicrónicas y convierte la niebla de aceite y agua en líquida para ser eliminada a través de la purga**

**Indicador de funcionamiento estándar**

## Datos técnicos

Fluido:

Aire comprimido

Presión máxima de entrada:

17 bar (depósito metálico)

Calidad del aire:

Calidad de aire según ISO 8573-1 : Clase 1.7.2.

Contenido de aceite residual:

0,01 mg/m<sup>3</sup> máximo a +21°C

Eficacia de filtración:

0,01 µm

Temperatura ambiente:

-20° a +65°C depósitos metálicos

Consultar a nuestro Servicio Técnico para temperaturas inferiores a +2°C

## Materiales

Serie F64C/F64H:

Cuerpo: aleación de zinc

Depósito: aluminio

Uniadaptador: aluminio

Elemento: compuesto

Materiales elastoméricos: caucho sintético

Serie F68C/F68H:

Cuerpo y depósito: aluminio

Uniadaptador: aluminio

Elemento filtrante: compuesto

Materiales elastoméricos: caucho sintético

## Características

| Presión entrada (bar) | Caudal máximo dm <sup>3</sup> /s* |      |      |      |
|-----------------------|-----------------------------------|------|------|------|
|                       | F64C                              | F64H | F68C | F68H |
| 1                     | 6,4                               | 11,2 | 14   | 24   |
| 3                     | 11,0                              | 19,3 | 24   | 41   |
| 5                     | 14,3                              | 24,9 | 31   | 53   |
| 6,3                   | 16,0                              | 28,0 | 35   | 60   |
| 7                     | 16,9                              | 29,5 | 36   | 63   |
| 9                     | 19,1                              | 33,5 | 42   | 72   |

\* Caudal máximo para mantener fijo el nivel de eliminación de aceite

F64H



F68C



| Conexión | Caudal dm <sup>3</sup> /s | kg   | Modelo       | Purga manual | Kit de mantenimiento | Elemento coalescente |
|----------|---------------------------|------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|
| G1/4     | 16                        | 1,48 | F64C-2GD-AD0 | F64C-2GD-MD0 | 4380-200             | 4344-01              |
| G3/8     | 28                        | 1,70 | F64H-3GD-AD0 | F64H-3GD-MD0 | 4380-200             | 4344-02              |
| G1/2     | 28                        | 1,67 | F64H-4GD-AD0 | F64H-4GD-MD0 | 4380-200             | 4344-02              |
| G1/2     | 35                        | 2,38 | F68C-4GD-AR0 | F68C-4GD-MR0 | 4380-301             | 5351-98              |
| G3/4     | 28                        | 2,01 | F64H-6GD-AD0 | F64H-6GD-MD0 | 4380-200             | 4344-02              |
| G3/4     | 35                        | 2,72 | F68H-6GD-AU0 | F68H-6GD-MU0 | 4380-301             | 5351-99              |
| G1       | 60                        | 2,66 | F68H-8GD-AU0 | F68H-8GD-MU0 | 4380-301             | 5351-99              |

Los modelos referenciados incluyen roscas ISO cilíndricas, purga y depósito metálico.

# Caudal máximo con presión de entrada a 6,3 bar para mantener fijo el nivel de eliminación de aceite.

Para reemplazar el Filtro (sin unadaptador o pre-Filtro) indicar 'N' en el 5° y 6° dígitos ej: F64H-NND-AD0.

Para reemplazar el filtro (sin unadaptador) indicar 'N' en el 5° y 6° dígitos, ej. F68H-NND-MD0.

Para una larga duración del elemento coalescente, instalar un pre-filtro standard, ver página 408 para filtros básicos y página 426 para unadaptadores.

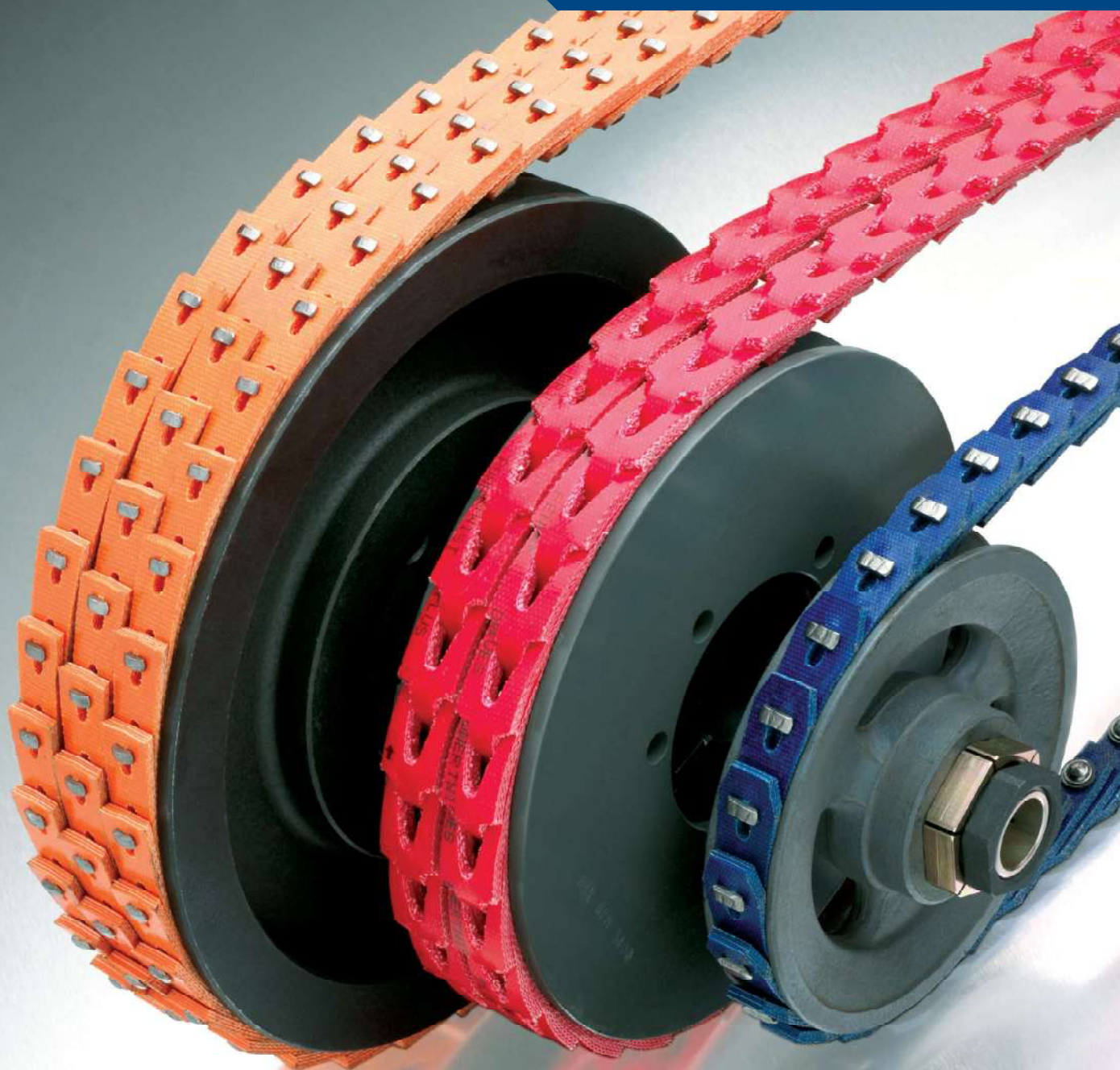
## Modelos alternativos

| F64★-★-★-★-★-★   |           | F68★-★-★-★-★-★                  |           |
|------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Cuerpo tipo      | Sustituir | Elemento                        | Sustituir |
| G1/4             | C         | Coalescente                     | 0         |
| G3/8, G1/2, G3/4 | H         |                                 |           |
| Conexión         | Sustituir | Depósito                        | Sustituir |
| 1/4              | 2         | Metálico con indicador de nivel | D         |
| 3/8              | 3         | Transparente con protector      | P         |
| 1/2              | 4         |                                 |           |
| 3/4              | 6         | Purga                           | Sustituir |
| Roscas           | Sustituir | Manual                          | M         |
| NPT              | A         | Automática                      | A         |
| ISO cónica       | B         |                                 |           |
| ISO cilíndrica   | G         | Indicador de colmataje          | Sustituir |
|                  |           | Mecánico                        | D         |
|                  |           | Eléctrico                       | E         |
|                  |           | Sin                             | N         |

| F64★-★-★-★-★-★ |           | F68★-★-★-★-★-★               |           |
|----------------|-----------|------------------------------|-----------|
| Cuerpo tipo    | Sustituir | Elemento                     | Sustituir |
| G1/2           | C         | Coalescente                  | 0         |
| G3/4, G1       | H         |                              |           |
| Conexión       | Sustituir | Depósito                     | Sustituir |
| 3/4            | 6         | 1 l sin indicador de nivel   | C**       |
| 1              | 8         | 0,5 l sin indicador de nivel | M*        |
| 1 1/4          | A         | 0,5 l con indicador de nivel | R*        |
| 1 1/2          | B         | 1 l con indicador de nivel   | U**       |
| Roscas         | Sustituir |                              |           |
| NPT            | A         | Purga                        | Sustituir |
| ISO cónica     | B         | Automática                   | A         |
| ISO cilíndrica | G         | Manual                       | M         |
|                |           | Indicador de colmataje       | Sustituir |
|                |           | Mecánico                     | D         |
|                |           | Eléctrico                    | E         |
|                |           | Sin                          | N         |

\* Sólo disponible con F68C





## Correas compuestas en "V" de alto desempeño

**NU T LINK**  
V-BELTS®

**PowerTwist Plus**  
V-BELTS

**SUPER T LINK**  
SP WEDGE BELTS®

## Información técnica y potencias nominales

Sistema inglés

|                                                         |   |
|---------------------------------------------------------|---|
| Selección de las correas.....                           | 2 |
| Factor de corrección del arco de contacto.....          | 3 |
| Factor de corrección de la longitud de la correa .....  | 3 |
| Potencias nominales – Correas PowerTwist Plus en "V" .. | 4 |
| Potencias nominales – Correas NuTLink en "V" .....      | 6 |
| Potencias nominales – Correas SuperTLink SP Wedge. . .  | 8 |

## Selección de las correas

Las páginas a continuación indican las potencias nominales de las correas PowerTwist Plus, NuTLink y SuperTLink, e información adicional acerca de cómo determinar el tipo de correa correcto para grupos de mando en particular. Antes de seguir adelante, debe conocer los siguientes cuatro puntos:

1. El tipo de aplicación o el equipo impulsado.
2. El tipo de equipo impulsor, su potencia (HP) y su velocidad de giro (RPM).
3. La velocidad del equipo impulsado o la relación de velocidades.
4. La distancia aproximada entre los centros de los ejes.

**EJEMPLO:** 7½ HP, 1750 RPM, NEMA A, un motor eléctrico que impulsa un ventilador de extracción de un restaurante, instalado en el techo. El grupo impulsor actual consiste de una polea de 5,4 x 2B fija al motor, una segunda polea de 6,8 x 2B fija al ventilador, con una distancia entre centros de ejes de unas 22 pulgadas. Se mantiene en operación entre 16 y 24 horas al día.

### Paso 1. Determine la potencia de diseño

- A. En la tabla 1 seleccionamos el factor de servicio (SF) 1,2, es decir, el correspondiente a un motor NEMA A y a un ventilador de hasta 10 HP
- B. Potencia de diseño en caballos de fuerza (DHP) = 7,5 HP × 1,2 SF = 9,0 DHP

Los equipos enumerados a continuación corresponden sólo a muestras representativas. Seleccione el grupo cuyas características de carga se aproximen con bastante exactitud a las del equipo en estudio.

| Equipos impulsados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Tipos de equipos impulsores                                                                                                                                                                          |                                     |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Motores de CA: de par de torsión normal (NEMA A-B), de jaula de ardilla, sincrónicos, de fase partida<br>Motores de CC: devanado en derivación<br>Motores: de combustión interna de varios cilindros |                                     |                                        | Motores de AC: alto par de torsión (NEMA C-D), alto deslizamiento, de repulsión, de inducción, de fase única, de anillos deslizantes, de devanado en serie<br>Motores de CC: de devanado en serie, de devanado compuesto<br>Motores: de combustión interna de un solo cilindro<br>Árboles de transmisión de potencia de líneas de producción, embragues |                                     |                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Servicio intermitente<br>3 – 5 horas/día u<br>operación estacional                                                                                                                                   | Servicio normal<br>8 – 10 horas/día | Servicio continuo<br>16 – 24 horas/día | Servicio intermitente<br>3 – 5 horas/día u<br>operación estacional                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Servicio normal<br>8 – 10 horas/día | Servicio continuo<br>16 – 24 horas/día |
| Ventiladores (de hasta 10 HP); bombas y compresores centrífugos; bandas transportadoras (servicio ligero)                                                                                                                                                                                                                         | 1,0                                                                                                                                                                                                  | 1,1                                 | 1,2                                    | 1,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,2                                 | 1,3                                    |
| Agitadores: de líquidos; tamices rotativos y vibratorios; ventiladores (de más de 10 HP); generadores; Máquinas herramientas: tornos, cepilladoras, etc.; árboles de transmisión de potencia de líneas de producción; bombas rotativas de desplazamiento positivo; equipos de carpintería: sierras, taladros, tornos, etc.        | 1,1                                                                                                                                                                                                  | 1,2                                 | 1,3                                    | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,3                                 | 1,4                                    |
| Equipos de fabricación de ladrillos; agitadores: de fluidos semi-líquidos; prensas, ponchadoras, cizallas; bombas (de pistón); Correas transportadoras: minerales en bruto, carbón mineral, arena, agregados; compresores (de pistón); Sopladores de desplazamiento positivo; equipos de aserraderos; equipos de plantas textiles | 1,2                                                                                                                                                                                                  | 1,3                                 | 1,4                                    | 1,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,5                                 | 1,6                                    |

Tabla 1

### Paso 2. Cálculo del sistema de mando

- A. Calcule la relación de velocidades. Se calcula dividiendo el diámetro mayor entre el diámetro menor.  
 $6,8 \div 5,4 = 1,26:1$
- B. Calcule la potencia nominal en caballos de fuerza (HP) de la correa.
  1. Consulte la tabla de potencias nominales PowerTwist Plus para correas de sección transversal "B/17". A partir de la velocidad (RPM) del eje más rápido, igual a 1750, siga hasta la columna "5,4" y encuentre el valor "5,43". Esa es la potencia nominal básica en caballos de fuerza (HP). Siga en la misma línea hasta la sección **Potencia Añadida**, en la columna "1,21 y 1,27", y lea el valor "0,19". Al sumar 0,19 a 5,43 se obtiene el valor 5,62, que es la potencia nominal en caballos de fuerza (HP) de cada correa.
- C. Determine el factor de corrección del arco de contacto.
  1. Calcule  $(D - d) \div C$  y encuentre el factor  $K\phi$  en la tabla 2.  
 En la fórmula:  $D = 6,8$ ;  $d = 5,4$  y  $C = 22$   
 $(6,8 - 5,4) \div 22 = 0,06$   
 El valor del factor  $K\phi$  es 1,00.
- D. Determine la longitud de la correa y el factor de corrección de la longitud ( $L_C$ ).
  1. Con la fórmula a continuación, calcule la longitud de la correa, y en la tabla 3 encuentre el factor de corrección de la longitud ( $L_C$ ).  

$$\text{Longitud de la correa} = 2C + 1,57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$
 En la fórmula:  $D = 6,8$ ;  $d = 5,4$  y  $C = 22$   
 Longitud de la correa = 63,2 pulgadas  
 En la tabla 3, en la columna de la sección transversal "B/17" y entre los valores de 60 y 68 pulgadas de longitud de la correa, encuentre el factor  $L_C$  igual a 0,93.
- E. Calcule la potencia en caballos de fuerza (HP) corregida de cada correa.
  1. Potencia en caballos de fuerza (HP) corregida de cada correa = Potencia nominal en caballos de fuerza (HP) de cada correa × Factor  $K\phi$  × Factor  $L_C$   
 Potencia en caballos de fuerza (HP) corregida de cada correa =  $5,62 \times 1,00 \times 0,93 = 5,23$

### Paso 3. Determine la cantidad de correas requeridas

- A. Divida la potencia de diseño (DHP) entre la potencia corregida por cada correa (CHP), para determinar la cantidad de correas requeridas.  
 La respuesta por lo general incluirá una fracción; se debe redondear la cantidad de correas al siguiente número entero mayor.  
 $DHP \div CHP = 9,0 \div 5,23 = 1,72$

Dos correas PowerTwist Plus son adecuadas para esta aplicación.

### Factor de corrección del arco de contacto ( $K\phi$ ) para las correas de sección en "V"

| $\frac{D-d}{C}$ | Arco de contacto $\phi$ en las poleas de diámetro pequeño (grados) | Factor $K\phi$                  |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                 |                                                                    | A/13, B/17, C/22, SPZ, SPA, SPB |
| 0,00            | 180                                                                | 1,00                            |
| 0,10            | 174                                                                | 0,99                            |
| 0,20            | 169                                                                | 0,97                            |
| 0,30            | 163                                                                | 0,96                            |
| 0,40            | 157                                                                | 0,94                            |
| 0,50            | 151                                                                | 0,93                            |
| 0,60            | 145                                                                | 0,91                            |
| 0,70            | 139                                                                | 0,89                            |
| 0,80            | 133                                                                | 0,87                            |
| 0,90            | 127                                                                | 0,85                            |
| 1,00            | 120                                                                | 0,82                            |
| 1,10            | 113                                                                | 0,80                            |
| 1,20            | 106                                                                | 0,77                            |
| 1,30            | 99                                                                 | 0,73                            |
| 1,40            | 91                                                                 | 0,70                            |
| 1,50            | 83                                                                 | 0,65                            |

Table 2

en la fórmula:

D = diámetro datum mayor

d = diámetro datum menor

C = distancia entre centros de ejes

### Factores de corrección de la longitud de la correa ( $L_c$ )

| Longitud (pulgadas) | Sección transversal de la correa |      |      | Longitud (mm) | Sección transversal de la correa |      |      |
|---------------------|----------------------------------|------|------|---------------|----------------------------------|------|------|
|                     | A/13                             | B/17 | C/22 |               | SPZ                              | SPA  | SPB  |
| 26                  | 0,78                             |      |      | 512           | 0,79                             |      |      |
| 31                  | 0,82                             |      |      | 630           | 0,83                             |      |      |
| 35                  | 0,85                             | 0,80 |      | 710           | 0,85                             |      |      |
| 38                  | 0,87                             | 0,82 |      | 800           | 0,87                             | 0,81 |      |
| 42                  | 0,89                             | 0,84 |      | 900           | 0,89                             | 0,83 |      |
| 46                  | 0,91                             | 0,86 |      | 1000          | 0,91                             | 0,85 |      |
| 51                  | 0,93                             | 0,88 | 0,80 | 1120          | 0,93                             | 0,86 |      |
| 55                  | 0,95                             | 0,89 | 0,83 | 1250          | 0,95                             | 0,88 | 0,83 |
| 60                  | 0,97                             | 0,91 | 0,83 | 1400          | 0,98                             | 0,90 | 0,85 |
| 68                  | 1,00                             | 0,94 | 0,85 | 1500          | 0,99                             | 0,91 | 0,86 |
| 75                  | 1,02                             | 0,96 | 0,87 | 1600          | 1,00                             | 0,92 | 0,87 |
| 80                  | 1,04                             | 0,98 | 0,88 | 1800          | 1,02                             | 0,94 | 0,89 |
| 81                  | 1,05                             | 0,98 | 0,89 | 2000          | 1,04                             | 0,96 | 0,91 |
| 85                  | 1,05                             | 0,99 | 0,90 | 2240          | 1,06                             | 0,98 | 0,93 |
| 90                  | 1,07                             | 1,00 | 0,91 | 2500          | 1,08                             | 1,00 | 0,94 |
| 96                  | 1,08                             | 1,02 | 0,92 | 2800          | 1,10                             | 1,02 | 0,96 |
| 97                  | 1,10                             | 1,02 | 0,94 | 3150          | 1,12                             | 1,04 | 0,98 |
| 105                 | 1,10                             | 1,03 | 0,94 | 3550          | 1,15                             | 1,06 | 1,00 |
| 112                 | 1,12                             | 1,05 | 0,95 | 4000          |                                  |      | 1,02 |
| 120                 | 1,13                             | 1,06 | 0,96 | 4500          |                                  |      | 1,04 |
| 128                 | 1,15                             | 1,08 | 0,98 | 5000          |                                  |      | 1,05 |
| 144                 |                                  | 1,10 | 1,00 | 5600          |                                  |      | 1,07 |
| 158                 |                                  | 1,12 | 1,02 | 6300          |                                  |      | 1,09 |
| 173                 |                                  | 1,14 | 1,04 | 7100          |                                  |      | 1,11 |
| 180                 |                                  | 1,15 | 1,05 | 7500          |                                  |      | 1,12 |
| 195                 |                                  | 1,17 | 1,07 | 8000          |                                  |      | 1,13 |
| 210                 |                                  | 1,18 | 1,08 |               |                                  |      |      |
| 240                 |                                  | 1,22 | 1,10 |               |                                  |      |      |
| 270                 |                                  | 1,24 | 1,13 |               |                                  |      |      |
| 300                 |                                  | 1,27 | 1,15 |               |                                  |      |      |
| 330                 |                                  |      | 1,17 |               |                                  |      |      |
| 360                 |                                  |      | 1,18 |               |                                  |      |      |
| 390                 |                                  |      | 1,20 |               |                                  |      |      |
| 420                 |                                  |      | 1,21 |               |                                  |      |      |

Table 3

$$\text{Longitud de la correa} = 2C + 1,57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

en la fórmula:

D = diámetro datum mayor

d = diámetro datum menor

C = distancia entre centros de ejes



## SuperTLink Potencia nominal para correas de sección "SPB"

| Velocidad (RPM) del eje más rápido | Potencia nominal básica en caballos de fuerza por correa correspondiente al diámetro exterior de la polea menor |       |       |       |       |       |       |       |       | Velocidad (RPM) del eje más rápido | Potencia añadida por cada correa debido a la relación de velocidades |             |             |             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
|                                    | 140mm                                                                                                           | 150mm | 160mm | 180mm | 200mm | 224mm | 250mm | 315mm | 355mm |                                    | 1,00 y 1,01                                                          | 1,01 y 1,05 | 1,06 y 1,26 | 1,27 y 1,57 | 1,58 y superior |
| 1160                               | 6,56                                                                                                            | 7,63  | 8,89  | 11,17 | 13,40 | 16,03 | 18,80 | 25,37 | 29,14 | 1160                               | 0,00                                                                 | 0,10        | 0,68        | 1,00        | 1,21            |
| 1750                               | 8,85                                                                                                            | 10,49 | 12,10 | 15,25 | 18,30 | 21,78 | 25,36 |       |       | 1750                               | 0,00                                                                 | 0,15        | 1,05        | 1,49        | 1,73            |
| 200                                | 1,53                                                                                                            | 1,76  | 2,00  | 2,46  | 2,92  | 3,47  | 4,05  | 5,50  | 6,38  | 200                                | 0,00                                                                 | 0,01        | 0,11        | 0,09        | 0,20            |
| 400                                | 2,76                                                                                                            | 3,21  | 3,66  | 4,53  | 5,41  | 4,98  | 7,55  | 7,95  | 11,95 | 400                                | 0,00                                                                 | 0,04        | 0,24        | 0,34        | 0,42            |
| 600                                | 3,88                                                                                                            | 4,52  | 5,17  | 6,45  | 6,57  | 9,20  | 9,22  | 14,73 | 17,07 | 600                                | 0,00                                                                 | 0,05        | 0,36        | 0,51        | 0,63            |
| 800                                | 4,65                                                                                                            | 5,75  | 6,57  | 8,23  | 9,86  | 11,78 | 12,34 | 18,83 | 21,79 | 800                                | 0,00                                                                 | 0,08        | 0,48        | 0,68        | 0,85            |
| 1000                               | 5,98                                                                                                            | 6,88  | 7,89  | 9,90  | 11,88 | 14,20 | 16,69 | 22,61 | 26,08 | 1000                               | 0,00                                                                 | 0,09        | 0,60        | 0,86        | 1,05            |
| 1200                               | 6,74                                                                                                            | 7,93  | 9,13  | 11,48 | 13,78 | 16,47 | 19,31 | 26,04 | 29,87 | 1200                               | 0,00                                                                 | 0,11        | 0,72        | 1,04        | 1,26            |
| 1400                               | 7,57                                                                                                            | 8,93  | 10,28 | 12,94 | 15,54 | 18,56 | 21,72 | 29,07 |       | 1400                               | 0,00                                                                 | 0,12        | 0,85        | 1,20        | 1,46            |
| 1600                               | 8,32                                                                                                            | 9,85  | 11,35 | 14,31 | 17,16 | 23,02 | 23,90 |       |       | 1600                               | 0,00                                                                 | 0,15        | 0,97        | 1,38        | 1,68            |
| 1800                               | 9,02                                                                                                            | 10,69 | 12,34 | 15,55 | 18,65 | 22,19 | 25,82 |       |       | 1800                               | 0,00                                                                 | 0,16        | 1,08        | 1,54        | 1,88            |
| 2000                               | 9,64                                                                                                            | 11,47 | 13,23 | 16,69 | 19,98 | 23,71 |       |       |       | 2000                               | 0,00                                                                 | 0,19        | 1,21        | 1,71        | 2,10            |
| 2200                               | 10,21                                                                                                           | 12,15 | 14,04 | 17,68 | 21,13 |       |       |       |       | 2200                               | 0,00                                                                 | 0,20        | 1,32        | 1,88        | 2,31            |
| 2400                               | 10,72                                                                                                           | 12,75 | 14,75 | 18,56 | 22,13 |       |       |       |       | 2400                               | 0,00                                                                 | 0,23        | 1,45        | 2,05        | 2,53            |
| 2600                               | 11,13                                                                                                           | 13,27 | 15,35 | 19,30 |       |       |       |       |       | 2600                               | 0,00                                                                 | 0,24        | 1,57        | 2,23        | 2,73            |
| 2800                               | 11,48                                                                                                           | 13,71 | 15,85 |       |       |       |       |       |       | 2800                               | 0,00                                                                 | 0,27        | 1,69        | 2,39        | 2,95            |
| 3000                               | 11,74                                                                                                           | 14,04 | 16,24 |       |       |       |       |       |       | 3000                               | 0,00                                                                 | 0,29        | 1,81        | 2,57        | 3,14            |
| 3200                               | 11,92                                                                                                           |       |       |       |       |       |       |       |       | 3200                               | 0,00                                                                 | 0,29        | 1,94        | 2,74        | 3,36            |
| 3400                               | 12,03                                                                                                           |       |       |       |       |       |       |       |       | 3400                               | 0,00                                                                 | 0,32        | 2,05        | 2,92        | 3,57            |

- Diseñado para grupos de impulsión de la categoría SP Metric.
- Alta resistencia a aceites, agua, compuestos químicos y temperaturas extremas
- Exclusivo gancho en "T" para un fácil armado
- Fácil de acoplar — no es necesario desarmar el grupo de mando
- Reduce las vibraciones transmitidas





# NEVASTANE SH



Industria alimenticia



Lubricante sintético PAO para compresores , neumática e hidráulica , apto para contacto incidental con alimentos

## APLICACIONES

- Los lubricantes **NEVASTANE SH** están recomendados en la lubricación de compresores de aire, bombas de vacío, y sistemas hidráulicos, muy especialmente si trabajan a bajas temperaturas.
- La formulación de **NEVASTANE SH**, 100 % sintética , basada en PAO, proporciona una protección superior y una mayor vida útil de los equipos lubricados.

## ESPECIFICACIONES

- La formulación de **NEVASTANE SH** cumple con FDA, chapter 21 CFR, 178.3570.
- Los lubricantes Nevastane están registrados NSF H1.  
NEVASTANE SH32: No 147292      NEVASTANE SH46: No 147293  
NEVASTANE SH68: No 147294      NEVASTANE SH100: No 147295
- Los lubricantes **NEVASTANE SH** están certificados **Kosher, Halal e ISO 21469**.
- Especificación internacional : ISO 6743-4 HV.

## VENTAJAS

- **NEVASTANE SH** se recomienda para uso donde sea posible una situación de contacto accidental , según describe el método HACCP.
- Formulación 100% sintética.
- Amplio rango de temperaturas de empleo.
- Extensión de los intervalos entre cambios.

| CARACTERÍSTICAS          | MÉTODOS   | UNIDADES | NEVASTANE SH              |     |      |      |
|--------------------------|-----------|----------|---------------------------|-----|------|------|
|                          |           |          | 32                        | 46  | 68   | 100  |
| Apariencia               | Visual    | -        | Líquido claro y brillante |     |      |      |
| Color                    | ISO 2049  | -        | <1                        | <1  | <1   | <1   |
| Densidad a 15°C          | ISO 12185 | -        | 835                       | 837 | 848  | 849  |
| Viscosidad a 40°C        | ISO 3104  | cSt      | 32                        | 46  | 68   | 100  |
| Viscosidad a 100°C       | ISO 3104  | cSt      | 6,1                       | 7,9 | 10,8 | 14,7 |
| Índice de viscosidad     | ISO 3104  | -        | 135                       | 135 | 140  | 145  |
| Punto de inflamación COC | ISO 2592  | °C       | 245                       | 260 | 260  | 260  |
| Punto de congelación     | ISO 3016  | °C       | -51                       | -48 | -42  | -39  |

Las características mencionadas representan valores típicos.

### Recomendaciones:

- almacenar el producto a temperatura ambiente, minimizando el tiempo de exposición por encima de 35°C
- Vida del producto: 5 años desde fabricación del producto (sin abrir)

Total Especialidades Argentina S.A.  
F. N. de Laprida 3163, Piso 7  
Complejo NODUS – Ed. San Rafael  
B1603AAA  
Villa Martelli - Buenos Aires, Argentina

**NEVASTANE SH**  
Rev. 01/ 2017

Este lubricante usado de acuerdo con nuestras recomendaciones y para los usos para los cuales fue desarrollado, no presenta ningún riesgo particular. Puede obtener una hoja de seguridad acorde a la normativa vigente argentina

# NEVASTANE XS 80



Industria Alimenticia



**Grasa de extrema presión, para muy bajas temperaturas, con espesante complejo Sulfonato de Calcio y apta para contacto incidental con alimentos.**

## APLICACIONES

**Industrias de procesamiento de alimentos**

**Lubricación en condiciones severas  
( carga y temperatura )**

**Prensas de granulación en industria azucarera**

**Recomendación**

- **NEVASTANE XS 80** es una grasa multi-propósito, de alto rendimiento, basada en espesante de tecnología sulfonato de calcio complejo y aceite sintético.
- **NEVASTANE XS 80** está especialmente dirigida a la lubricación de diferentes equipos sometidos a condiciones extremas en la industria alimentaria: ( muy bajas temperaturas, cargas pesadas, polvo, agua )
- **NEVASTANE XS 80** está recomendada en la lubricación de máquinas de granulación (KAHL, PROMILL, CPM, UMT, Van Aarsen ...), utilizadas para la preparación de alimentos animales ( pulpa de remolacha azucarera, forraje seco, alimentación ...).
- Evitar siempre la contaminación de la grasa por polvo o cualquier otro contaminante mientras se aplica. Usar preferiblemente un sistema de bomba neumática o cartuchos para la lubricación.

## ESPECIFICACIONES

- La grasa **NEVASTANE XS 80** satisface las exigencias FDA, 21 CFR 178.3570.
- La grasa **NEVASTANE XS 80** está registrada NSF-H1 : No 147141.
- La grasa **NEVASTANE XS 80** está certificada ISO 21469, Kosher y Halal

## VENTAJAS

**Verdaderamente una grasa multipropósito**

**Altas cargas**

**Resistencia al agua**

**Bajas temperaturas**

**Altas temperaturas**

**Anticorrosión**

- Con su formulación sofisticada, **NEVASTANE XS 80** cumple con los requisitos industriales más severos.
- **NEVASTANE XS 80** garantiza una vida optima de los equipos mientras minimiza los riesgos de contaminación de acuerdo con el método HACCP
- Excelente estabilidad térmica. La grasa recupera su consistencia original después de enfriarse a temperatura ambiente y se asegura una larga vida de servicio
- Excelente resistencia a las cargas gracias a sus excelentes propiedades naturales antidesgaste y extrema presión.
- Excelente resistencia al agua. No hay pérdida significativa de consistencia incluso con presencia de cantidades muy grandes de agua en la grasa (más de 30% en peso). Resistencia a los ácidos y bases procedentes de alimentos.
- Excelentes propiedades antioxidantes y anticorrosivas gracias a las propiedades naturales del sulfonato de calcio, incluso en presencia de agua salada.

Total Especialidades Argentina S.A.  
F. N. de Laprida 3163, Piso 7  
Complejo NODUS – Ed. San Rafael  
B1603AAA  
Villa Martelli - Buenos Aires, Argentina

**NEVASTANE XS 80**  
Rev. 01/ 2017

Este lubricante usado de acuerdo con nuestras recomendaciones y para los usos para los cuales fue desarrollado, no presenta ningún riesgo particular. Puede obtener una hoja de seguridad acorde a la normativa vigente argentina

**TOTAL**

| CARACTERÍSTICAS TÍPICAS                   | MÉTODOS                          | UNIDADES    | NEVASTANE XS 80  |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------|------------------|
| Espesante                                 |                                  | -           | Sulfonato calcio |
| Grado NLGI                                | ASTM D 217/ DIN                  | -           | 1-2              |
| Color                                     | Visual                           | -           | marrón           |
| Apariencia                                | Visual                           | -           | suave            |
| Rango temperatura operacional             |                                  | -           | -55 a 180 °C     |
| Penetración 25 °C                         | ASTM D217/ DIN 51818             | 0,1mm       | 280-310          |
| Carga de soldadura ( 4 bolas )            | ASTM D 2596                      | Kgf         | 620              |
| Prestaciones antiherrumbre SKFEMCOR       | DIN 51 802/ISO 11007             | Ratio       | 0-0              |
| Presión de fluencia 1400 mbar             | DIN 51805                        | °C (mbar)   | <-55 (1385)      |
| Punto de goteo                            | IP 396/NFT 60 102C               | °C          | >300°C           |
| Viscosidad cinemática aceite base (40° C) | ASTM D 445/DIN 51 562-1/ISO 3104 | mm²/s (cSt) | 80               |



**Total Especialidades Argentina S.A.**  
**F. N. de Laprida 3163, Piso 7**  
**Complejo NODUS – Ed. San Rafael**  
**B1603AAA**  
**Villa Martelli - Buenos Aires, Argentina**

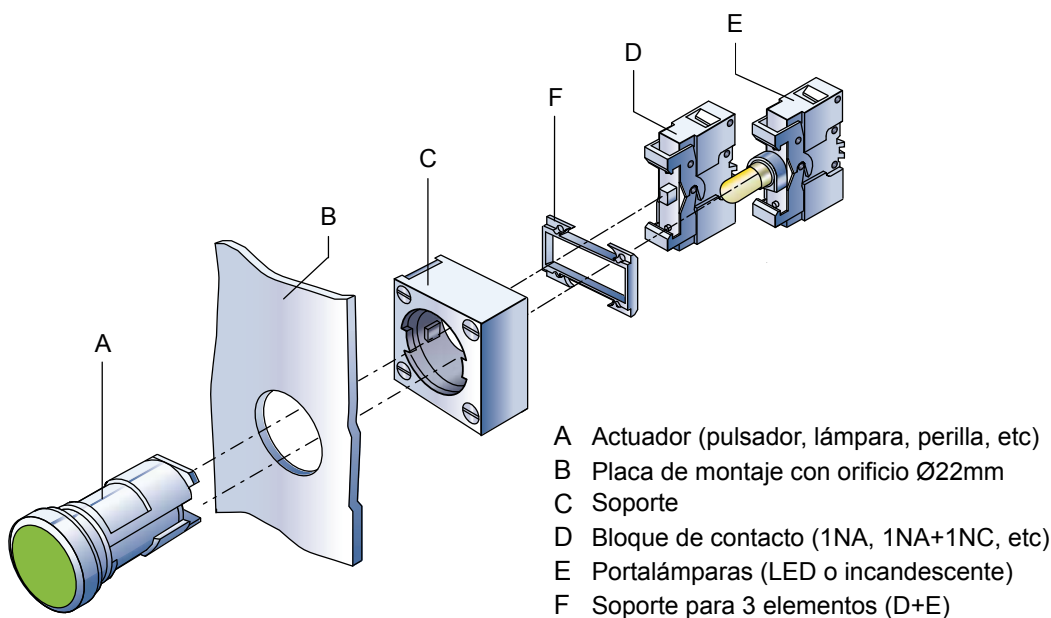
**NEVASTANE XS 80**  
**Rev. 01/ 2017**

Este lubricante usado de acuerdo con nuestras recomendaciones y para los usos para los cuales fue desarrollado, no presenta ningún riesgo particular. Puede obtener una hoja de seguridad acorde a la normativa vigente argentina



| N° Almacén                                                                        | Descripción del producto                                 | Código        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Pulsadores rasantes completos - Línea plástica</b>                             |                                                          |               |
|  |                                                          |               |
| 100014922                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, NEGRO    | 3SB3202-0AA11 |
| 100014930                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NC, ROJO     | 3SB3203-0AA21 |
| 100014923                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, AMARILLO | 3SB3202-0AA31 |
| 100014924                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, VERDE    | 3SB3202-0AA41 |
| 100014925                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, AZUL     | 3SB3202-0AA51 |
| 100014926                                                                         | Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, BLANCO   | 3SB3202-0AA61 |

|                                                                                   |                                                                                   |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Pulsadores luminosos rasantes completos - Línea plástica</b>                   |                                                                                   |               |
|  |                                                                                   |               |
| 100016086                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NC, ROJO     | 3SB3246-0AA21 |
| 100014813                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, AMARILLO | 3SB3245-0AA31 |
| 100014814                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, VERDE    | 3SB3245-0AA41 |
| 100014815                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, AZUL     | 3SB3245-0AA51 |
| 100014816                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, BLANCO   | 3SB3245-0AA61 |
| 100014822                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NC, ROJO       | 3SB3250-0AA21 |
| 100014835                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, AMARILLO   | 3SB3257-0AA31 |
| 100014836                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, VERDE      | 3SB3257-0AA41 |
| 100014837                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, AZUL       | 3SB3257-0AA51 |
| 100014838                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, BLANCO     | 3SB3257-0AA61 |
| 100014834                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NC, ROJO       | 3SB3254-0AA21 |
| 100014830                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, AMARILLO   | 3SB3253-0AA31 |
| 100014831                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, VERDE      | 3SB3253-0AA41 |
| 100014832                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, AZUL       | 3SB3253-0AA51 |
| 100014833                                                                         | Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, BLANCO     | 3SB3253-0AA61 |







# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Pulsadores hongo y Lámparas de señalización - Línea plástica

| N° Almacén                                                                          | Descripción del producto                                                                                                                                                  | Código        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| SIRIUS 3SB3                                                                         | <b>Pulsadores hongo - Línea plástica</b>                                                                                                                                  |               |
|                                                                                     | 100014932 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar, c/1NC   | 3SB3203-1HA20 |
|                                                                                     | 100014931 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO, Pulsar-Tirar, c/1NC              | 3SB3203-1CA21 |
|                                                                                     | 100014948 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar c/Llave  | 3SB3000-1BA20 |
|                                                                                     | 100035245 Pulsador hongo Ø60mm, plástico, IP66, ROJO Emergencia, Pulsar-Girar          | 3SB3000-1AA20 |
|                                                                                     | 100014949 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, NEGRO, Pulsar-Tirar                    | 3SB3000-1CA11 |
|                                                                                     | 100014951 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, NEGRO, sin retención                   | 3SB3000-1GA11 |
|                                                                                     | 100014952 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, ROJO, sin retención                    | 3SB3000-1GA21 |
|                                                                                     | 100014953 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, AMARILLO, sin retención                | 3SB3000-1GA31 |
|                                                                                     | 100014954 Pulsador hongo Ø40mm, plástico, IP66, VERDE, sin retención                  | 3SB3000-1GA41 |
| <b>Lámparas de señalización completas con LED - Línea plástica</b>                  |                                                                                                                                                                           |               |
|  |                                                                                                                                                                           |               |
| 100014808                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 24VAC/DC, ROJA                                                                                                    | 3SB3244-6AA20 |
| 100014809                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 24VAC/DC, AMARILLA                                                                                                | 3SB3244-6AA30 |
| 100014810                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 24VAC/DC, VERDE                                                                                                   | 3SB3244-6AA40 |
| 100014811                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 24VAC/DC, AZUL                                                                                                    | 3SB3244-6AA50 |
| 100014812                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 24VAC/DC, BLANCA                                                                                                  | 3SB3244-6AA60 |
| 100014817                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 110VAC, ROJA                                                                                                      | 3SB3248-6AA20 |
| 100014818                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 110VAC, AMARILLA                                                                                                  | 3SB3248-6AA30 |
| 100014819                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 110VAC, VERDE                                                                                                     | 3SB3248-6AA40 |
| 100014820                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 110VAC, AZUL                                                                                                      | 3SB3248-6AA50 |
| 100014821                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 110VAC, BLANCA                                                                                                    | 3SB3248-6AA60 |
| 100014823                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, ROJA                                                                                                      | 3SB3252-6AA20 |
| 100014824                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, AMARILLA                                                                                                  | 3SB3252-6AA30 |
| 100014825                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, VERDE                                                                                                     | 3SB3252-6AA40 |
| 100014826                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, AZUL                                                                                                      | 3SB3252-6AA50 |
| 100014827                                                                           | Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, BLANCA                                                                                                    | 3SB3252-6AA60 |



| N° Almacén                   | Descripción del producto                                                                        |  | Código      |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| <b>Elementos de conexión</b> |                                                                                                 |  |             |
| 100044651                    | Bloque auxiliar 1NC c/Supervisor de montaje, p/Pulsador o Perilla 3SB3                          |  | 3SB3400-0M  |
| 100014845                    | Bloque auxiliar 1NA p/Pulsador o Perilla 3SB3                                                   |  | 3SB3400-0B  |
| 100014846                    | Bloque auxiliar 1NC p/Pulsador o Perilla 3SB3                                                   |  | 3SB3400-0C  |
| 100014844                    | Bloque auxiliar 1NA+1NC p/Pulsador o Perilla 3SB3                                               |  | 3SB3400-0A  |
| 100014847                    | Bloque auxiliar 2NA p/Pulsador o Perilla 3SB3                                                   |  | 3SB3400-0D  |
| 100014848                    | Bloque auxiliar 2NC p/Pulsador o Perilla 3SB3                                                   |  | 3SB3400-0E  |
| 100014705                    | Soporte para utilizar 3 elementos para Pulsador (ej. 1 portalámpara LED + 2 bloques auxiliares) |  | 3SB3901-0AB |
| 100014706                    | Soporte para utilizar 3 elementos para Perilla (ej. 3 bloques auxiliares)                       |  | 3SB3901-0AC |
| 100014851                    | Portalámpara con zócalo BA9s                                                                    |  | 3SB3400-1A  |

|                                                                |                                                                      |  |             |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| <b>Capuchones protectores, transparentes de Silicona, IP67</b> |                                                                      |  |             |
| 100014629                                                      | Capuchón para Pulsador plástico rasante                              |  | 3SB3921-0AH |
| 100014988                                                      | Capuchón para Pulsador plástico sobresaliente o metálico rasante     |  | 3SB1902-0AK |
| 100037427                                                      | Capuchón para Perilla conmutadora plástica o metálica                |  | 3SB3921-0BA |
| 100241654                                                      | Capuchón para Pulsador hongo Pulsar-Tirar 40mm plástico ó metálico   |  | 3SB1902-2BH |
| 100241454                                                      | Capuchón para Pulsador parada de Emergencia 40mm plástica o metálica |  | 3SB3921-0BU |

|                                               |                                                                 |  |             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|-------------|
| <b>Tapas protectoras y tapas precintables</b> |                                                                 |  |             |
| 100099178                                     | Tapa NEGRA precintable                                          |  | 3SB1902-0AL |
| 100033663                                     | Tapa TRANSPARENTE precintable                                   |  | 3SB1902-2AR |
| 100241450                                     | Tapa TRANSPARENTE para evitar el ingreso de polvo en cerraduras |  | 3SB3921-0BT |

|                            |                                                                              |  |             |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| <b>Viseras protectoras</b> |                                                                              |  |             |
| 100014630                  | Visera protectora, AMARILLA, para pulsador de emergencia sin cerradura       |  | 3SB3921-0AK |
| 100014631                  | Visera protectora, AMARILLA, para pulsador de emergencia con cerradura       |  | 3SB3921-0AX |
| 100075030                  | Visera protectora, AMARILLA, con bloqueo hasta 5 candados para 3SB3...-1AA20 |  | 3SB3921-0CG |
| 100037426                  | Visera protectora, NEGRA, para elemento luminoso                             |  | 3SB3921-0AS |



# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Contadores SIRIUS - Tamaño S00

| N° Almacén  | Descripción del producto                                                                                                                                           | Código        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| SIRIUS 3RT1 |  <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S00 para motor 7A / 400V 50Hz, 3kW</b>      |               |
|             | 100015911 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                   | 3RT1015-1AB01 |
|             | 100015912 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                   | 3RT1015-1AB02 |
|             | 100015913 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1015-1AF01 |
|             | 100015914 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1015-1AF02 |
|             | 100015915 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1015-1AP01 |
|             | 100015916 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1015-1AP02 |
|             | 100015917 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1015-1AV01 |
|             | 100016046 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1015-1AV02 |
|             | 100015918 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.24VDC, 1NA                                                                                           | 3RT1015-1BB41 |
|             | 100015919 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.24VDC, 1NC                                                                                           | 3RT1015-1BB42 |
|             | 100015920 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.110VDC, 1NA                                                                                          | 3RT1015-1BF41 |
|             | 100015921 Contactor tripolar In:7A / 400V 50Hz, 3kW, S00, bob.110VDC, 1NC                                                                                          | 3RT1015-1BF42 |
|             |  <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S00 para motor 9A / 400V 50Hz, 4kW</b>      |               |
|             | 100015858 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                   | 3RT1016-1AB01 |
|             | 100015859 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                   | 3RT1016-1AB02 |
|             | 100015860 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1016-1AF01 |
|             | 100015861 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1016-1AF02 |
|             | 100015864 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1016-1AP01 |
|             | 100015865 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1016-1AP02 |
|             | 100015866 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                  | 3RT1016-1AV01 |
|             | 100015867 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                  | 3RT1016-1AV02 |
|             | 100015868 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.24VDC, 1NA                                                                                           | 3RT1016-1BB41 |
|             | 100015869 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.24VDC, 1NC                                                                                           | 3RT1016-1BB42 |
|             | 100016048 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.110VDC, 1NA                                                                                          | 3RT1016-1BF41 |
|             | 100015870 Contactor tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S00, bob.110VDC, 1NC                                                                                          | 3RT1016-1BF42 |
|             |  <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S00 para motor 12A / 400V 50Hz, 5,5kW</b> |               |
|             | 100015880 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NA                                                                                | 3RT1017-1AB01 |
|             | 100015881 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.24VAC 50/60Hz, 1NC                                                                                | 3RT1017-1AB02 |
|             | 100015882 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NA                                                                               | 3RT1017-1AF01 |
|             | 100015883 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.110VAC 50/60Hz, 1NC                                                                               | 3RT1017-1AF02 |
|             | 100015885 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NA                                                                               | 3RT1017-1AP01 |
|             | 100015886 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.230VAC 50/60Hz, 1NC                                                                               | 3RT1017-1AP02 |
|             | 100001238 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NA                                                                               | 3RT1017-1AQ01 |
|             | 100015991 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.400VAC 50/60Hz, 1NC                                                                               | 3RT1017-1AV02 |
|             | 100016050 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.24VDC, 1NA                                                                                        | 3RT1017-1BB41 |
|             | 100015888 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.24VDC, 1NC                                                                                        | 3RT1017-1BB42 |
|             | 100015889 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.110VDC, 1NA                                                                                       | 3RT1017-1BF41 |
|             | 100015890 Contactor tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5.5kW, S00, bob.110VDC, 1NC                                                                                       | 3RT1017-1BF42 |

# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Contadores SIRIUS - Tamaño S6 y S10



SIRIUS 3RT1

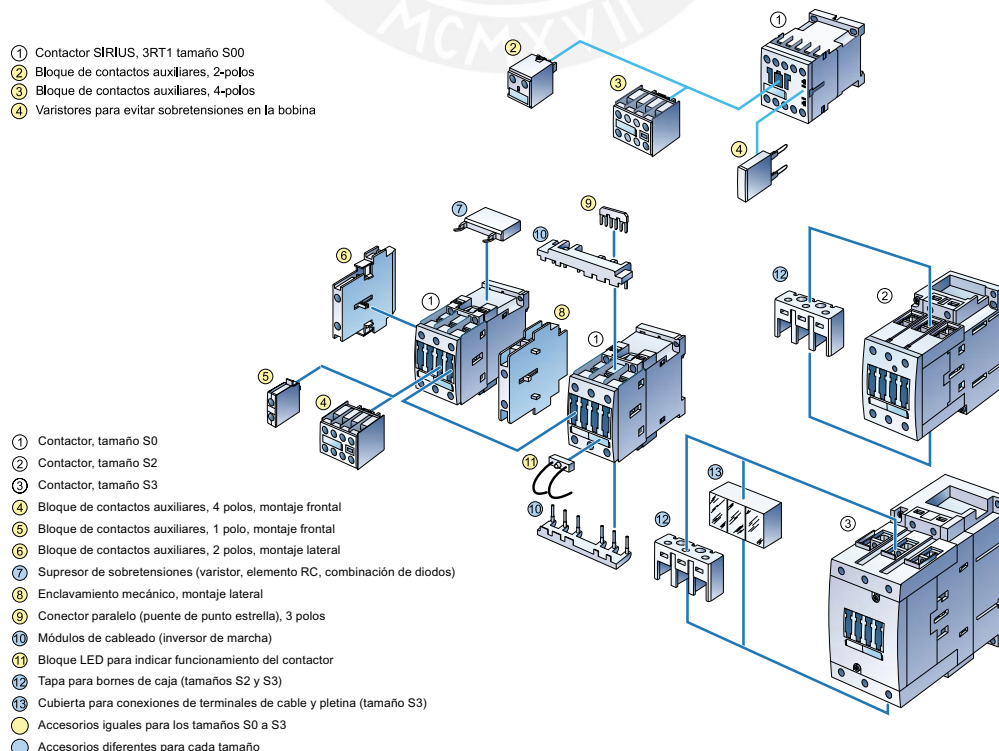
| N° Almacén                                                                          | Descripción del producto                                                         | Código        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|    | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S6 para motor 115A / 400V 50Hz, 55kW</b>    |               |
| 100015131                                                                           | Contactor tripolar In:115A / 400V 50Hz, 55kW, S6, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1054-1AF36 |
| 100015132                                                                           | Contactor tripolar In:115A / 400V 50Hz, 55kW, S6, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1054-1AP36 |
| 100015133                                                                           | Contactor tripolar In:115A / 400V 50Hz, 55kW, S6, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1054-1AV36 |
| 100015134                                                                           | Contactor tripolar In:115A / 400V 50Hz, 55kW, S6, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1054-1NF36 |
| 100015135                                                                           | Contactor tripolar In:115A / 400V 50Hz, 55kW, S6, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1054-1NP36 |
|    | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S6 para motor 150A / 400V 50Hz, 75kW</b>    |               |
| 100015137                                                                           | Contactor tripolar In:150A / 400V 50Hz, 75kW, S6, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1055-6AF36 |
| 100015138                                                                           | Contactor tripolar In:150A / 400V 50Hz, 75kW, S6, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1055-6AP36 |
| 100015139                                                                           | Contactor tripolar In:150A / 400V 50Hz, 75kW, S6, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1055-6AV36 |
| 100015140                                                                           | Contactor tripolar In:150A / 400V 50Hz, 75kW, S6, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1055-6NF36 |
| 100015141                                                                           | Contactor tripolar In:150A / 400V 50Hz, 75kW, S6, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1055-6NP36 |
|    | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S6 para motor 185A / 400V 50Hz, 90kW</b>    |               |
| 100015142                                                                           | Contactor tripolar In:185A / 400V 50Hz, 90kW, S6, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1056-6AF36 |
| 100015143                                                                           | Contactor tripolar In:185A / 400V 50Hz, 90kW, S6, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1056-6AP36 |
| 100015144                                                                           | Contactor tripolar In:185A / 400V 50Hz, 90kW, S6, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC         | 3RT1056-6AV36 |
| 100015145                                                                           | Contactor tripolar In:185A / 400V 50Hz, 90kW, S6, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1056-6NF36 |
| 100015146                                                                           | Contactor tripolar In:185A / 400V 50Hz, 90kW, S6, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC   | 3RT1056-6NP36 |
|  | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S10 para motor 225A / 400V 50Hz, 110kW</b>  |               |
| 100015147                                                                           | Contactor tripolar In:225A / 400V 50Hz, 110kW, S10, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1064-6AF36 |
| 100015148                                                                           | Contactor tripolar In:225A / 400V 50Hz, 110kW, S10, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1064-6AP36 |
| 100015149                                                                           | Contactor tripolar In:225A / 400V 50Hz, 110kW, S10, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1064-6AV36 |
| 100015150                                                                           | Contactor tripolar In:225A / 400V 50Hz, 110kW, S10, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1064-6NF36 |
| 100015151                                                                           | Contactor tripolar In:225A / 400V 50Hz, 110kW, S10, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1064-6NP36 |
|  | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S10 para motor 265A / 400V 50Hz, 132kW</b>  |               |
| 100015153                                                                           | Contactor tripolar In:265A / 400V 50Hz, 132kW, S10, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1065-6AF36 |
| 100016060                                                                           | Contactor tripolar In:265A / 400V 50Hz, 132kW, S10, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1065-6AP36 |
| 100015154                                                                           | Contactor tripolar In:265A / 400V 50Hz, 132kW, S10, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1065-6AV36 |
| 100015155                                                                           | Contactor tripolar In:265A / 400V 50Hz, 132kW, S10, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1065-6NF36 |
| 100015156                                                                           | Contactor tripolar In:265A / 400V 50Hz, 132kW, S10, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1065-6NP36 |
|  | <b>Contactor SIRIUS</b><br><b>Tamaño S10 para motor 300A / 400V 50Hz, 160kW</b>  |               |
| 100015157                                                                           | Contactor tripolar In:300A / 400V 50Hz, 160kW, S10, bob.110VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1066-6AF36 |
| 100015158                                                                           | Contactor tripolar In:300A / 400V 50Hz, 160kW, S10, bob.220VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1066-6AP36 |
| 100015159                                                                           | Contactor tripolar In:300A / 400V 50Hz, 160kW, S10, bob.380VAC/DC, 2NA+2NC       | 3RT1066-6AV36 |
| 100015160                                                                           | Contactor tripolar In:300A / 400V 50Hz, 160kW, S10, bob.110VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1066-6NF36 |
| 100015161                                                                           | Contactor tripolar In:300A / 400V 50Hz, 160kW, S10, bob.220VAC/DC p/PLC, 2NA+2NC | 3RT1066-6NP36 |

# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Accesorios para contactores



| N° Almacén        | Descripción del producto                                                                          | Código        |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Accesorios</b> |                                                                                                   |               |
| 100015623         | Contactos auxiliares p/contactor S00 3RT10, 2NA+2NC, S00, frontal                                 | 3RH1911-1FA22 |
| 100015624         | Contactos auxiliares p/contactor S00 3RT10, 3NA+1NC, S00, frontal                                 | 3RH1911-1FA31 |
| 100015625         | Contactos auxiliares p/contactor S00 3RT10, 4NA, S00, frontal                                     | 3RH1911-1FA40 |
| 100015630         | Contactos auxiliares p/contactor S00 3RT10, 1NC, S00, frontal                                     | 3RH1911-1HA01 |
| 100015544         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NC, S0 a S12, frontal                           | 3RH1921-1CA01 |
| 100015545         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NA, S0 a S12, frontal                           | 3RH1921-1CA10 |
| 100015546         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NC atrasado, S0 a S12, frontal                  | 3RH1921-1CD01 |
| 100015547         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NA adelantado, S0 a S12, frontal                | 3RH1921-1CD10 |
| 100015548         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NA+1NC, S0 a S12, lateral                       | 3RH1921-1DA11 |
| 100015558         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NA+1NC, S3 a S12, lateral 2°                    | 3RH1921-1JA11 |
| 100015560         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 1NA+1NC, S0 a S12, frontal                       | 3RH1921-1LA11 |
| 100015552         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 2NA+2NC, S0 a S12, frontal                       | 3RH1921-1FA22 |
| 100015557         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 3NA+1NC, S0 a S12, frontal                       | 3RH1921-1HA31 |
| 100015554         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 4NA, S0 a S12, frontal                           | 3RH1921-1FA40 |
| 100035539         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 4NC, S0 a S12, frontal                           | 3RH1921-1FA04 |
| 100015561         | Contactos auxiliares p/contactor S0 a S12 3RT10, 2NA, S0 a S12, frontal                           | 3RH1921-1LA20 |
| 100015070         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S00 3RT10, 24-48VAC, 24-70VDC         | 3RT1916-1BB00 |
| 100015071         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S00 3RT10, 48-127VAC, 70-150VDC       | 3RT1916-1BC00 |
| 100015072         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S00 3RT10, 127-240VAC, 150-250VDC     | 3RT1916-1BD00 |
| 100016064         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S0 a S3 3RT10, 24-48VAC, 24-70VDC     | 3RT1926-1BB00 |
| 100015094         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S0 a S3 3RT10, 48-127VAC, 70-150VDC   | 3RT1926-1BC00 |
| 100015095         | Varistor p/evitar sobretensiones transitorias en la bobina, S0 a S3 3RT10, 127-240VAC, 150-250VDC | 3RT1926-1BD00 |
| 100016343         | Enclavamiento mecánico p/Combinación de arranque p/Contactor S0 a S3 3RT10                        | 3RA1924-2B    |
| 100016359         | Enclavamiento mecánico p/Combinación de arranque p/Contactor S6 al S12 3RT10                      | 3RA1954-2A    |
| 100017870         | Accesorio p/contactor, Enclavamiento mecánico lateral, 3TF68 y 3TF69                              | 3TX7686-1A    |
| 100015574         | Accesorio p/contactor, Módulo p/control via PLC 17-30VDC, S0 a S3 3RT10                           | 3RH1924-1GP11 |
| 100015078         | Accesorio p/contactor, Módulo apertura via semiconductor 230V de SIMATIC, S00 3RT10               | 3RT1916-1GA00 |
| 100015455         | Accesorio p/contactor, Bornes en línea para 70 mm², S6 3RT10                                      | 3RT1955-4G    |
| 100015468         | Accesorio p/contactor, Bornes en línea para 120 mm², S6 3RT10                                     | 3RT1956-4G    |
| 100015483         | Accesorio p/contactor, Bornes en línea para 240 mm², S10/S12 3RT10                                | 3RT1966-4G    |





# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Guardamotores SIRIUS innovations



| N° Almacén                                                                          | Descripción del producto                                                                   | Código        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|    | <b>Guardamotores SIRIUS innovations</b><br><b>Tamaño S00 hasta 16 A / 7,5 kW (RESORTE)</b> |               |
| 100276520                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.11 - 0.16 A (RESORTE)         | 3RV2011-0AA20 |
| 100276521                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.14 - 0.2 A (RESORTE)          | 3RV2011-0BA20 |
| 100276522                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.18 - 0.25 A (RESORTE)         | 3RV2011-0CA20 |
| 100276523                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.22 - 0.32 A (RESORTE)         | 3RV2011-0DA20 |
| 100276524                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.28 - 0.4 A (RESORTE)          | 3RV2011-0EA20 |
| 100276525                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.35 - 0.5 A (RESORTE)          | 3RV2011-0FA20 |
| 100276526                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.45 - 0.63 A (RESORTE)         | 3RV2011-0GA20 |
| 100276527                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.55 - 0.8 A (RESORTE)          | 3RV2011-0HA20 |
| 100276528                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.7 - 1 A (RESORTE)             | 3RV2011-0JA20 |
| 100188847                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 0.9 - 1.25 A (RESORTE)          | 3RV2011-0KA20 |
| 100276529                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 1.1 - 1.6 A (RESORTE)           | 3RV2011-1AA20 |
| 100232043                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 1.4 - 2 A (RESORTE)             | 3RV2011-1BA20 |
| 100276530                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 1.8 - 2.5 A (RESORTE)           | 3RV2011-1CA20 |
| 100276531                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 2.2 - 3.2 A (RESORTE)           | 3RV2011-1DA20 |
| 100276532                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 2.8 - 4 A (RESORTE)             | 3RV2011-1EA20 |
| 100276533                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 3.5 - 5 A (RESORTE)             | 3RV2011-1FA20 |
| 100276534                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 4.5 - 6.3 A (RESORTE)           | 3RV2011-1GA20 |
| 100274902                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 5.5 - 8 A (RESORTE)             | 3RV2011-1HA20 |
| 100276535                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 7 - 10 A (RESORTE)              | 3RV2011-1JA20 |
| 100276536                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 9 - 12.5 A (RESORTE)            | 3RV2011-1KA20 |
| 100208673                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S00, Clase 10, Regulación: 11 - 16 A (RESORTE)             | 3RV2011-4AA20 |
|  | <b>Guardamotores SIRIUS innovations</b><br><b>Tamaño S0 hasta 32 A / 15 Kw (RESORTE)</b>   |               |
| 100188845                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 11 - 16 A (RESORTE)              | 3RV2021-4AA20 |
| 100276537                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 14 - 20 A (RESORTE)              | 3RV2021-4BA20 |
| 100276538                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 17 - 22 A (RESORTE)              | 3RV2021-4CA20 |
| 100276539                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 20 - 25 A (RESORTE)              | 3RV2021-4DA20 |
| 100276540                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 23 - 28 A (RESORTE)              | 3RV2021-4NA20 |
| 100276541                                                                           | Guardamotor SIRIUS Innovations, S0, Clase 10, Regulación: 27 - 32 A (RESORTE)              | 3RV2021-4EA20 |

SIRIUS 3RV2



# SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

## Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS innovations

| N° Almacén  | Descripción del producto                                                                                    | Código       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| SIRIUS 3RU2 | <b>Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations hasta 16A 7,5kW Tamaño S00 (RESORTE)</b>                 |              |
|             | 100277842 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,11 - 0,16 A, 1NA+1NC (RESORTE) | 3RU2116-0ACO |
|             | 100277843 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,14 - 0,2 A, 1NA+1NC (RESORTE)  | 3RU2116-0BCO |
|             | 100277844 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,18 - 0,25 A, 1NA+1NC (RESORTE) | 3RU2116-0CCO |
|             | 100277845 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,22 - 0,32 A, 1NA+1NC (RESORTE) | 3RU2116-0DCO |
|             | 100277846 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,28 - 0,4 A, 1NA+1NC (RESORTE)  | 3RU2116-0ECO |
|             | 100277847 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,35 - 0,5 A, 1NA+1NC (RESORTE)  | 3RU2116-0FCO |
|             | 100277848 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,45 - 0,63 A, 1NA+1NC (RESORTE) | 3RU2116-0GCO |
|             | 100277850 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,55 - 0,8 A, 1NA+1NC (RESORTE)  | 3RU2116-0HCO |
|             | 100277851 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,7 - 1 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-0JCO |
|             | 100277852 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 0,9 - 1,25 A, 1NA+1NC (RESORTE)  | 3RU2116-0KCO |
|             | 100277853 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 1,1 - 1,6 A, 1NA+1NC (RESORTE)   | 3RU2116-1ACO |
|             | 100277854 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 1,4 - 2 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-1BCO |
|             | 100270182 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 1,8 - 2,5 A, 1NA+1NC (RESORTE)   | 3RU2116-1CCO |
|             | 100277855 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 2,2 - 3,2 A, 1NA+1NC (RESORTE)   | 3RU2116-1DCO |
|             | 100277856 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 2,8 - 4 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-1ECO |
|             | 100277857 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 3,5 - 5 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-1FCO |
|             | 100277858 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 4,5 - 6,3 A, 1NA+1NC (RESORTE)   | 3RU2116-1GCO |
|             | 100277859 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 5,5 - 8 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-1HCO |
|             | 100277870 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 7 - 10 A, 1NA+1NC (RESORTE)      | 3RU2116-1JCO |
|             | 100277871 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 9 - 12,5 A, 1NA+1NC (RESORTE)    | 3RU2116-1KCO |
|             | 100277872 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S00, Regulación: 11 - 16 A, 1NA+1NC (RESORTE)     | 3RU2116-4ACO |
|             | <b>Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations hasta 40A 18,5kW Tamaño S0 (RESORTE)</b>                 |              |
|             | 100277873 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 1,8-2,5A, 1NA+1NC (RESORTE)       | 3RU2126-1CCO |
|             | 100277874 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 2,2-3,2A, 1NA+1NC (RESORTE)       | 3RU2126-1DCO |
|             | 100277875 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 2,8-4A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-1ECO |
|             | 100277876 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 3,5-5A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-1FCO |
|             | 100277877 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 4,5-6,3A, 1NA+1NC (RESORTE)       | 3RU2126-1GCO |
|             | 100277878 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 5,5-8A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-1HCO |
|             | 100277879 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 7-10A, 1NA+1NC (RESORTE)          | 3RU2126-1JCO |
|             | 100277890 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 9-12,5A, 1NA+1NC (RESORTE)        | 3RU2126-1KCO |
|             | 100277891 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 11-16A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4ACO |
|             | 100277892 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 14-20A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4BCO |
|             | 100277893 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 17-22A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4CCO |
|             | 100277894 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 20-25A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4DCO |
|             | 100277895 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 23-28A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4NCO |
|             | 100277896 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 27-32A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4ECO |
|             | 100277897 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 30-36A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4PCO |
|             | 100277898 Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 34-40A, 1NA+1NC (RESORTE)         | 3RU2126-4FCO |

## Serie T15

Regulador unidireccional de caudal en línea

Tubo métrico Ø 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 O/D

Tubo en pulgadas Ø 1/8, 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2" O/D



Gran caudal

Adecuado para montaje en panel/pared y en batería

El ajuste puede bloquearse

Posición de pomo con bloqueo

La tecnología de la pinza de sujeción combinada con los componentes en plástico y latón consiguen un diseño del regulador compacto

Opción de antimanipulación

Pulsador de desconexión en rojo para los modelos de tubo métrico

Pulsador de desconexión en gris para los modelos de tubo en pulgadas

Seguro y resistente a la corrosión

### Datos técnicos

Fluido:

Aire comprimido, filtrado

Funcionamiento:

Unidireccional

Presión de trabajo:

0,1 a 10 bar máximo

Temperatura ambiente:

-20° a +80°C

Consultar nuestro Servicio Técnico para temperaturas inferiores a +2°C.

Montaje:

En línea. Montaje en panel mediante tuerca hexagonal. Montaje en pared mediante taladros en el cuerpo del regulador. En batería mediante conexión rápida

### Materiales

OD 3, 4, 6, 8, 10

OD 1/8, 5/32, 1/4, 5/16, 3/8:

Cuerpo: plástico PBT

Pulsador, tuerca y pomo: plástico POM

Juntas: nitrilo exento de silicona

Partes metálicas externas: latón niquelado

Partes internas: latón

Muelle: acero inoxidable

Parte interna de la pinza de sujeción: acero inoxidable, BS 1440 Pt 2, grado 301.S21

5, 12mm O/D:

Pinza de sujeción: latón niquelado

### Modelos alternativos

Reguladores de caudal en línea, T1000, ver pág. 352

Reguladores de caudal heavy duty, M/800, M/600, ver pág. 354 y 381

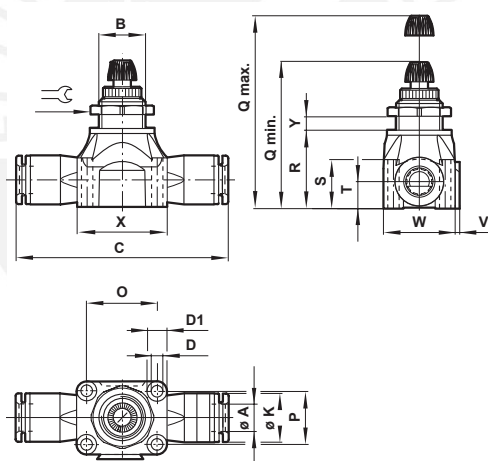
Reguladores de precisión, S/636, M/637 y M/639, ver pág. 381



| Tamaño tubo      | Máx caudal regulado | Factor caudal | Presión apertura | Presión de trabajo mínima | kg  | Modelo           |                      |
|------------------|---------------------|---------------|------------------|---------------------------|-----|------------------|----------------------|
| Pulgadas Métrico | C/Cv**              | C/Cv**        | (bar)            |                           |     | Pulgadas Métrico |                      |
| 1/8"             | 3 mm                | 0,35/0,09     | >0,35/0,09       | 0,1                       | 0,1 | 0,013            | T15Y0001 T15P0003    |
| 5/32"            | 4 mm                | 0,45/0,11     | >0,45/0,11       | 0,1                       | 0,1 | 0,013            | T15Y0002 T15P0004    |
| 3/16"            | 5 mm                | 0,8/0,2       | 0,8/0,2          | 0,1                       | 0,1 | 0,032            | T15Y0003* T15P0005 * |
| 1/4"             | 6 mm                | 1,4/0,34      | >1,4/0,34        | 0,1                       | 0,1 | 0,028            | T15Y0004 T15P0006    |
| 5/16"            | 8 mm                | 2,2/0,54      | >2,2/0,54        | 0,1                       | 0,1 | 0,047            | T15Y0005 T15P0008    |
| 3/8"             | 10 mm               | 3,9/0,96      | >3,9/0,96        | 0,1                       | 0,1 | 0,093            | T15Y0006 T15P0010    |
| 1/2"             | 12 mm               | 5,4/1,32      | >5,4/1,32        | 0,1                       | 0,1 | 0,143            | T15Y0007* T15P0012 * |

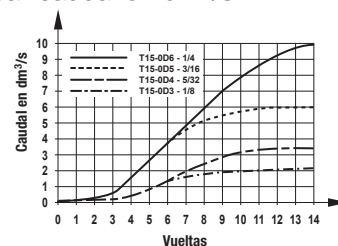
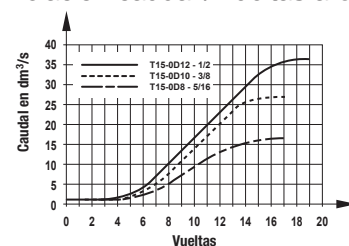
\* Disponible con pulsador

\*\* C medido en dm³/(s.bar)



| Modelo    | A    | Modelo    | A  | B       | C    | ØD  | D <sub>1</sub> |  | K    | O    | P    | Q    | Q    | R    | S    | T    | V   | W    | X  | Y   |
|-----------|------|-----------|----|---------|------|-----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|----|-----|
| Pulgadas  |      | Métrico   |    |         |      |     |                |                                                                                       |      |      |      | máx  | mín  |      |      |      |     |      |    |     |
| T15Y0001  | 1/8  | T15P0003  | 3  | M10x1,0 | 46   | 2,4 | 4,2            | 13                                                                                    | 11   | 13   | 9    | 35   | 30,5 | 17   | 11,1 | 6,2  | 0,9 | 13   | 17 | 1,5 |
| T15Y0002  | 5/32 | T15P0004  | 4  | M10x1,0 | 46   | 2,4 | 4,2            | 13                                                                                    | 11   | 13   | 9    | 35   | 30,5 | 17   | 11,1 | 6,2  | 0,9 | 13   | 17 | 1,5 |
| T15Y0003* | 3/16 | T15P0005* | 5  | M12x1   | 49   | 3,5 | 6,2            | 15                                                                                    | 13,2 | 19   | 11   | 45,5 | 39   | 21   | 14,7 | 7,5  | 1,1 | 17   | 25 | 4   |
| T15Y0004  | 1/4  | T15P0006  | 6  | M12x1   | 55   | 3,5 | 6,2            | 15                                                                                    | 13,2 | 19   | 11   | 45,5 | 39   | 21   | 14,7 | 7,5  | 1,1 | 17   | 25 | 4   |
| T15Y0005  | 5/16 | T15P0008  | 8  | M14x1,5 | 65,5 | 3,5 | 6,2            | 18                                                                                    | 14,8 | 21   | 15,5 | 52   | 44   | 23,5 | 14,7 | 8,1  | 1,3 | 21,5 | 27 | 4   |
| T15Y0006  | 3/8  | T15P0010  | 10 | M20x1,5 | 76,8 | 4,4 | 7,9            | 24                                                                                    | 17,8 | 26,5 | 19   | 61,5 | 53   | 29   | 18,9 | 10   | 1,6 | 26,5 | 34 | 5   |
| T15Y0007* | 1/2  | T15P0012* | 12 | M20x1,5 | 92,5 | 4,4 | 7,9            | 24                                                                                    | 22,2 | 28,5 | 22,5 | 66   | 55,5 | 32   | 22,2 | 12,1 | 1,6 | 30   | 36 | 5   |

Relación caudal / vueltas a 6 bar caudal en dm³/s ANR





**Compact design and high performance**

**Flexible Sub-base system**

**True multipressure system**

**Sandwich regulators and flow controls**

**Dual spool technology**

**V40 Glandless spool and sleeve**

**V41 Softseal spool**

**Collected pilot exhaust with internal pilot air supply**

**Easy to convert from internal to external pilot supply**

**Shut-off plate allows for exchange of valves under pressure**



## Technical data

### Medium

Compressed air, 40µm filtered, lubricated or non-lubricated

### Operation

V40: Glandless spool valve, solenoid pilot or air pilot actuated

V41: Softseal spool valve, solenoid pilot or air pilot actuated

### Mounting

On sub-bases

Size

ISO 15407-1 / VDMA 24 563, 18

mm

### Operating Pressure

Maximum pressure  
145 psig (10 bar) V41 models and V40 solenoid pilot actuated valves with internal pilot supply  
232 psig (16 bar) V40 solenoid pilot actuated valves with external pilot supply and V40 air pilot actuated valves

### Flow Characteristics

| Series | Function | Cv   | l/min |
|--------|----------|------|-------|
| V40    | 5/2      | 0.58 | 570   |
| V40    | 5/3      | 0.62 | 610   |
| V41*   | 2x3/2    | 1.62 | 610   |
| V41*   | 5/2      | 0.66 | 650   |
| V41*   | 5/3      | 0.69 | 680   |

### Ambient Temperature

5°F\* to 122°F (-15°C\* to 50°C)

V40/V41 sol. and V41 air pilot models

5°F\* to 176°F (-15°C\* to 80°C) V40 air pilot models

\*Consult our Application Engineering for use below 36°F (2°C)

### Materials

Die cast aluminum body and sub-base. Hard anodized spool, PTFE coated, matched aluminum spool and sleeve(V40) or aluminum alloy spool with HNBR Seals (V41). POM plastic parts and NBR static seals. End cover and screws zinc plated, stainless steel springs.

## Electrical Details for Solenoid Pilot

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Voltage Tolerances    | -10% / +15%                           |
| Rating                | 100% Continuous Duty                  |
| Inlet orifice         | 0.8 mm                                |
| Electrical Connection | DIN 43 650 table 'C'                  |
| Manual Override       | Push and turn locking and non-locking |
| Protection Class      | IP 65<br>NEMA 4                       |
| Materials             | PPS (body), FPM and NBR (seals)       |

## 2x3/2 Solenoid Pilot Actuated Valves (Softseal Spool only)

|  | Model          | Function<br>2x3/2 | Pilot<br>Supply | Pilot<br>Exhaust | Actuation<br>3/2 Function | Flow<br>Cv | Operating<br>Pres. psig | Pilot<br>Pres. (psig)      | Weight<br>lb. | Repair Kit |
|--|----------------|-------------------|-----------------|------------------|---------------------------|------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------|
|  | V415A11D-C3**† | NC                | Internal        | Collected        | Sol/Spring                | 0.62       | 36 - 145                | -                          | 0.40          | V70447-K50 |
|  | V415A22D-C3**† | NC                | External        | Not Collected    | Sol/Spring                | 0.62       | 0 - 145                 | 24.7+(0.35 x<br>op.press.) | 0.40          | V70447-K50 |
|  | V415B11D-C3**† | NO                | Internal        | Collected        | Sol/Spring                | 0.62       | 36 - 145                | -                          | 0.40          | V70448-K50 |
|  | V415B22D-C3**† | NO                | External        | Not Collected    | Sol/Spring                | 0.62       | 0 - 145                 | 24.7+(0.35 x<br>op.press.) | 0.40          | V70448-K50 |
|  | V415C11D-C3**† | NO/NC             | Internal        | Collected        | Sol/Spring                | 0.62       | 36 - 145                | -                          | 0.40          | V70449-K50 |
|  | V415C22D-C3**† | NO/NC             | External        | Not collected    | Sol/Spring                | 0.62       | 0 - 145                 | 24.7+(0.35 x<br>op.press.) | 0.40          | V70449-K50 |

NC = Normally Closed NO = Normally Open

## 5/2 Solenoid Pilot Actuated Valves

|  | Model          | Spool<br>Techn. | Pilot<br>Supply | Pilot<br>Exhaust | Operator<br>14      | Return<br>12 | Flow<br>Cv | Operating<br>Pres. (psig) | Pilot<br>Pres. (psig) | Weight<br>lb. | Repair Kit |
|--|----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|------------|---------------------------|-----------------------|---------------|------------|
|  | V405513D-C3**† | GI              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Air Spring   | 0.58       | 14.5 - 145                | -                     | 0.26          | V70440-K50 |
|  | V415513D-C3**† | Ss              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Air Spring   | 0.66       | 14.5 - 145                | -                     | 0.29          | V70442-K50 |
|  | V405523D-C3**† | GI              | External        | Not collected    | Solenoid            | Air Spring   | 0.58       | 26" Hg - 232              | 14.5 - 145            | 0.26          | V70440-K50 |
|  | V415523D-C3**† | Ss              | External        | Not collected    | Solenoid            | Air Spring   | 0.66       | 26" Hg - 145              | 14.5 - 145            | 0.29          | V70442-K50 |
|  | V405516D-C3**† | GI              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Spring & air | 0.58       | 23.2 - 145                | -                     | 0.29          | V70440-K50 |
|  | V415517D-C3**† | Ss              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Spring       | 0.66       | 29 - 145                  | -                     | 0.29          | V70442-K50 |
|  | V405526D-C3**† | GI              | External        | Not collected    | Solenoid            | Spring & air | 0.58       | 26" Hg - 232              | 23.2 - 145            | 0.29          | V70440-K50 |
|  | V415527D-C3**† | Ss              | External        | Not collected    | Solenoid            | Spring       | 0.66       | 26" Hg - 145              | 29 - 145              | 0.29          | V70442-K50 |
|  | V405511D-C3**† | GI              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Solenoid     | 0.58       | 29 - 145                  | -                     | 0.40          | V70441-K50 |
|  | V415511D-C3**† | Ss              | Internal        | Collected        | Solenoid            | Solenoid     | 0.66       | 29 - 145                  | -                     | 0.40          | V70443-K50 |
|  | V405522D-C3**† | GI              | External        | Not collected    | Solenoid            | Solenoid     | 0.58       | 26" Hg - 232              | 29 - 145              | 0.40          | V70441-K50 |
|  | V415522D-C3**† | Ss              | External        | Not collected    | Solenoid            | Solenoid     | 0.66       | 26" Hg - 145              | 29 - 145              | 0.40          | V70443-K50 |
|  | V405591D-C3**† | GI              | Internal        | Collected        | Solenoid (priority) | Solenoid     | 0.58       | 29 - 145                  | -                     | 0.40          | V70441-K50 |
|  | V405592D-C3**† | GI              | External        | Not collected    | Solenoid (priority) | Solenoid     | 0.58       | 26" Hg - 232              | 29 - 145              | 0.40          | V70441-K50 |

\*\* Insert voltage code from Table 1 "Voltage Codes and Spare Pilot Valves".

† Add connector code from Table 2 "Connector Codes and Part Number".

GI = Glandless Spool Ss = Soft Seal

**Table 1**

### \*\*Voltage Codes and Spare Pilot Valves

| Voltage        | Code | Power<br>Inrush / Hold | Pilot Valve Part. -no.<br>Push only | Push and Turn  |
|----------------|------|------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 12 VDC         | 12   | 1.2 W                  | VZC7L2C1-C312A                      |                |
| 24 VDC         | 13   | 1.2 W                  | VZC7L2C1-C313A                      | VZC7L2C1-C213A |
| 24 V 50/60 Hz. | 14   | 2.1 / 1.5 VA           | VZC7L2C1-C314A                      |                |
| 48 V 50/60 Hz  | 16   | 2.1 / 1.5 VA           | VZC7L2C1-C316A                      |                |
| 110 VDC        | 17   | 1 W                    | VZC7L2C1-C317A                      |                |
| 115 V 50/60 Hz | 18   | 2.1 / 1.5 VA           | VZC7L2C1-C318A                      | VZC7L2C1-C218A |
| 230 V 50/60 Hz | 19   | 2.1 / 1.5 VA           | VZC7L2C1-C319A                      |                |

Other voltages available on request.

Spare pilot valves are delivered with mounting screws.

**Table 2**

### †Connector Codes and Part Number

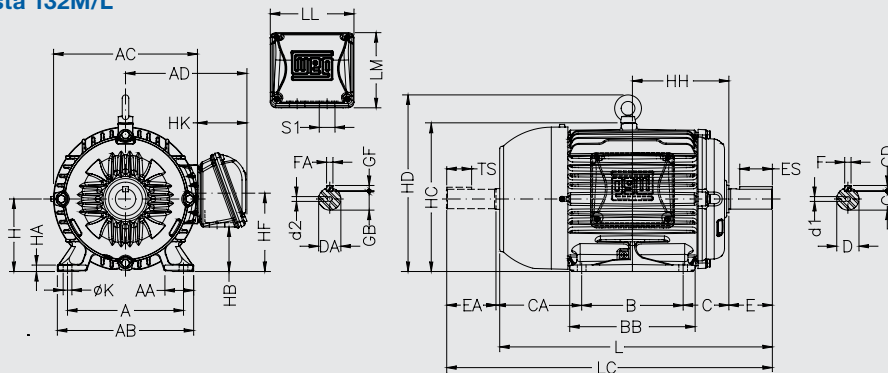
| Code                                                                           | Part Number |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| A = Solenoid without connector                                                 |             |
| B = Cable grip                                                                 | V10027-D00  |
| C = 10 ft. molded cable, 0-240 VAC/VDC                                         | V10013-D03  |
| H = Cable grip w/indicator light, 24 VAC/VDC                                   | V10012-D13  |
| J = Cable grip w/indicator light, 120 VAC/VDC                                  | V10012-D18  |
| 5 = 10 ft. molded cable with indicator light, surge suppression,<br>24 VAC/VDC | V10014-D03  |
| 6 = 10 ft. molded cable with indicator light, 110V/50 Hz-120V.60Hz             | V10015-D03  |

## W22 - IE3 Premium Efficiency - 60 Hz

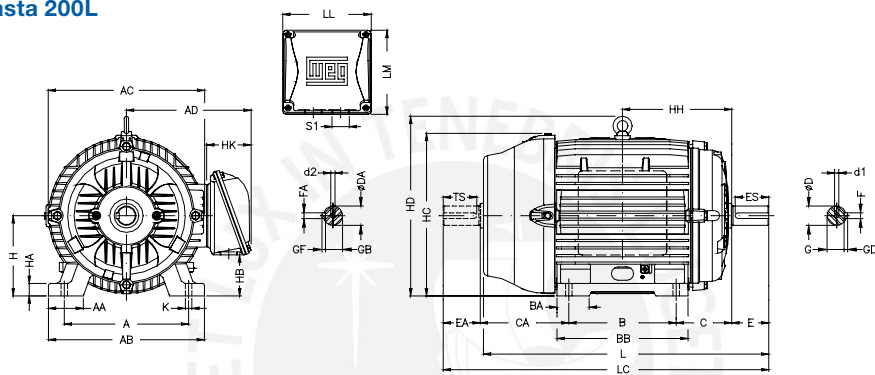
| Potencia           |      | Carcasa | Par nominal (kgfm) | Corriente con rotor trabado II/In | Par con rotor trabado TI/Tn | Par máximo Tb/Tn | Momento de Inercia J (kgm²) | Tiempo máximo con rotor trabado (s) |                          | Peso (kg) | Nivel de ruido dB(A) | 380 V              |      |      |                          |      |      |      |       |
|--------------------|------|---------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|--------------------|------|------|--------------------------|------|------|------|-------|
|                    |      |         |                    |                                   |                             |                  |                             | RPM                                 | % de la potencia nominal |           |                      |                    |      |      | Corriente nominal In (A) |      |      |      |       |
|                    |      |         |                    |                                   |                             |                  |                             |                                     | Rendimiento              |           |                      | Factor de potencia |      |      |                          |      |      |      |       |
| kW                 | HP   |         |                    |                                   |                             |                  |                             | Caliente                            | Frio                     |           |                      |                    | 50   | 75   | 100                      | 50   | 75   | 100  |       |
| VI Polos           |      |         |                    |                                   |                             |                  |                             |                                     |                          |           |                      |                    |      |      |                          |      |      |      |       |
| 0.12               | 0.16 | 63      | 0.103              | 3.6                               | 2.2                         | 2.3              | 0.0007                      | 56                                  | 123                      | 8.2       | 47                   | 1130               | 46.0 | 52.0 | 64.0                     | 0.36 | 0.45 | 0.54 | 0.528 |
| 0.37               | 0.5  | 80      | 0.320              | 4.3                               | 2                           | 2.2              | 0.0025                      | 27                                  | 59                       | 12.5      | 47                   | 1125               | 62.0 | 67.0 | 75.3                     | 0.51 | 0.65 | 0.75 | 0.995 |
| 0.55               | 0.75 | 90S     | 0.462              | 6.4                               | 2.7                         | 3.1              | 0.0055                      | 35                                  | 77                       | 19.0      | 49                   | 1160               | 78.0 | 81.5 | 81.7                     | 0.45 | 0.58 | 0.67 | 1.53  |
| 0.75               | 1    | L90S    | 0.638              | 5.9                               | 2.6                         | 3.1              | 0.0066                      | 29                                  | 64                       | 23.0      | 49                   | 1145               | 78.5 | 81.5 | 82.5                     | 0.48 | 0.59 | 0.68 | 2.03  |
| 1.1                | 1.5  | L100L   | 0.920              | 6.6                               | 2.4                         | 3                | 0.0176                      | 61                                  | 134                      | 38.0      | 48                   | 1165               | 82.5 | 85.5 | 87.5                     | 0.46 | 0.59 | 0.68 | 2.81  |
| 1.5                | 2    | L112M   | 1.25               | 7.3                               | 2.7                         | 3.2              | 0.0257                      | 48                                  | 106                      | 42.0      | 52                   | 1165               | 85.4 | 87.7 | 88.5                     | 0.47 | 0.60 | 0.68 | 3.79  |
| 2.2                | 3    | L112M   | 1.84               | 7.4                               | 3.1                         | 3.6              | 0.0293                      | 33                                  | 73                       | 47.0      | 52                   | 1165               | 86.2 | 88.5 | 89.5                     | 0.47 | 0.60 | 0.68 | 5.49  |
| 3                  | 4    | 132S    | 2.50               | 7.2                               | 2.2                         | 2.8              | 0.0530                      | 53                                  | 117                      | 62.0      | 55                   | 1170               | 87.5 | 89.0 | 89.5                     | 0.52 | 0.64 | 0.72 | 7.07  |
| 3.7                | 5    | 132S    | 3.08               | 7.5                               | 2.4                         | 3                | 0.0568                      | 41                                  | 90                       | 63.0      | 55                   | 1170               | 87.5 | 89.0 | 89.5                     | 0.50 | 0.63 | 0.71 | 8.85  |
| 4.5                | 6    | 132M    | 3.75               | 7.4                               | 2.3                         | 2.9              | 0.0643                      | 39                                  | 86                       | 75.0      | 55                   | 1170               | 87.5 | 89.0 | 89.5                     | 0.51 | 0.64 | 0.72 | 10.6  |
| 5.5                | 7.5  | 132M    | 4.60               | 6.6                               | 2                           | 2.8              | 0.0679                      | 35                                  | 77                       | 80.0      | 55                   | 1165               | 88.4 | 89.5 | 89.5                     | 0.52 | 0.65 | 0.73 | 12.7  |
| 7.5                | 10   | 132M/L  | 6.30               | 6.0                               | 2.2                         | 2.4              | 0.0757                      | 21                                  | 46                       | 90.0      | 55                   | 1160               | 88.0 | 89.5 | 89.5                     | 0.58 | 0.70 | 0.77 | 16.6  |
| 9.2                | 12.5 | 160M    | 7.66               | 6.3                               | 2.5                         | 3                | 0.1489                      | 17                                  | 37                       | 122       | 59                   | 1170               | 90.0 | 90.8 | 91.0                     | 0.63 | 0.75 | 0.81 | 19.0  |
| 15                 | 20   | 180M    | 12.4               | 8.0                               | 2.4                         | 3                | 0.2560                      | 9                                   | 20                       | 174       | 59                   | 1175               | 91.5 | 92.0 | 92.2                     | 0.68 | 0.79 | 0.85 | 29.1  |
| 18.5               | 25   | 180L    | 15.3               | 8.5                               | 2.5                         | 3.3              | 0.3233                      | 8                                   | 18                       | 193       | 59                   | 1175               | 92.5 | 93.0 | 93.1                     | 0.68 | 0.79 | 0.85 | 35.5  |
| 22                 | 30   | 200L    | 18.2               | 6.5                               | 2.3                         | 2.8              | 0.4204                      | 19                                  | 42                       | 232       | 62                   | 1180               | 93.0 | 93.6 | 93.6                     | 0.63 | 0.75 | 0.81 | 44.1  |
| 30                 | 40   | 200L    | 24.8               | 6.7                               | 2.4                         | 2.8              | 0.4905                      | 15                                  | 33                       | 251       | 62                   | 1180               | 93.0 | 93.6 | 94.1                     | 0.61 | 0.73 | 0.79 | 61.4  |
| 37                 | 50   | 225S/M  | 30.4               | 7.4                               | 2.4                         | 2.7              | 0.8876                      | 13                                  | 29                       | 398       | 66                   | 1185               | 93.5 | 94.1 | 94.2                     | 0.70 | 0.80 | 0.85 | 70.2  |
| 45                 | 60   | 250S/M  | 37.0               | 7.6                               | 2.5                         | 2.7              | 1.20                        | 12                                  | 26                       | 463       | 68                   | 1185               | 94.0 | 94.5 | 94.5                     | 0.70 | 0.80 | 0.84 | 86.1  |
| 55                 | 75   | 250S/M  | 45.2               | 7.6                               | 2.6                         | 2.7              | 1.38                        | 11                                  | 24                       | 491       | 68                   | 1185               | 94.1 | 94.5 | 94.7                     | 0.70 | 0.80 | 0.85 | 104   |
| 75                 | 100  | 280S/M  | 61.6               | 6.0                               | 2                           | 2.3              | 2.91                        | 23                                  | 51                       | 699       | 69                   | 1185               | 94.7 | 95.0 | 95.0                     | 0.70 | 0.80 | 0.83 | 145   |
| 90                 | 125  | 280S/M  | 74.0               | 6.0                               | 2                           | 2.3              | 3.35                        | 16                                  | 35                       | 678       | 69                   | 1185               | 94.8 | 95.0 | 95.3                     | 0.70 | 0.80 | 0.83 | 173   |
| 110                | 150  | 315S/M  | 90.0               | 6.6                               | 2.2                         | 2.4              | 5.99                        | 28                                  | 62                       | 1028      | 70                   | 1190               | 94.9 | 95.6 | 95.8                     | 0.69 | 0.79 | 0.83 | 211   |
| 132                | 180  | 315S/M  | 108                | 7.0                               | 2.4                         | 2.4              | 6.54                        | 22                                  | 48                       | 1072      | 70                   | 1190               | 95.0 | 95.7 | 95.8                     | 0.69 | 0.79 | 0.83 | 252   |
| 150                | 200  | 315S/M  | 123                | 6.5                               | 2.1                         | 2.2              | 7.05                        | 24                                  | 53                       | 1112      | 70                   | 1190               | 95.2 | 95.8 | 95.9                     | 0.70 | 0.80 | 0.83 | 286   |
| 160                | 220  | 315L    | 130                | 7.4                               | 2.7                         | 2.9              | 10.5                        | 40                                  | 88                       | 1448      | 71                   | 1195               | 95.4 | 95.8 | 95.8                     | 0.64 | 0.76 | 0.81 | 314   |
| 185                | 250  | 355M/L  | 151                | 6.0                               | 2                           | 2                | 9.26                        | 36                                  | 79                       | 1528      | 77                   | 1190               | 95.3 | 96.0 | 96.0                     | 0.69 | 0.78 | 0.82 | 357   |
| 200                | 270  | 355M/L  | 164                | 6.5                               | 2.2                         | 2.2              | 9.98                        | 34                                  | 75                       | 1594      | 77                   | 1190               | 95.3 | 96.0 | 96.0                     | 0.68 | 0.78 | 0.82 | 386   |
| 220                | 300  | 355M/L  | 179                | 6.5                               | 1.9                         | 2.1              | 10.7                        | 30                                  | 66                       | 1642      | 77                   | 1195               | 95.6 | 96.1 | 96.1                     | 0.69 | 0.79 | 0.82 | 424   |
| 260                | 350  | 355M/L  | 212                | 6.8                               | 2                           | 2.1              | 13.0                        | 30                                  | 66                       | 1824      | 77                   | 1195               | 95.8 | 96.2 | 96.2                     | 0.69 | 0.78 | 0.82 | 500   |
| 300                | 400  | 355M/L  | 245                | 7.0                               | 2.4                         | 2.3              | 15.1                        | 26                                  | 57                       | 1982      | 77                   | 1195               | 95.7 | 96.2 | 96.4                     | 0.66 | 0.77 | 0.80 | 591   |
| High-output design |      |         |                    |                                   |                             |                  |                             |                                     |                          |           |                      |                    |      |      |                          |      |      |      |       |
| 5.5                | 7.5  | 160M    | 4.56               | 6.5                               | 2.2                         | 2.8              | 0.1166                      | 22                                  | 48                       | 109       | 59                   | 1175               | 88.5 | 90.5 | 91.0                     | 0.59 | 0.72 | 0.79 | 11.6  |
| 7.5                | 10   | 160M    | 6.24               | 6.3                               | 2                           | 2.6              | 0.1317                      | 21                                  | 46                       | 116       | 59                   | 1170               | 89.5 | 91.0 | 91.0                     | 0.62 | 0.74 | 0.81 | 15.5  |
| 15                 | 20   | 160L    | 12.4               | 6.8                               | 2.4                         | 2.8              | 0.2277                      | 11                                  | 24                       | 150       | 59                   | 1175               | 91.0 | 92.0 | 92.2                     | 0.62 | 0.74 | 0.80 | 30.9  |
| 22                 | 30   | 200M    | 18.2               | 6.5                               | 2.3                         | 2.8              | 0.4204                      | 19                                  | 42                       | 232       | 62                   | 1180               | 93.0 | 93.6 | 93.6                     | 0.63 | 0.75 | 0.81 | 44.1  |
| 110                | 150  | 280S/M  | 90.4               | 6.6                               | 2.2                         | 2.4              | 4.02                        | 15                                  | 33                       | 813       | 69                   | 1185               | 94.7 | 95.3 | 95.8                     | 0.68 | 0.79 | 0.82 | 213   |
| 160                | 220  | 355M/L  | 130                | 6.4                               | 2.1                         | 2.3              | 9.03                        | 30                                  | 66                       | 1500      | 77                   | 1195               | 95.3 | 96.0 | 96.0                     | 0.65 | 0.74 | 0.80 | 316   |
| VIII Polos         |      |         |                    |                                   |                             |                  |                             |                                     |                          |           |                      |                    |      |      |                          |      |      |      |       |
| 0.12               | 0.16 | 71      | 0.144              | 2.8                               | 1.9                         | 2.0              | 0.0009                      | 169                                 | 372                      | 9.5       | 45                   | 810                | 48.0 | 54.0 | 59.5                     | 0.32 | 0.40 | 0.48 | 0.638 |
| 0.18               | 0.25 | 80      | 0.209              | 3.5                               | 1.8                         | 2.2              | 0.0027                      | 52                                  | 114                      | 12.0      | 46                   | 840                | 51.0 | 57.0 | 64.0                     | 0.44 | 0.56 | 0.65 | 0.657 |
| 0.25               | 0.33 | 80      | 0.292              | 3.6                               | 1.9                         | 2.2              | 0.0032                      | 49                                  | 108                      | 14.5      | 46                   | 835                | 56.0 | 60.0 | 68.0                     | 0.44 | 0.56 | 0.66 | 0.846 |
| 0.37               | 0.5  | 90S     | 0.429              | 3.4                               | 1.7                         | 2.3              | 0.0055                      | 40                                  | 88                       | 19.5      | 47                   | 840                | 58.0 | 63.0 | 72.0                     | 0.40 | 0.51 | 0.60 | 1.30  |
| 0.55               | 0.75 | 90L     | 0.638              | 3.7                               | 1.9                         | 2.3              | 0.0066                      | 35                                  | 77                       | 23.0      | 47                   | 840                | 62.0 | 65.0 | 74.0                     | 0.40 | 0.52 | 0.60 | 1.89  |
| 0.75               | 1    | L90L    | 0.864              | 4.1                               | 2                           | 2.3              | 0.0077                      | 25                                  | 55                       | 25.0      | 47                   | 845                | 66.0 | 71.0 | 72.0                     | 0.40 | 0.51 | 0.60 | 2.64  |
| 1.1                | 1.5  | 100L    | 1.24               | 4.7                               | 2                           | 2.4              | 0.0143                      | 48                                  | 106                      | 33.0      | 54                   | 865                | 75.5 | 79.0 | 81.6                     | 0.40 | 0.52 | 0.60 | 3.42  |
| 1.5                | 2    | 112M    | 1.70               | 5.5                               | 2.5                         | 2.6              | 0.0257                      | 46                                  | 101                      | 42.0      | 54                   | 860                | 80.0 | 83.0 | 84.5                     | 0.45 | 0.58 | 0.66 | 4.09  |
| 2.2                | 3    | 132M    | 2.46               | 6.5                               | 2.3                         | 2.5              | 0.0838                      | 46                                  | 101                      | 75.0      | 52                   | 870                | 84.0 | 86.0 | 86.5                     | 0.51 | 0.64 | 0.72 | 5.37  |
| 3                  | 4    | 132M    | 3.38               | 6.8                               | 2.6                         | 2.7              | 0.0986                      | 33                                  | 73                       | 86.0      | 52                   | 865                | 84.5 | 86.0 | 86.6                     | 0.51 | 0.64 | 0.72 | 7.31  |
| 3.7                | 5    | 132M/L  | 4.17               | 6.5                               | 2.2                         | 2.6              | 0.1033                      | 29                                  | 64                       | 90.0      | 52                   | 865                | 85.0 | 86.5 | 86.5                     | 0.51 | 0.64 | 0.72 | 9.03  |
| 5.5                | 7.5  | 160M    | 6.09               | 5.0                               | 1.8                         | 2.4              | 0.1756                      | 36                                  | 79                       | 134       | 54                   | 880                | 87.5 | 89.8 | 89.8                     | 0.51 | 0.63 | 0.71 | 13.1  |
| 7.5                | 10   | 160L    | 8.30               | 5.4                               | 2                           | 2.6              | 0.2019                      | 32                                  | 70                       | 148       | 54                   | 880                | 89.0 | 90.5 | 90.6                     | 0.50 | 0.63 | 0.70 | 17.9  |
| 9.2                | 12.5 | 180M    | 10.2               | 6.8                               | 2                           | 2.6              | 0.2434                      | 15                                  | 33                       | 169       | 54                   | 875                | 90.5 | 91.0 | 91.0                     | 0.60 | 0.72 | 0.78 | 19.7  |
| 11                 | 15   | 180L    | 12.2               | 7.0                               | 2.1                         | 2.7              | 0.2846                      | 14                                  | 31                       | 185       | 54                   | 875                | 89.5 | 89.8 | 90.0                     | 0.60 | 0.72 | 0.78 | 23.9  |
| 18.5               | 25   | 200L    | 20.5               | 4.8                               | 1.8                         | 2                | 0.4396                      | 25                                  | 55                       | 231       | 56                   | 880                | 91.0 | 92.0 | 92.1                     | 0.57 | 0.69 | 0.75 | 40.6  |
| 22                 | 30   | 225S/M  | 24.2               | 6.5                               | 1.8                         | 2.5              | 0.7203                      | 22                                  | 48                       | 367       | 60                   | 885                | 92.4 | 92.8 | 92.4                     | 0.65 | 0.76 | 0.81 | 44.7  |
| 30                 | 40   | 225S/M  | 33.0               | 7.8                               | 1.9                         | 2.6              | 0.9604                      | 14                                  | 31                       | 400       | 60                   | 885                | 93.0 | 93.5 | 93.5                     | 0.64 | 0.74 | 0.80 | 60.9  |
| 37                 | 50   | 250S/M  | 40.7               | 6.9                               | 2                           | 2.9              | 1.20                        | 12                                  | 26                       | 463       | 60                   | 885                | 93.2 | 93.6 | 93.6                     | 0.64 | 0.75 | 0.81 | 74.1  |
| 45                 | 60   | 250S/M  | 49.8               | 6.9                               | 2                           | 2.9              | 1.33                        | 11                                  | 24                       | 485       | 60                   | 880                | 93.3 | 93.6 | 93.6                     | 0.66 | 0.77 | 0.82 | 89.0  |
| 55                 | 75   | 280S/M  | 60.2               | 6.0                               | 1.8                         | 2                | 2.82                        | 23                                  | 51                       | 682       | 63                   | 890                | 94.1 | 94.4 | 94.3                     | 0.65 | 0.76 | 0.80 | 111   |
| 75                 | 100  | 280S/M  | 82.1               | 6.0                               | 1.7                         | 2                | 3.38                        | 20                                  | 44                       | 741       | 63                   | 890                | 94.3 | 94.6 | 94.5                     | 0.65 | 0.75 | 0.80 | 151   |
| 90                 | 125  | 315S/M  | 98.5               | 6.0                               | 1.8                         | 2                | 5.66                        | 26                                  | 57                       | 1008      | 66                   | 890                | 94.6 | 94.9 | 94.9                     | 0.67 | 0.76 | 0.80 | 181   |
| 110                | 150  | 315S/M  | 120                | 6.0                               | 2                           | 2.1              | 6.76                        | 26                                  | 57                       | 1085      | 66                   | 890                | 94.9 | 95.2 | 95.0                     | 0.67 | 0.76 | 0.80 | 220   |
| 132                | 180  | 355M/L  | 144                | 6.0                               | 1.3                         | 2.2              | 12.3                        | 60                                  | 132                      | 1492      | 75                   | 895                | 95.2 | 95.6 | 95.4                     | 0.65 | 0.75 | 0.80 | 263   |
| 150                | 200  | 355M/L  | 163                | 6.0                               | 1.4                         | 2.2              | 13.2                        | 56                                  | 123                      | 1561      | 75                   | 895                | 95.3 | 95.6 | 95.6                     | 0.64 | 0.75 | 0.79 | 302   |
| 185                | 250  | 355M/L  | 201                | 6.0                               | 1.4                         | 2.3              | 15.9                        | 52                                  | 114                      | 1721      | 75                   | 895                | 95.3 | 95.6 | 95.7                     | 0.64 | 0.75 | 0.80 | 367   |
| 220                | 300  | 355M/L  | 239                | 6.2                               | 1.5                         | 2.2              | 18.3                        | 50                                  | 110                      | 1859      | 75                   | 895                |      |      |                          |      |      |      |       |

## 17. Datos Mecánicos

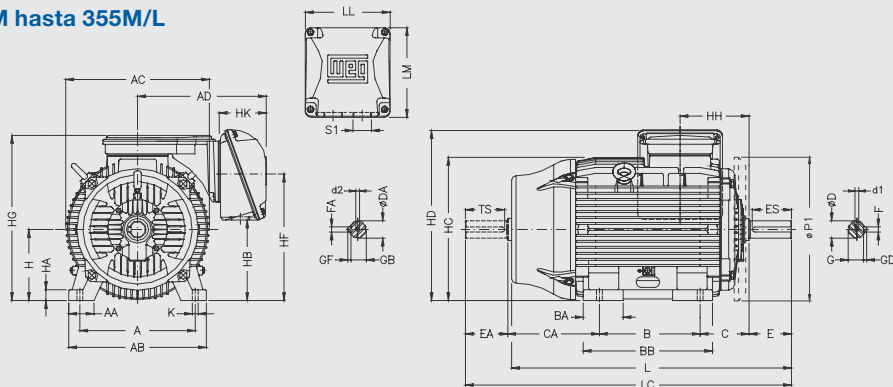
### Carcasas 63 hasta 132M/L



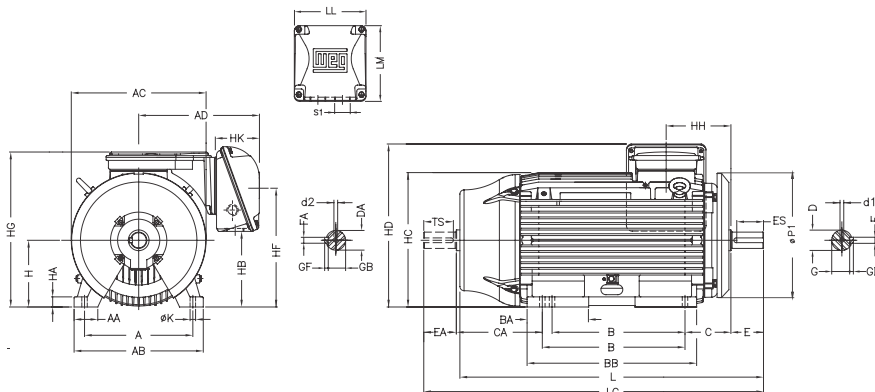
### Carcasas 160M hasta 200L



### Carcasa 225S/M hasta 355M/L



### Carcasa 355A/B

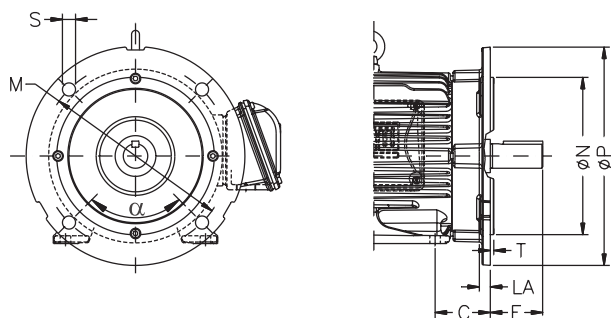


\* Algunas potencias en las carcasas 315 y 355 están equipadas con un deflector de aire en la tapa delantera. En este caso la dimensión P1 será 780mm o 880mm respectivamente.

| Carcaça | A   | AA   | AB  | AC  | AD  | B          | BA  | BB    | BD | C   | CA                       | Punta del eje delantera |      |      |     |       |     | Punta del eje trasera |      |      |     |      |     |
|---------|-----|------|-----|-----|-----|------------|-----|-------|----|-----|--------------------------|-------------------------|------|------|-----|-------|-----|-----------------------|------|------|-----|------|-----|
|         |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          | D                       | E    | ES   | F   | G     | GD  | DA                    | EA   | TS   | FA  | GB   | GF  |
| 63      | 100 | 25.5 | 116 | 125 | 123 | 80         |     | 95    |    | 40  | 78                       | 11j6                    | 23   | 14   | 4   | 8.5   | 4   | 9j6                   | 20   | 12   | 3   | 7.2  | 3   |
| 71      | 112 | 28.5 | 132 | 141 | 131 | 90         |     | 113.5 |    | 45  | 88                       | 14j6                    | 30   | 18   | 5   | 11    | 5   | 11j6                  | 23   | 14   | 4   | 8.5  | 4   |
| 80      | 125 | 30.5 | 149 | 159 | 140 | 100        |     | 125.5 |    | 50  | 93<br>142                | 19j6                    | 40   | 28   | 6   | 15.5  | 6   | 14j6                  | 30   | 18   | 5   | 11   | 4   |
| L80     |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 90S     |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L90S    | 140 | 37   | 164 | 184 | 159 | 125        |     | 131   |    | 56  | 135                      | 24j6                    | 50   | 36   | 8   | 20    | 7   | 16j6                  | 40   | 28   | 5   | 13   | 5   |
| 90L     |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L90L    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 100L    | 160 | 40   | 188 | 206 | 169 | 140        |     | 173   |    | 63  | 118<br>162<br>128<br>158 | 28j6                    | 60   | 45   | 8   | 24    | 7   | 22j6                  | 50   | 36   | 6   | 18.5 | 6   |
| L100L   |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 112M    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L112M   | 190 | 40.5 | 220 | 227 | 192 | 178/203    |     | 177   |    | 70  | 158                      | 24j6                    | 80   | 63   | 10  | 33    | 8   | 28j6                  | 60   | 45   | 8   | 24   | 7   |
| 132S    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L132S   |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 132M    | 216 | 45.5 | 248 | 274 | 220 | 210        |     | 225   |    | 89  | 150                      | 38k6                    | 80   | 63   | 10  | 33    | 8   | 28j6                  | 60   | 45   | 8   | 24   | 7   |
| 132M/L  |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L132M/L |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 160M    | 254 | 44   | 292 | 329 | 266 | 254        | 63  | 254   |    | 108 | 174                      | 42k6                    | 110  | 80   | 12  | 37    | 9   | 42k6                  | 110  | 80   | 12  | 37   | 8   |
| 160L    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L160L   |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 180M    | 279 | 78   | 350 | 360 | 281 | 241        | 70  | 294   |    | 121 | 200                      | 48k6                    | 110  | 80   | 14  | 42.5  | 9   | 48k6                  | 110  | 80   | 14  | 42.5 | 9   |
| L180M   |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 180L    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| L180L   | 318 | 82   | 385 | 402 | 319 | 267<br>305 | 82  | 332   |    | 133 | 222                      | 55m6                    | 110  | 80   | 16  | 49    | 10  | 55m6                  | 110  | 100  | 16  | 49   | 10  |
| 200M    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 200L    |     |      |     |     |     |            |     |       |    |     |                          |                         |      |      |     |       |     |                       |      |      |     |      |     |
| 225S/M  | 356 | 80   | 436 | 455 | 410 | 286/311    | 124 | 412   | 41 | 149 | 319/294                  | 55m6*                   | 110* | 100* | 16* | 49*   | 10* | 55m6*                 | 110* | 100* | 16* | 49*  | 10* |
| 250S/M  | 406 | 100  | 506 | 486 | 445 | 311/349    | 146 | 467   | 59 | 168 | 354/316                  | 60m6                    | 140  | 125  | 18  | 53    | 11  | 60m6                  | 140  | 125  | 18  | 53   | 11  |
| 280S/M  | 457 |      | 557 | 599 | 445 | 368/419    | 151 | 517   | 49 | 190 | 385/334                  | 65m6                    | 140  | 125  | 18* | 58*   | 11* | 60m6*                 | 140  | 125  | 18* | 58*  | 11* |
| 315S/M  | 508 | 120  | 630 | 657 | 525 | 406/457    | 184 | 621   | 70 | 216 | 443                      | 65m6*                   | 140* | 125* | 18* | 58*   | 11* | 60m6*                 | 140  | 125  | 18  | 53*  | 11  |
| 315L    |     |      |     |     | 589 | 508        | 219 | 752   | 81 |     | 502                      | 80m6                    | 170  | 160  | 22  | 71    | 14  | 65m6                  | 170  | 160  | 22  | 71   | 14  |
| 355M/L  |     |      |     |     | 609 | 560/630    | 230 | 760   | 65 | 254 | 483/413                  | 65m6*                   | 140* | 125* | 18* | 58*   | 11* | 60m6*                 | 140* | 125* | 18* | 53*  | 11* |
| 355A/B  | 610 | 140  | 750 | 736 | 701 | 560/630    | 230 | 760   | 65 |     | 528/438                  | 75m6*                   | 140* | 125* | 20* | 67.5* | 12* | 60m6*                 | 140* | 125* | 18* | 53*  | 11* |
|         |     |      |     |     |     | 710/800    | 325 | 955   | 70 |     |                          | 100m6                   | 210  | 200  | 28  | 90    | 16  | 80m6                  | 170  | 160  | 22  | 71   | 14  |

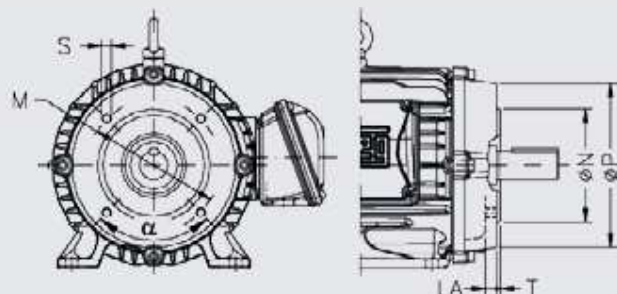
| Carcaça | H   | HA | HB   | HC  | HD    | HF    | HG | HH  | HK  | LL    | LM    | K     | L     | LC    | S1        | d1   | d2      | Rodamientos |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
|---------|-----|----|------|-----|-------|-------|----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|-------------|-----------|------|-------|-----------|---------|---------|-----------|----------|-------|-----|-----|-----------|------|------|---------|-----------|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|---------|---------|-------|-------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|-------|-----------|------|------|----------|----------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|         |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         | DE          | NDE       |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 63      | 63  | 7  | 25.5 | 130 | 156.3 | 68.5  | -  | 80  | 59  | 108.5 | 99    | 7     | 216   | 241   | 2xM20x1,5 | EM4  | EM3     | 6201 ZZ     | 6201 ZZ   |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 71      | 71  |    | 33   | 145 | 163.8 | 76    |    | 90  |     |       |       |       | 250   | 276   |           | DM5  | EM4     | 6202 ZZ     | 6202 ZZ   |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 80      | 80  | 8  | 43.5 | 163 | 174.3 | 87    |    | 100 |     |       |       | 277   | 313   | DM6   |           | DM4  | 6204 ZZ | 6203 ZZ     |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L80     |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       | 325   | 360   |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 90S     | 90  | 9  | 45   | 182 | 182.4 | 90    |    | 106 | 67  | 115   | 104   | 10    | 304   | 350   | 2xM25x1,5 | DM8  | DM6     | 6205 ZZ     | 6204 ZZ   |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L90S    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       | 334.5 | 381   |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 90L     |     |    |      |     |       |       |    | 329 |     |       |       |       | 375   |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L90L    |     |    |      |     |       |       |    | 360 |     |       |       |       | 406   |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 100L    | 100 | 10 | 61.5 | 205 | 244   | 106.4 |    | 133 | 80  | 140   | 133   | 12    | 376   | 431   | 2xM32x1,5 | DM10 | DM8     | 6206 ZZ     | 6205 ZZ   |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L100L   |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       | 418   | 475   |           |      |         | 6207 ZZ     | 6206 ZZ   |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 112M    | 112 | 16 | 54.5 | 226 | 280   | 112   |    | 140 |     |       |       |       | 394   | 448   |           |      |         | 423         | 478       | DM12 | DM10  | 6308 ZZ   | 6207 ZZ |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L112M   |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       | 452   | 520.5 |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 132S    | 132 | 16 | 75   | 274 | 319   | 132   |    | 159 | 178 | 190.5 | 213   | 235   | 476   | 544   | 2xM40x1,5 | DM16 | DM16    | 6309 C3     | 6209 Z-C3 |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L132S   |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       | 489   | 557   |           |      |         |             |           |      |       |           |         | 6311 C3 | 6211 Z-C3 |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 132M    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       | 200   | 30    |           |      |         | 119         | 407       | 464  | 218   | 266.5     | 285.5   |         |           | 241.5    | 260.5 | 706 | 824 | 2xM50x1,5 | DM20 | DM20 | 6312 C3 | 6212 Z-C3 |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L132M/L |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         | 702     | 820       |          |       |     |     |           |      |      |         |           | 6314 C3 | 6314 C3 |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 160M    | 160 | 17 | 79   | 331 | 380   | 168   |    | 213 | 235 | 241.5 | 260.5 | 266.5 | 285.5 | 119.5 | 230       | 220  | 18.5    | 965         | 1113      | 1071 | 1223  | 2xM63x1,5 | DM20    | DM20    | 6314 C3*  | 6314 C3* |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 160L    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          | 180   | 28  | 92  | 366       |      |      | 413     | 180       | 212     | 153     | 269 | 285 | 729 | 842 | 767 | 880 | 856* | 974* | 886  | 1034 | 1353* | 1506* | 1389  | 1536 | 1412* | 1577* | 1482  | 1677 | 1607* | 1772* | 1677  | 1872 | 2xM80x2 | DM24    | DM20* | DM24  | 6316 C3* | 6314 C3* |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L160L   |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           | 200  | 30   |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          | 119 | 407 | 464 | 218 | 266.5 | 285.5 | 241.5 | 260.5 | 266.5 | 285.5 | 119.5 | 230 | 220 | 18.5 | 965  | 1113 | 1071 | 1223  | 2xM63x1,5 | DM20 | DM20 | 6314 C3* | 6314 C3* |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 180M    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          | 225 | 34 | 254 | 453 | 541 | 421 | 534 | 212 | 153 | 269 | 285 | 729 | 842 | 767 | 880 | 856* | 974* | 886 | 1034 | 1353* | 1506* | 1389 | 1536 | 1412* | 1577* |
| L180M   | 250 | 43 | 297  | 493 | 583   | 463   |    | 577 | 214 | 151   | 314   | 312   | 729   | 842   | 767       | 880  | 856*    | 974*        | 886       | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389    | 1536    | 1412*     | 1577*    |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 180L    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          | 280   | 42  | 386 | 580       |      |      | 700     | 572       | 686     | 266     | 151 | 314 | 312 | 729 | 842 | 767 | 880  | 856* | 974* | 886  | 1034  | 1353* | 1506* | 1389 | 1536  | 1412* | 1577* | 1482 | 1677  | 1607* | 1772* | 1677 | 1872    | 2xM80x2 | DM24  | DM20* | DM24     | 6316 C3* |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| L180L   |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           | 315  | 48   |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          | 336 | 644 | 768 | 592 | 751   | 264   | 176   | 379   | 382   | 729   | 842   | 767 | 880 | 856* | 974* | 886  | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389 | 1536 | 1412*    | 1577*    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 200M    |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          | 355 | 50 | 461 | 723 | 898 | 700 | 885 | 339 | 220 | 404 | 436 | 729 | 842 | 767 | 880 | 856* | 974* | 886 | 1034 | 1353* | 1506* | 1389 | 1536 | 1412* | 1577* |
| 200L    | 355 | 50 | 461  | 723 | 898   | 700   |    | 885 | 339 | 220   | 404   | 436   | 729   | 842   | 767       | 880  | 856*    | 974*        | 886       | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389    | 1536    | 1412*     | 1577*    |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 225S/M  |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          | 280   | 42  | 386 | 580       |      |      | 700     | 572       | 686     | 266     | 151 | 314 | 312 | 729 | 842 | 767 | 880  | 856* | 974* | 886  | 1034  | 1353* | 1506* | 1389 | 1536  | 1412* | 1577* | 1482 | 1677  | 1607* | 1772* | 1677 | 1872    | 2xM80x2 | DM24  | DM20* | DM24     | 6316 C3* |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 250S/M  |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           | 315  | 48   |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          | 336 | 644 | 768 | 592 | 751   | 264   | 176   | 379   | 382   | 729   | 842   | 767 | 880 | 856* | 974* | 886  | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389 | 1536 | 1412*    | 1577*    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 280S/M  |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          | 355 | 50 | 461 | 723 | 898 | 700 | 885 | 339 | 220 | 404 | 436 | 729 | 842 | 767 | 880 | 856* | 974* | 886 | 1034 | 1353* | 1506* | 1389 | 1536 | 1412* | 1577* |
| 315S/M  | 355 | 50 | 461  | 723 | 898   | 700   |    | 885 | 339 | 220   | 404   | 436   | 729   | 842   | 767       | 880  | 856*    | 974*        | 886       | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389    | 1536    | 1412*     | 1577*    |       |     |     |           |      |      |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 355M/L  |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          | 355   | 50  | 461 | 723       |      |      | 898     | 700       | 885     | 339     | 220 | 404 | 436 | 729 | 842 | 767 | 880  | 856* | 974* | 886  | 1034  | 1353* | 1506* | 1389 | 1536  | 1412* | 1577* | 1482 | 1677  | 1607* | 1772* | 1677 | 1872    | 2xM80x2 | DM24  | DM20* | DM24     | 6316 C3* |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |     |     |      |      |      |      |       |           |      |      |          |          |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |
| 355A/B  |     |    |      |     |       |       |    |     |     |       |       |       |       |       |           |      |         |             |           |      |       |           |         |         |           |          |       |     |     |           | 355  | 50   |         |           |         |         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |      |         |         |       |       |          |          | 461 | 723 | 898 | 700 | 885   | 339   | 220   | 404   | 436   | 729   | 842   | 767 | 880 | 856* | 974* | 886  | 1034 | 1353* | 1506*     | 1389 | 1536 | 1412*    | 1577*    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |       |       |      |      |       |       |

## Brida "FF"



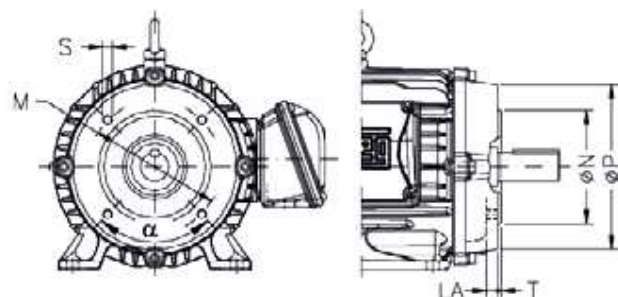
| Carcasa | Brida  | LA   | M   | N   | P   | S   | T  | α      | N° de<br>agujeros |
|---------|--------|------|-----|-----|-----|-----|----|--------|-------------------|
| 63      | FF-115 | 5.5  | 115 | 95  | 140 | 10  | 3  | 45°    | 4                 |
| 71      | FF-130 | 9    | 130 | 110 | 160 |     | 12 |        |                   |
| 80      | FF-165 |      | 10  | 165 | 130 | 200 |    |        |                   |
| 90      |        |      |     |     |     |     |    |        |                   |
| 100     | FF-215 | 12.5 | 215 | 180 | 250 | 15  | 4  |        |                   |
| 112     |        |      |     |     |     |     |    |        |                   |
| 132     | FF-265 | 12   | 265 | 230 | 300 | 19  | 5  |        |                   |
| 160     | FF-300 | 18   | 300 | 250 | 350 |     |    |        |                   |
| 180     |        |      |     |     |     |     |    |        |                   |
| 200     | FF-350 |      | 350 | 300 | 400 |     |    |        |                   |
| 225     | FF-400 |      | 400 | 350 | 450 |     |    |        |                   |
| 250     | FF-500 |      | 500 | 450 | 550 |     |    |        |                   |
| 280     |        |      |     |     |     |     |    |        |                   |
| 315     | FF-600 | 22   | 600 | 550 | 660 | 24  | 6  | 22°30' | 8                 |
| 355     | FF-740 |      | 740 | 680 | 800 |     |    |        |                   |

## Brida "C-DIN"



| Carcasa | Brida | LA   | M   | N   | P   | S   | T   | α   | Nº de agujeros |
|---------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| 63      | C-90  | 9,5  | 75  | 60  | 90  | M5  | 2.5 | 45° | 4              |
| 71      | C-105 | 8    | 85  | 70  | 105 | M6  |     |     |                |
| 80      | C-120 | 10,5 | 100 | 80  | 120 | M8  | 3   |     |                |
| 90      | C-140 | 15   | 115 | 95  | 140 |     | 3.5 |     |                |
| 100     | C-160 | 12   | 130 | 110 | 160 |     |     |     |                |
| 112     |       | 13,5 |     |     |     |     |     |     |                |
| 132     | C-200 | 15,5 | 165 | 130 | 200 | M10 |     |     |                |

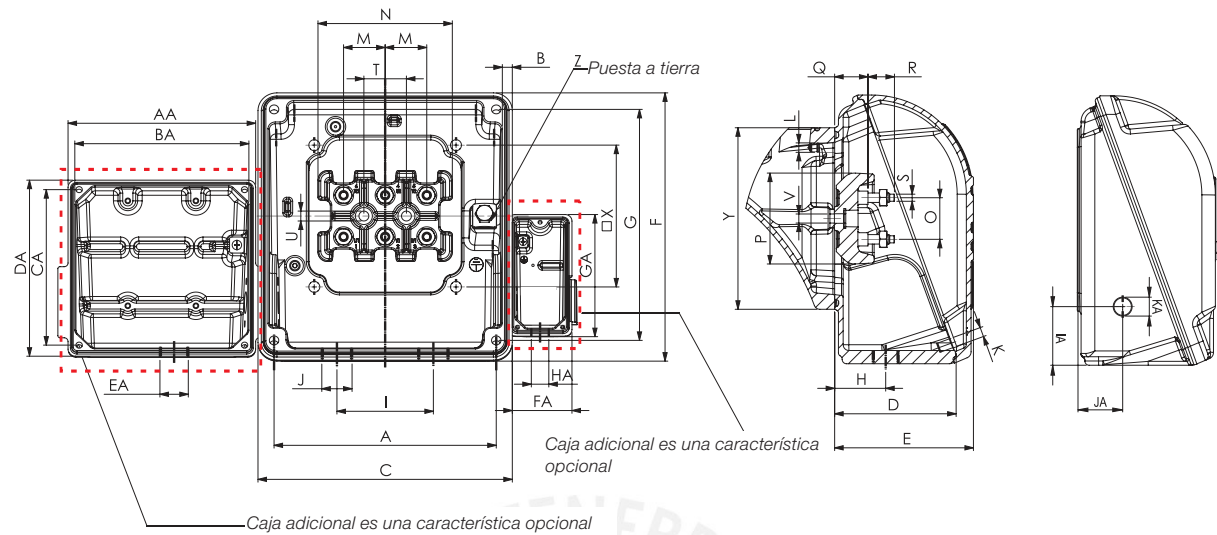
## Brida "NEMA C"



| Carcasa | Brida  | LA   | M     | N     | P     | S           | T      | α   | Nº de agujeros |  |  |  |
|---------|--------|------|-------|-------|-------|-------------|--------|-----|----------------|--|--|--|
| 63      | FC-95  | 8,5  | 95.2  | 76.2  | 143   | UNC 1/4"x20 | 4      | 45° | 4              |  |  |  |
| 71      |        | 10   |       |       |       | UNC 3/8"x16 |        |     |                |  |  |  |
| 80      |        | 15   |       |       |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 90      | FC-149 | 15   | 149.2 | 114.3 | 165   | UNC 3/8"x16 | 6.3    |     |                |  |  |  |
| 100     |        | 12   |       |       |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 112     | FC-184 | 20   | 184.2 | 215.9 | 225   | UNC 1/2"x13 | 22°30' |     |                |  |  |  |
| 132     |        | 15,5 |       |       |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 160     |        | 26   |       |       |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 180     | FC-228 | 20   | 228.6 | 266.7 | 280   | UNC 5/8"x11 | 22°30' | 8   |                |  |  |  |
| 200     |        | 20   | 228.6 | 266.7 | 280   |             |        |     |                |  |  |  |
| 225     | FC-279 | 25   | 279.4 | 317.5 | 395   |             |        |     | UNC 5/8"x11    |  |  |  |
| 250     | FC-355 |      | 355.6 | 406.4 | 455   |             |        |     |                |  |  |  |
| 280     | FC-355 |      | 355.6 | 406.4 |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 315     | FC-368 |      | 368.3 | 419.1 |       |             |        |     |                |  |  |  |
| 355     | FC-368 |      | 40    | 368.3 | 419.1 |             |        |     |                |  |  |  |



## 18. Datos Mecánicos de la Caja de Conexiones

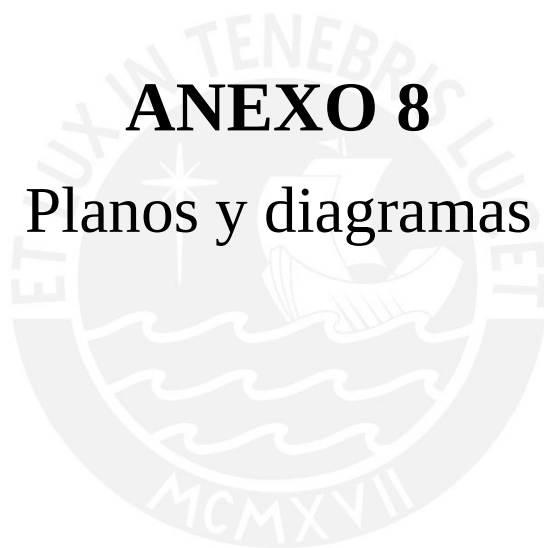


| Carcasa | A   | B    | C     | D    | E     | F   | G   | H    | I   | J         | K        | L        | M  | N   | O   | P   | Q    | R    | S        | T  | U    |
|---------|-----|------|-------|------|-------|-----|-----|------|-----|-----------|----------|----------|----|-----|-----|-----|------|------|----------|----|------|
| 63      |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 71      | 90  | 3.5  | 108,5 | 51,5 | 59    | 99  | 85  | 27   |     | 2xM20x1,5 | M5x0,8   | M5x0,8   | 16 | 53  | 16  | 35  | 13,5 | 12   | M4x0,7   | 20 | 5,8  |
| 80      |     |      |       |      |       |     |     |      | 42  |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 90      | 98  | 3    | 115   | 59,5 | 67    | 104 | 91  | 31   |     | 2xM25x1,5 |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 100     |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 112     | 117 | 2.5  | 140   | 71   | 80    | 133 | 117 | 36,5 | 54  | 2xM32x1,5 | M6x1,0   | M6x1,0   | 23 | 75  | 23  | 52  | 17   | 16   | M5x0,8   | 23 | 6,5  |
| 132     |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 160     | 175 | 4    | 198,5 | 90   | 101   | 190 | 175 | 46   | 84  | 2xM40x1,5 | M8x1,25  | M8x1,25  | 28 | 90  | 28  | 60  | 21,5 | 20,5 | M6x1,0   | 28 | 6,6  |
| 180     |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 200     | 204 | 4,5  | 230   | 107  | 119,5 | 220 | 204 | 59   | 94  | 2xM50x1,5 |          |          | 35 | 112 | 35  | 74  | 24   | 24   | M8x1,25  | 35 | 9,5  |
| 225S/M  | 235 | 12.5 | 269   | 133  | 153   | 285 | 260 | 71   | 110 |           | M10x1,5  | M10x1,5  | 44 | 140 | 44  | 94  | 28   | 28   | M10x1,5  |    |      |
| 250S/M  |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          | 45 |      |
| 280S/M  | 275 | 13,5 | 314   |      | 151   | 312 | 275 |      | 126 |           |          | M12x1,75 | 45 | 153 | 45  | 108 | 34   | 40   | M12x1,75 |    | 10,5 |
| 315S/M  | 340 |      | 379   | 162  | 176   | 382 | 345 | 78   | 160 | 2xM63x1,5 |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 315L    | 365 | 14,5 | 404   | 202  | 220   | 436 | 390 | 97   | 200 |           | M12x1,75 | M14x2,0  | 65 | 210 | 65  | 146 | 48   | 48   | M16x2,0  | 65 |      |
| 355M/L  |     |      |       |      |       |     |     |      |     |           |          |          |    |     |     |     |      |      |          |    |      |
| 355A/B  | 415 | -    | 460   | 267  | 290   | 544 | 678 | 187  | 140 | 2xM80x1,5 | M10x1,5  | M12x1,75 | 80 | -   | 105 | -   | -    | -    | M20x2,5  | -  | -    |

| Carcasa | V       | X   | Y   | Z          | AA    | BA  | CA  | DA  | EA      | FA | GA    | HA      | IA | JA | KA      | Cantidad de conectores |            |                            |
|---------|---------|-----|-----|------------|-------|-----|-----|-----|---------|----|-------|---------|----|----|---------|------------------------|------------|----------------------------|
|         |         |     |     |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         | Principal              | Accesorios | Resistencia de calefacción |
| 63      |         |     | 77  |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 71      |         |     | 78  |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 80      |         | 56  | 81  | 0,5-6 mm²  |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         | 4                      | 16         | -                          |
| 90      | M5x0,8  |     | 77  |            | 109   | 90  | 85  | 98  |         | -  | -     | -       | -  | -  | -       |                        |            |                            |
| 100     |         |     | 81  |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 112     |         |     | 107 | 2-10 mm²   |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         | 6                      |            |                            |
| 132     |         | 70  | 103 |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 160     | M6x1,0  | 110 | 140 | 5,2-25 mm² |       |     |     |     | M20x1,5 |    | 101.7 |         | 47 | 40 |         |                        |            |                            |
| 180     |         |     |     |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    | 45 |         |                        |            |                            |
| 200     | M8x1,25 | 120 | 155 | 5,2-35 mm² |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 225S/M  |         |     | 192 | 25-50 mm²  | 138,5 | 117 | 117 | 133 |         | 68 |       | M20x1,5 | 62 | 48 | M20x1,5 | 15                     | 26         | 4                          |
| 250S/M  |         | 150 | 197 |            |       |     |     |     |         |    |       |         | 77 | 56 |         |                        |            |                            |
| 280S/M  |         |     | 204 | 35-70 mm²  |       |     |     |     |         |    | 131   |         | 82 | 69 |         |                        |            |                            |
| 315S/M  |         | 200 | 260 |            |       |     |     |     |         |    |       |         | 97 | 79 |         |                        |            |                            |
| 315L    |         | 260 | 300 | 85-120 mm² |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 355M/L  |         |     |     |            |       |     |     |     |         |    |       |         |    |    |         |                        |            |                            |
| 355A/B  | -       | 290 |     |            |       |     |     |     |         |    |       |         | -  | -  | -       | -                      |            |                            |

# **ANEXO 8**

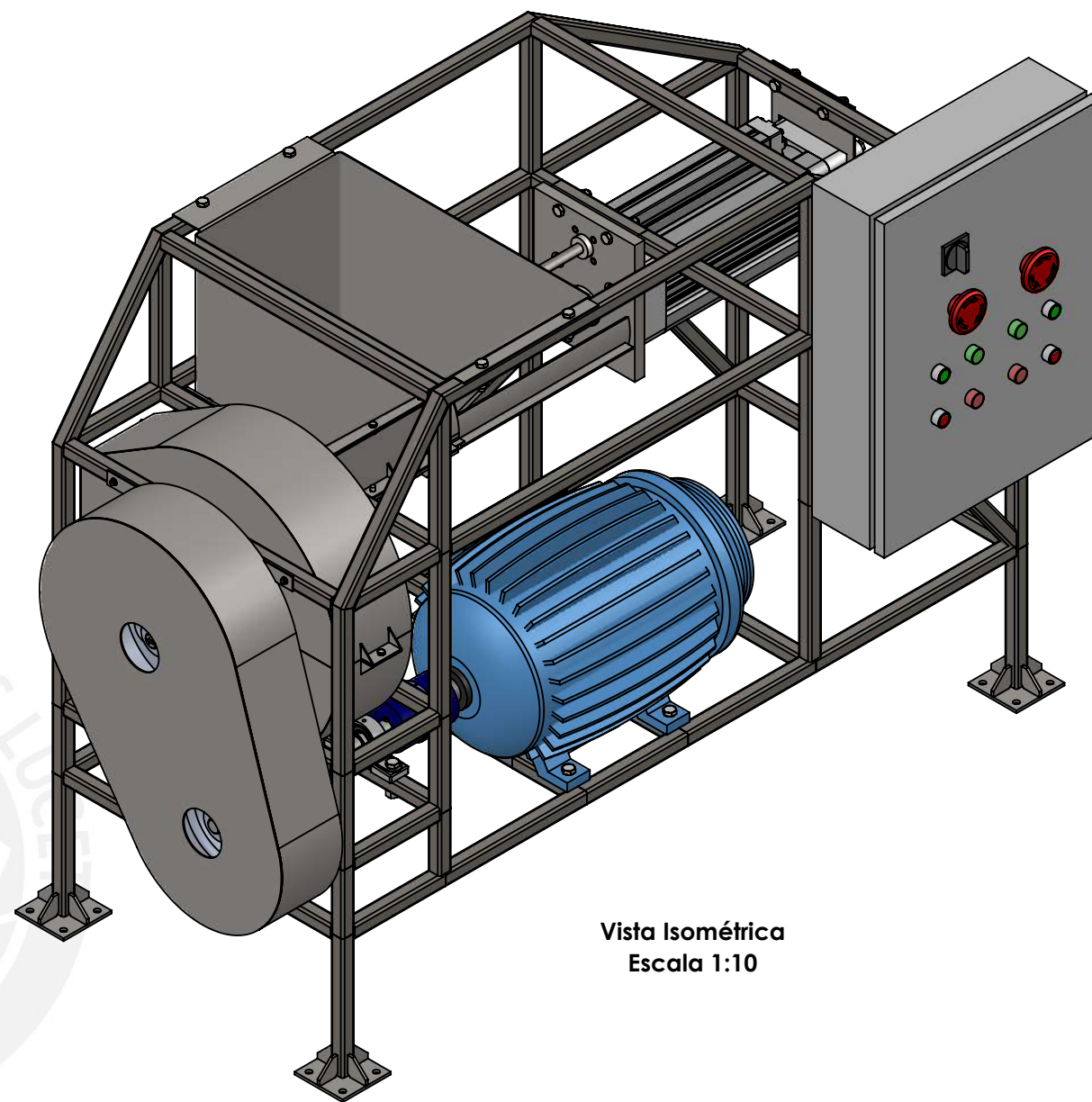
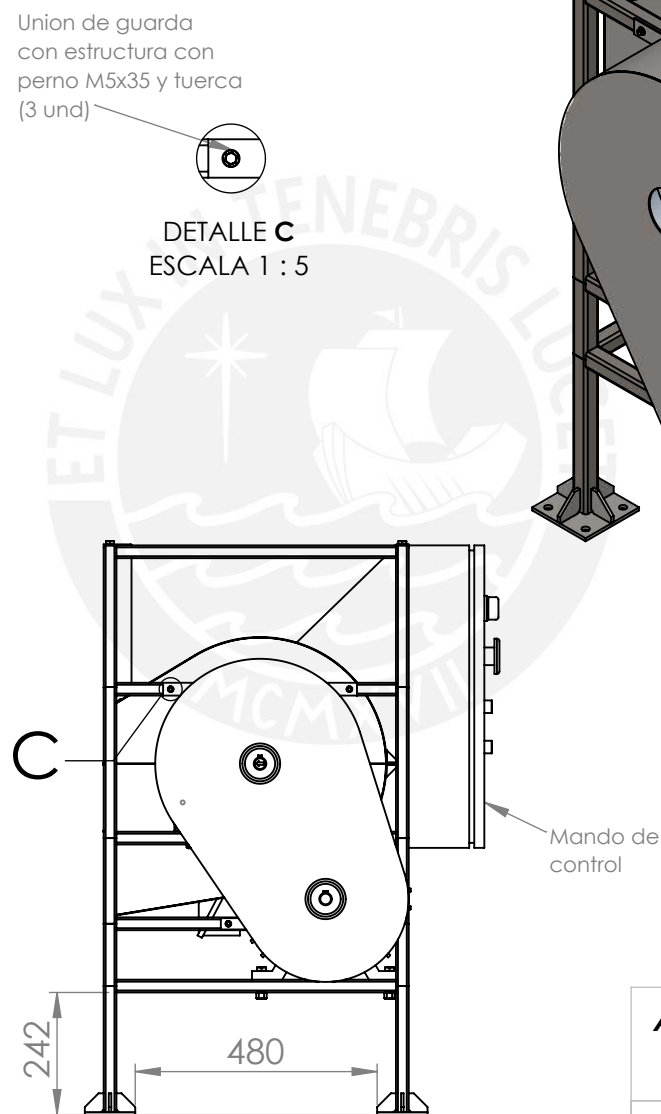
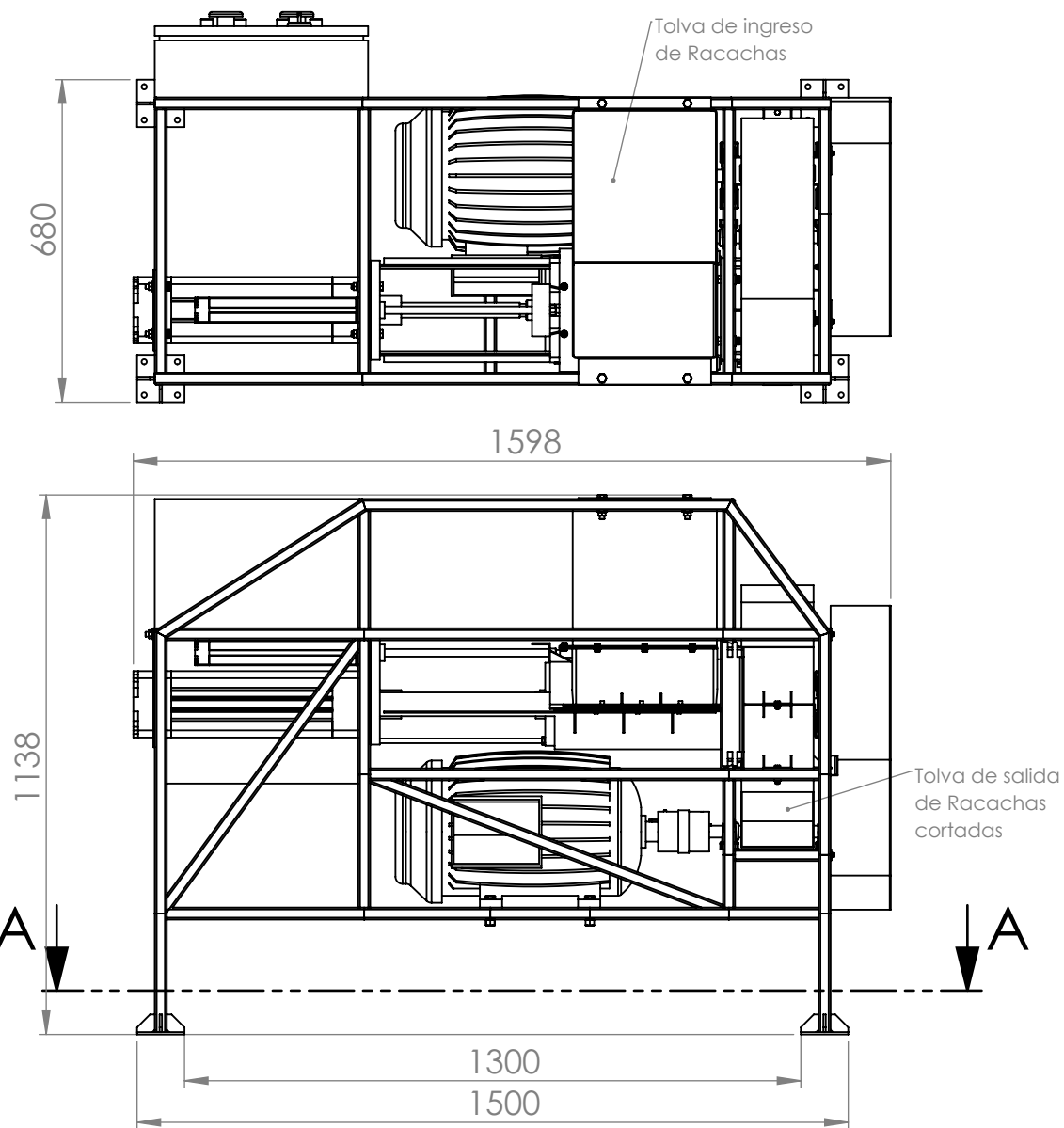
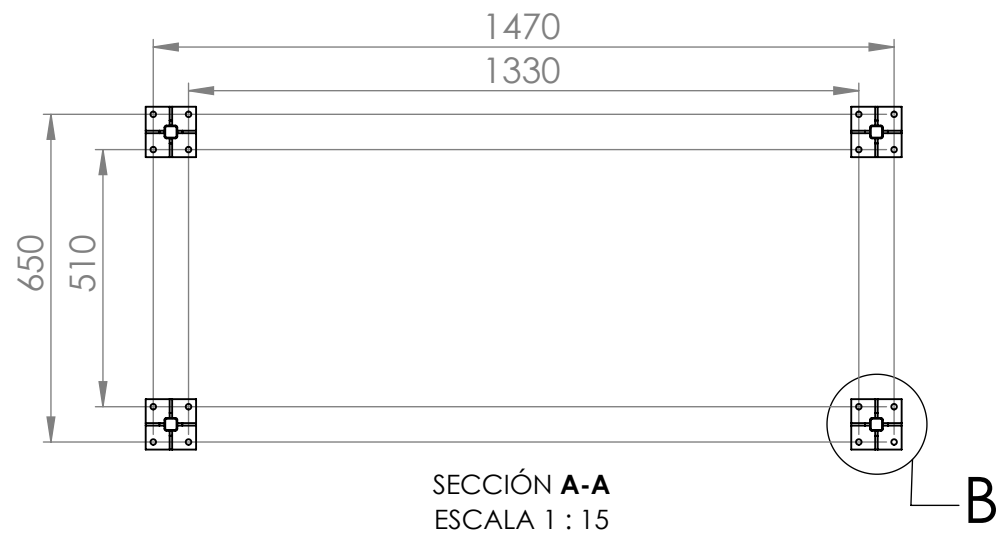
## Planos y diagramas





Lista de planos

| <b>CÓDIGO</b>    | <b><i>Nombre del Plano</i></b>             |
|------------------|--------------------------------------------|
| <b>MCR-PE-00</b> | Montaje de Máquina para cortar Racachas    |
| <b>MCR-PE-01</b> | Ensamblaje de Máquina para cortar Racachas |
| <b>MCR-PD-01</b> | Árbol 1                                    |
| <b>MCR-PD-02</b> | Árbol 2                                    |
| <b>MCR-PD-03</b> | Cámara de corte                            |
| <b>MCR-PD-04</b> | Chavetas                                   |
| <b>MCR-PD-05</b> | Cortador auxiliar                          |
| <b>MCR-PD-06</b> | Ducto de salida                            |
| <b>MCR-PD-07</b> | Estructura bastidor                        |
| <b>MCR-PD-08</b> | Laina de teflón t1                         |
| <b>MCR-PD-09</b> | Laina de teflón t2                         |
| <b>MCR-PD-10</b> | Navaja larga                               |
| <b>MCR-PD-11</b> | Pistón de empuje                           |
| <b>MCR-PD-12</b> | Polea conducida                            |
| <b>MCR-PD-13</b> | Polea motriz                               |
| <b>MCR-PD-14</b> | Porta navajas 2                            |
| <b>MCR-PD-15</b> | Porta navajas 1                            |
| <b>MCR-PD-16</b> | Seguro porta navajas                       |
| <b>MCR-PD-17</b> | Soporte para cilindro principal            |
| <b>MCR-PD-18</b> | Tapa protectora                            |
| <b>MCR-PD-19</b> | Toma a cámara de corte                     |
| <b>MCR-PD-20</b> | Porta navaja rotatoria                     |
| <b>MCR-PD-21</b> | Navaja rotatoria                           |
| <b>MCR-PD-22</b> | Guía de pistón                             |
| <b>MCR-PD-23</b> | Guarda de poleas                           |
| <b>MCR-PD-24</b> | Tolva de recepción                         |
| <b>MCR-DG-01</b> | Diagrama de Control y potencia del motor   |
| <b>MCR-DG-02</b> | Diagrama del circuito neumático            |



#### NOTAS:

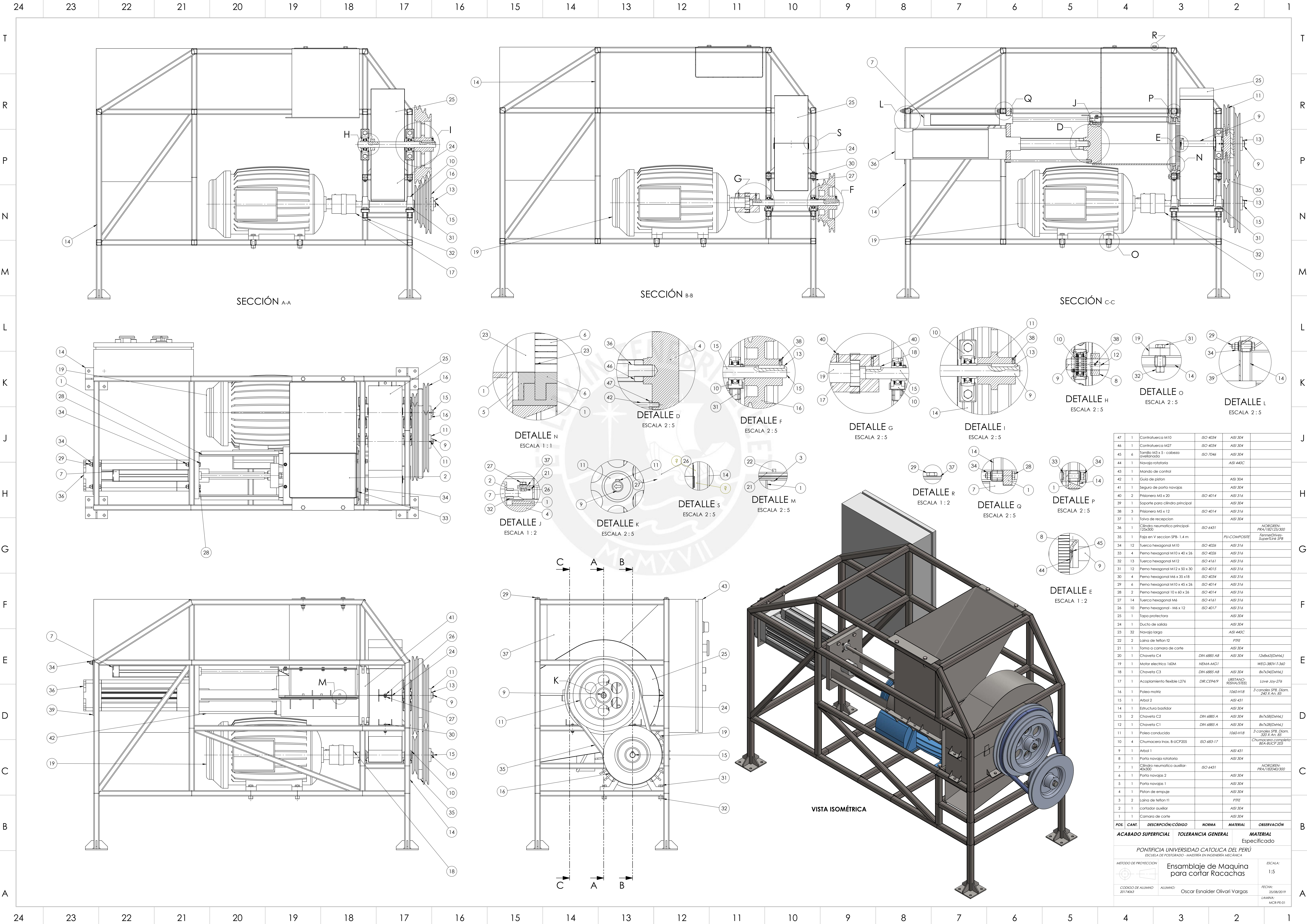
- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El empotramiento de la máquina para cortar Racachas al piso sera mediante pernos de anclaje M10.

| ACABADO SUPERFICIAL                                                                             | TOLERANCIA GENERAL                         | MATERIAL             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|
| --                                                                                              | DIN 7168                                   | --                   |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                            |                      |
| METODO DE PROYECCION                                                                            | Montaje de Máquina<br>para cortar Racachas |                      |
|                                                                                                 | ESCALA:<br><b>1:15</b>                     |                      |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas   | FECHA:<br>25/02/2018 |
| NOTA:                                                                                           | LAMINA:<br>MCR-PE-00                       |                      |

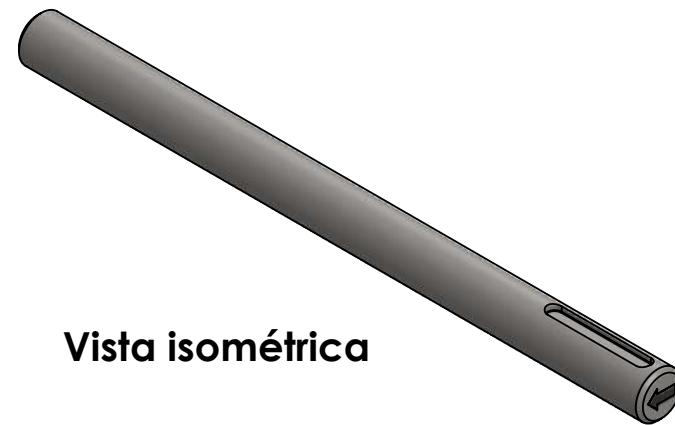
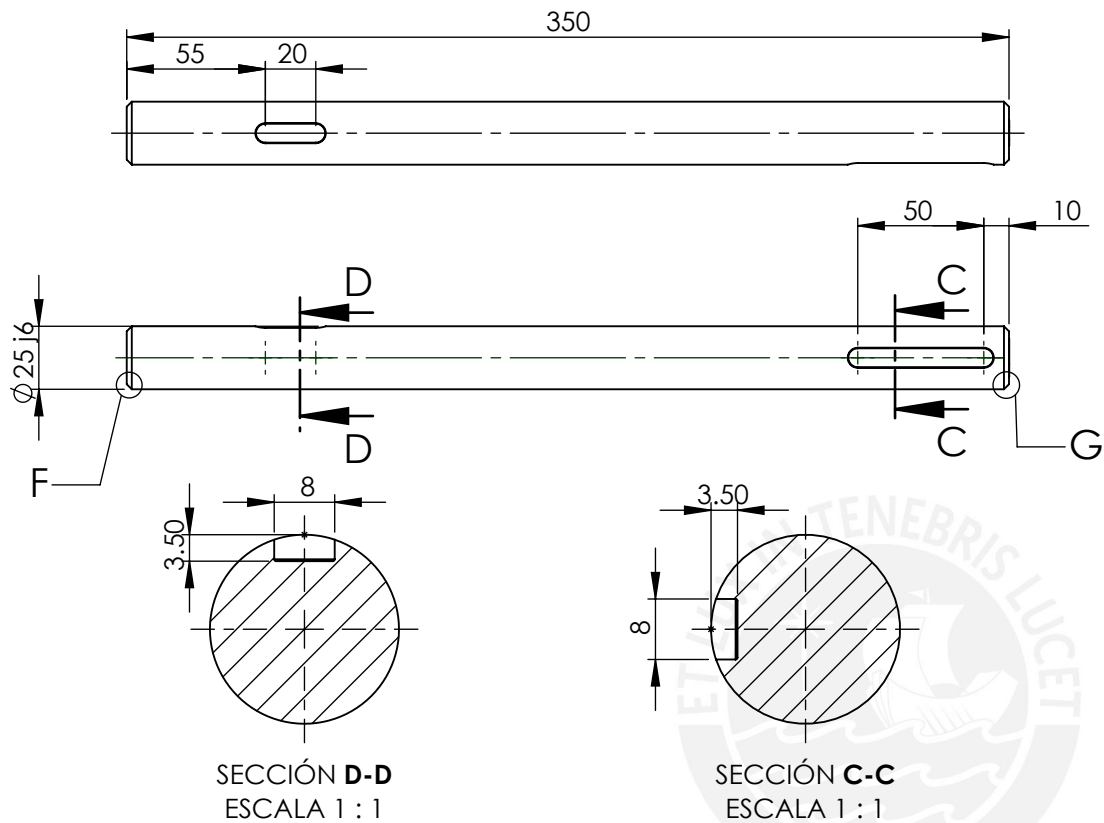
#### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |









#### NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El eje esta hecho con barra redonda lisa de 25 mm de diametro, de material AISI 304
- Los canales chaveteros estan dimensionados conforme a norma DIN 6885A.

#### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

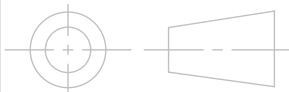
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N7

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 431

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Arbol 1

ESCALA:

1:3

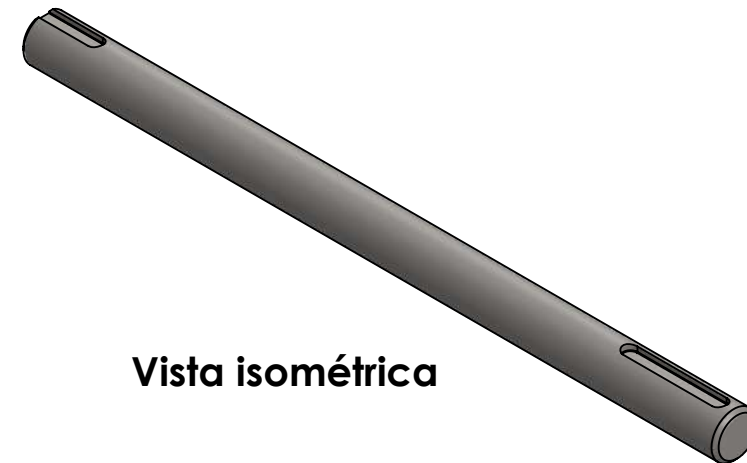
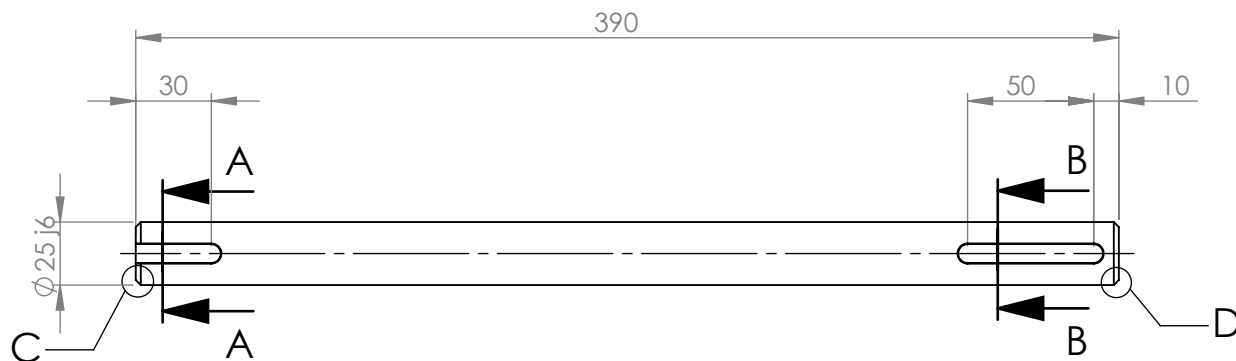
CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

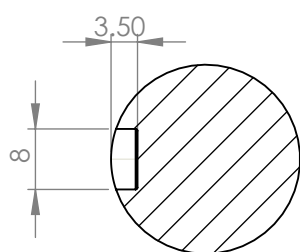
FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

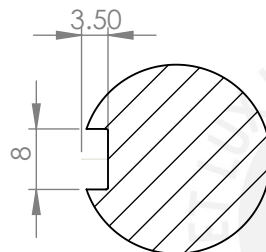
LAMINA:  
MCR-PD-01



Vista isométrica



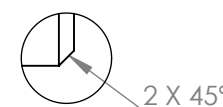
SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1



DETALLE C  
ESCALA 1 : 1



DETALLE D  
ESCALA 1 : 1

**NOTAS:**

-Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.

-El eje esta hecho con barra redonda lisa de 25 mm de diametro, de material AISI 304

-Los canales chaveteros estan dimensionados conforme a norma DIN 6885A.

**TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168**

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

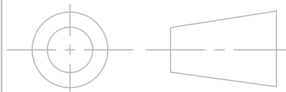
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N7

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 431

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Arbol 2

ESCALA:

1:3

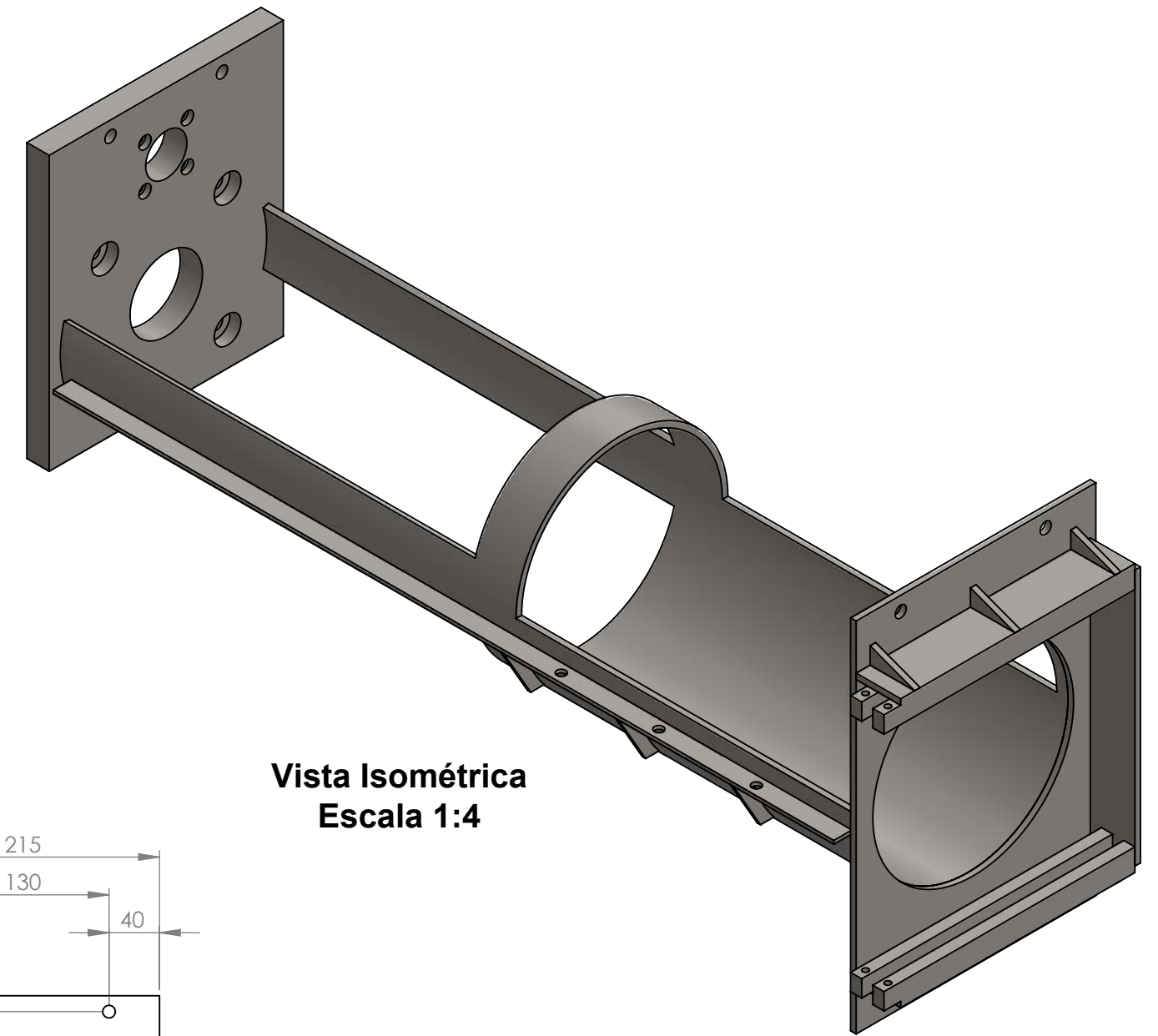
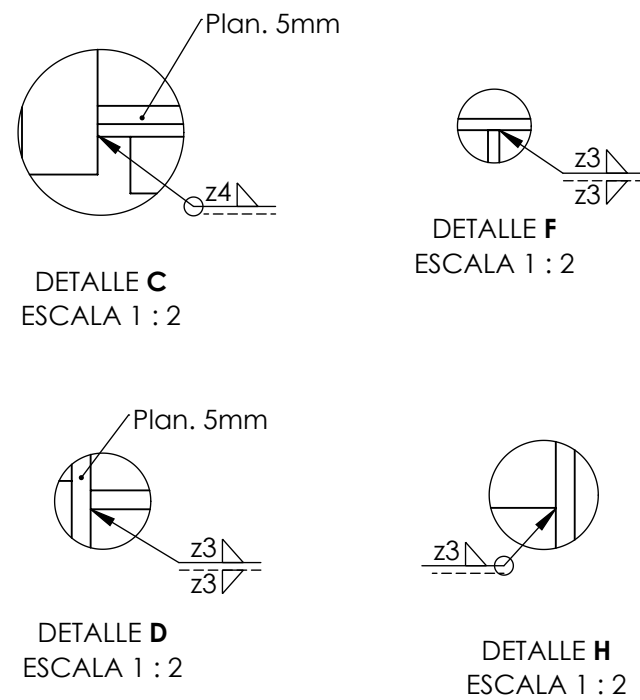
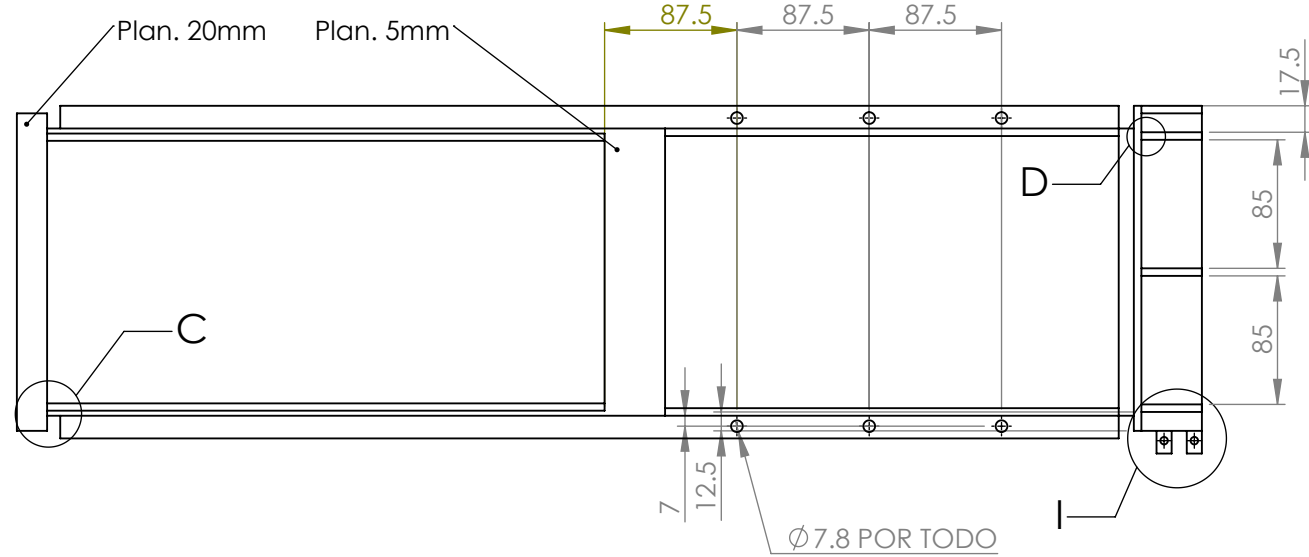
CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

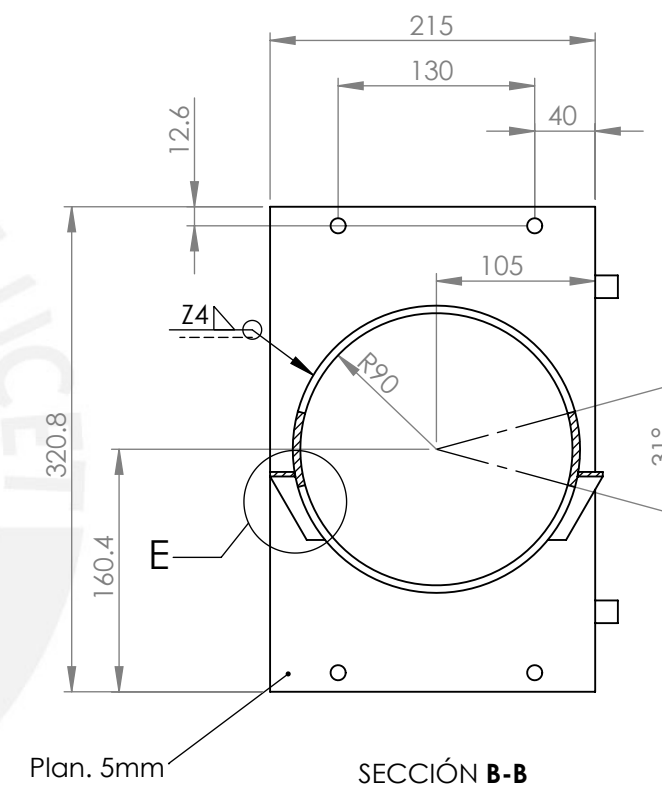
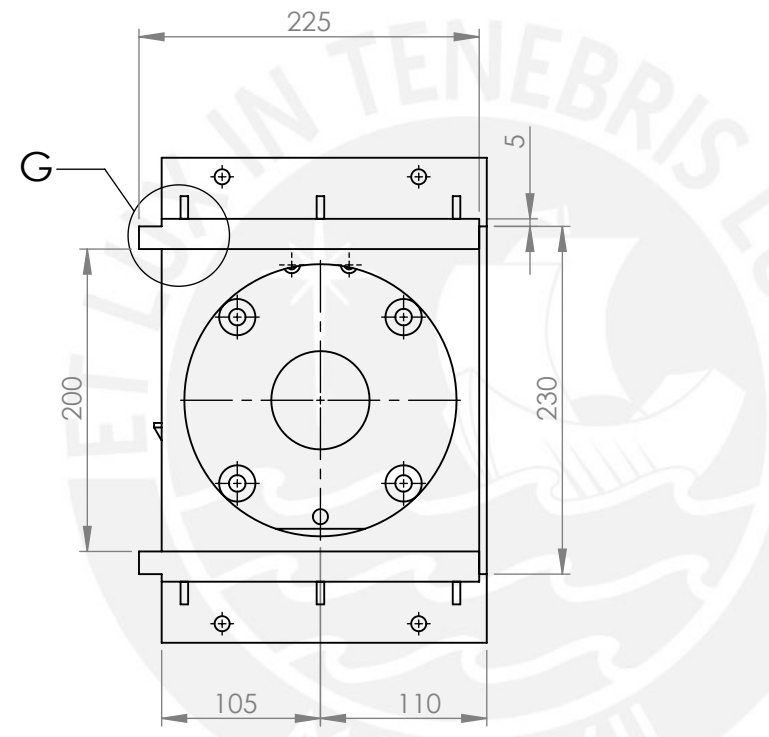
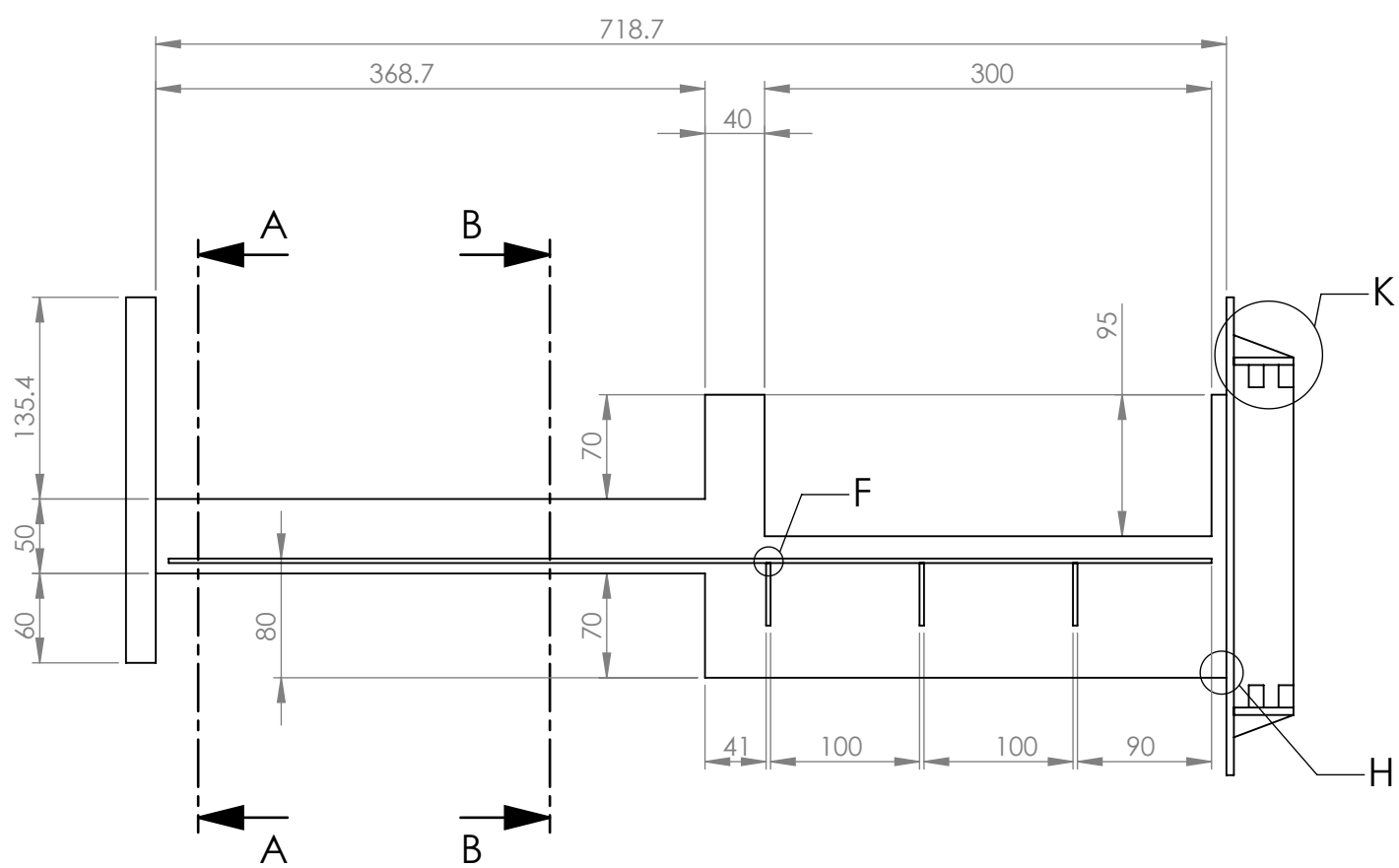
FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

LAMINA:  
MCR-PD-02



Vista Isométrica  
Escala 1:4



#### NOTAS:

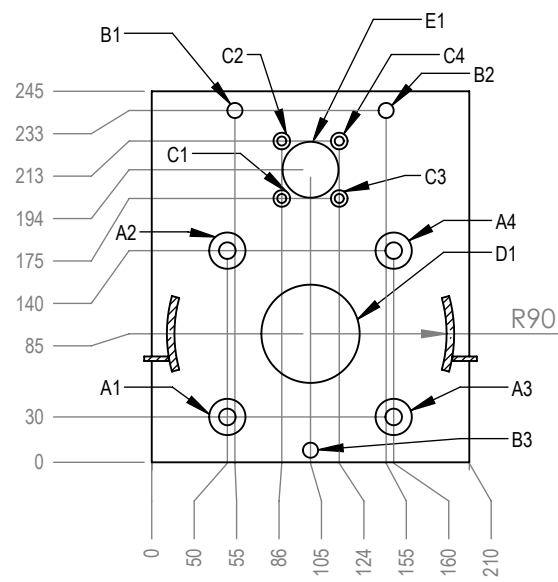
-Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.

-La estructura esta conformada por los siguientes materiales:

- \*Plancha de 5 mm de espesor, AISI 304 (Plan. 5mm)
- \*Plancha de 20 mm de espesor, AISI 304 (Plan. 20mm)
- \*Bloque mecanizado, AISI 304 (Bmec)
- \*Platina de 5/8" x 1/8", AISI 304 (Plat. 5/8"x1/8")

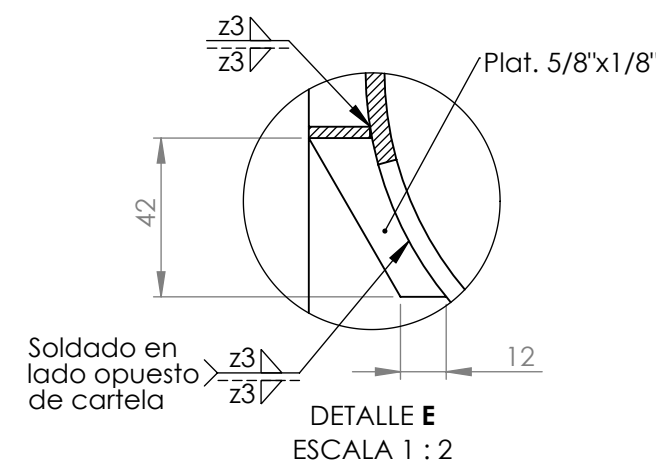
-La estructura tubular cilindrica esta fabricada con Plancha doblada.

-Las uniones soldadas deben ser realizadas con proceso de soldadura TIG y despues de haber conformado las piezas individuales y despues de haber sido precalentadas para los espesores menores a 3 mm.

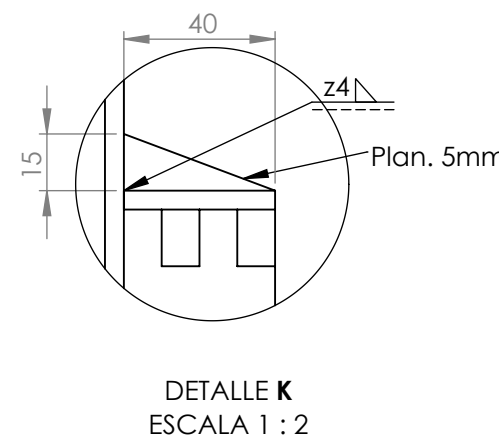


SECCIÓN A-A

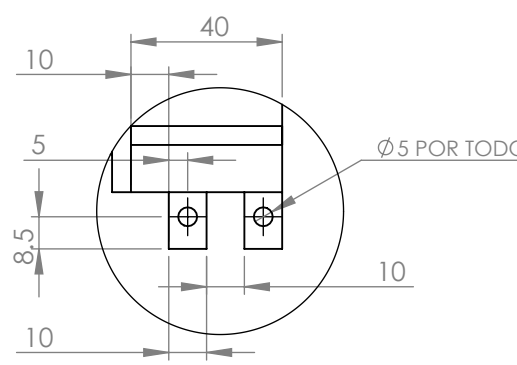
| AGUJERO | UBIC X | UBIC Y | AGUJERO       |
|---------|--------|--------|---------------|
| A1      | 50     | 30     | Ø 11 POR TODO |
| A2      | 50     | 140    | Ø 11 POR TODO |
| A3      | 160    | 30     | Ø 11 POR TODO |
| A4      | 160    | 140    | Ø 11 POR TODO |
| B1      | 55     | 233    | Ø 10 POR TODO |
| B2      | 155    | 233    | Ø 10 POR TODO |
| B3      | 105    | 8      | Ø 10 POR TODO |
| C1      | 86     | 175    | Ø 6 POR TODO  |
| C2      | 86     | 213    | Ø 11 POR TODO |
| C3      | 124    | 175    | Ø 6 POR TODO  |
| C4      | 124    | 213    | Ø 6 POR TODO  |
| D1      | 105    | 85     | Ø 65 POR TODO |
| E1      | 105    | 194    | Ø 37 POR TODO |



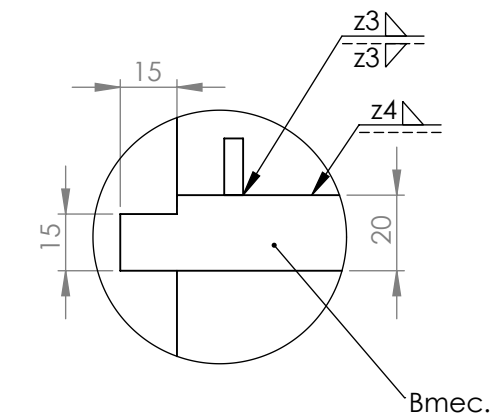
DETALLE E  
ESCALA 1 : 2



DETALLE K  
ESCALA 1 : 2



DETALLE I  
ESCALA 1 : 2

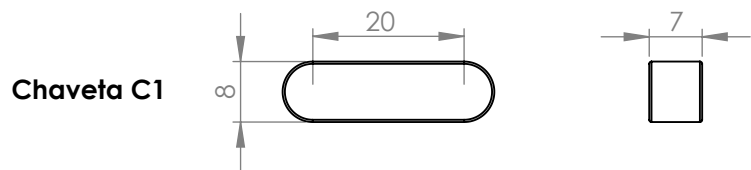


DETALLE G  
ESCALA 1 : 2

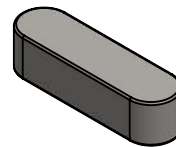
#### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

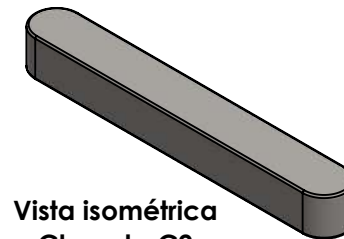
| ACABADO SUPERFICIAL                                                                             | TOLERANCIA GENERAL                       | MATERIAL               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| N8                                                                                              | DIN 7168                                 | AISI 304               |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                          |                        |
| METODO DE PROYECCION                                                                            | Camara de corte                          | ESCALA GENERAL:<br>1:5 |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>18/05/2019   |
| NOTA:                                                                                           | LAMINA:<br>MCR-PD-03                     |                        |



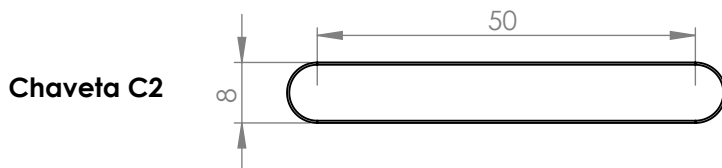
Chaveta C1



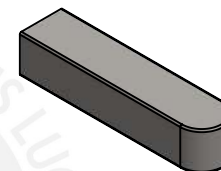
Vista isométrica  
Chaveta C1



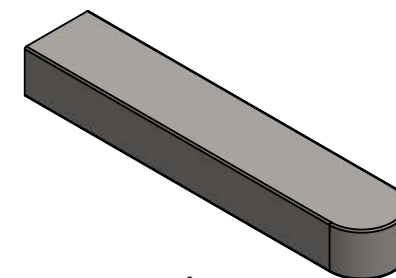
Vista isométrica  
Chaveta C2



Chaveta C2



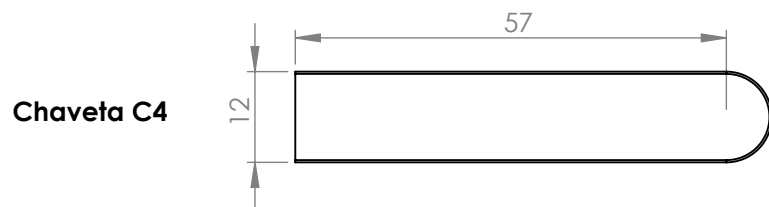
Vista isométrica  
Chaveta C3



Vista isométrica  
Chaveta C4



Chaveta C3



Chaveta C4

**NOTAS:**

-Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.

-Las chavetas estan dimensionadas acorde a norma DIN 6885A para las que tienen extremos redondeados y DIN 6885AB para las que tienen un extremo redondeado y el otro plano.

**TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168**

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

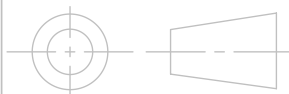
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N8

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 304

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



**Chavetas**

ESCALA:

**1:1**

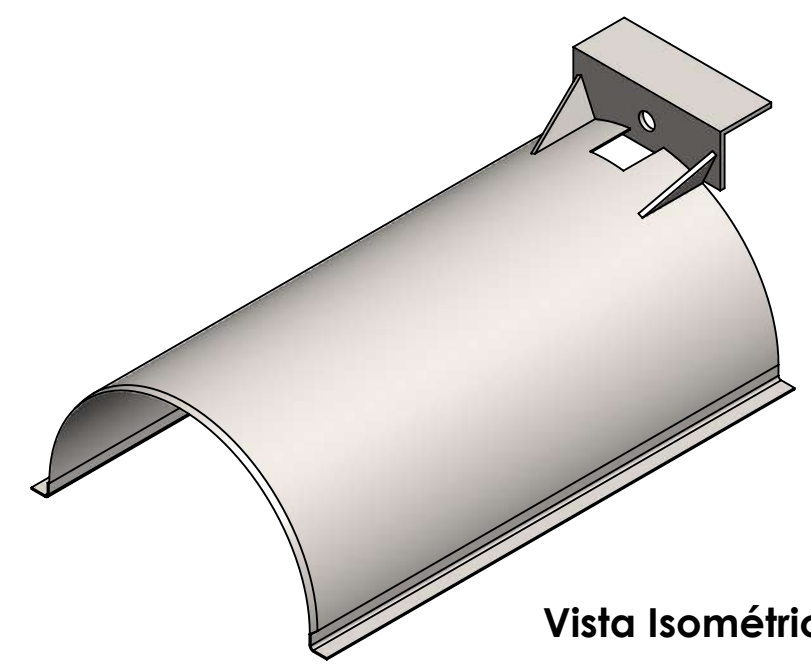
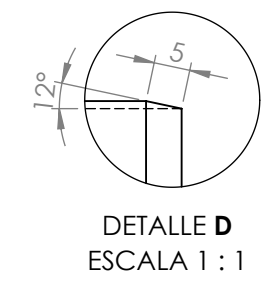
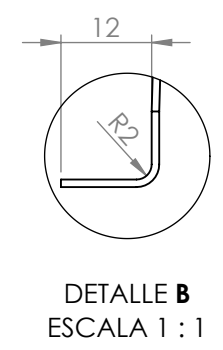
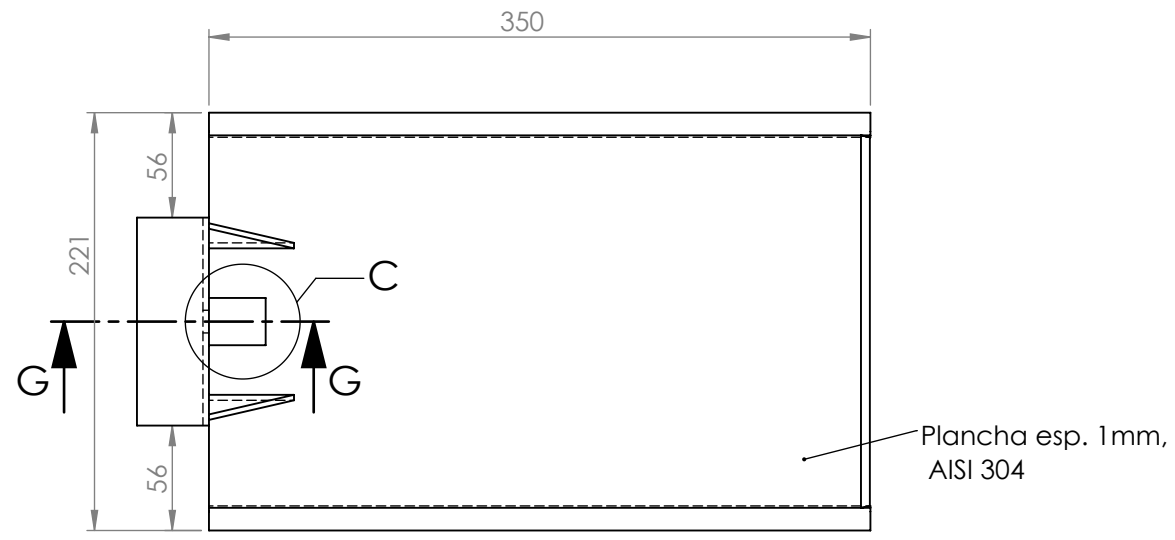
CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

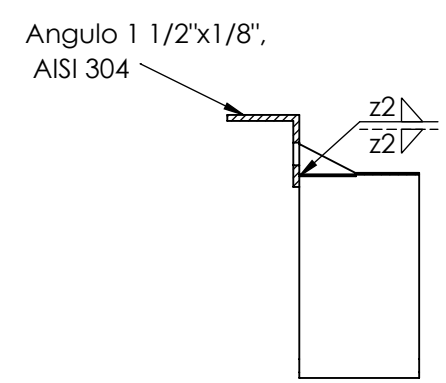
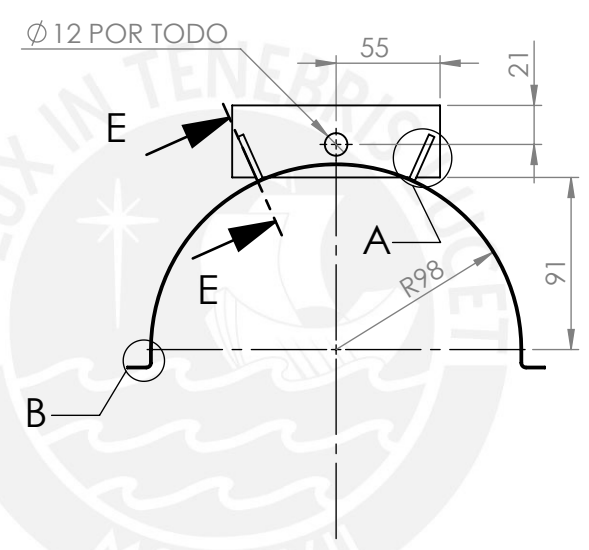
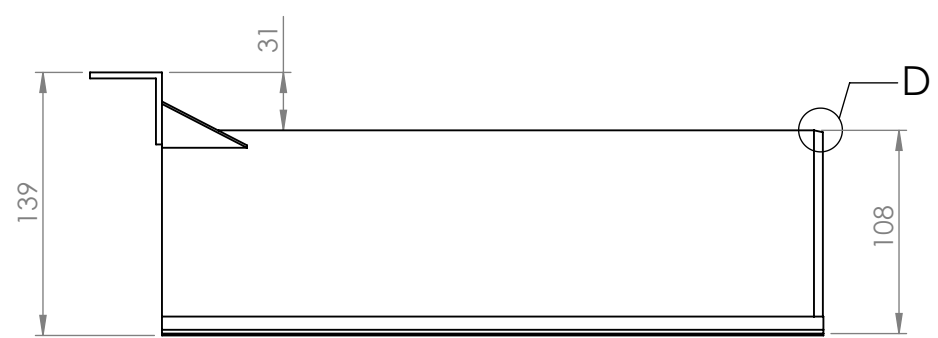
FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

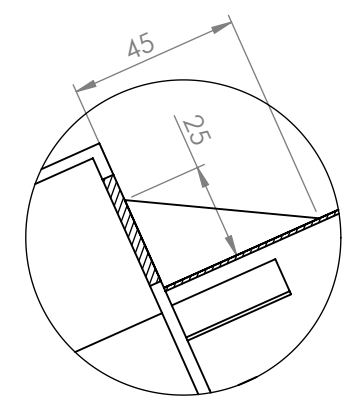
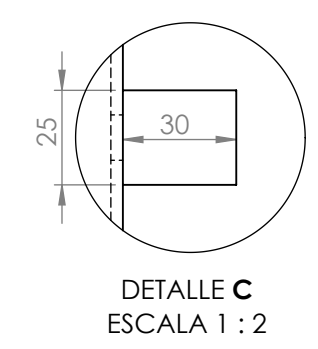
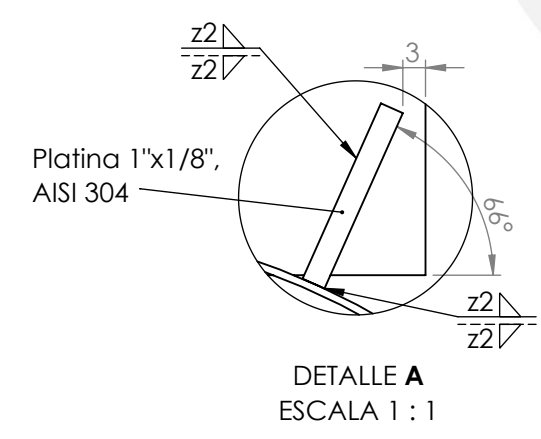
LAMINA:  
MCR-PD-04



Vista Isométrica



SECCIÓN G-G  
ESCALA 1 : 4



NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- La estructura esta conformada por los siguientes items:
  - \*Platina 1" x 1/8", AISI 304.
  - \*Plancha de 1 mm de espesor, AISI 304.
  - \*Angulo de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8", AISI 304.
- L plancha debe ser rolada a fin de obtener las dimensiones indicadas, el borde de la plancha opuesto al del angulo, debe tener un filo a bisel simple para el corte de las Racachas.
- Las uniones soldadas deben ser realizadas con proceso de soldadura TIG y despues de haber conformado las piezas individuales y despues de haber sido precalentadas para los espesores menores a 3 mm.

TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

|                                                                                                 |                                |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>N12                                                                      | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168 | MATERIAL<br>AISI 304 |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                |                      |
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        | Cortador auxiliar              | ESCALA:<br>1:4       |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      |                                | FECHA:<br>18/05/2019 |
| NOTA:                                                                                           |                                | LAMINA:<br>MCR-PD-05 |



8 7 6 5 4 3 2 1

F

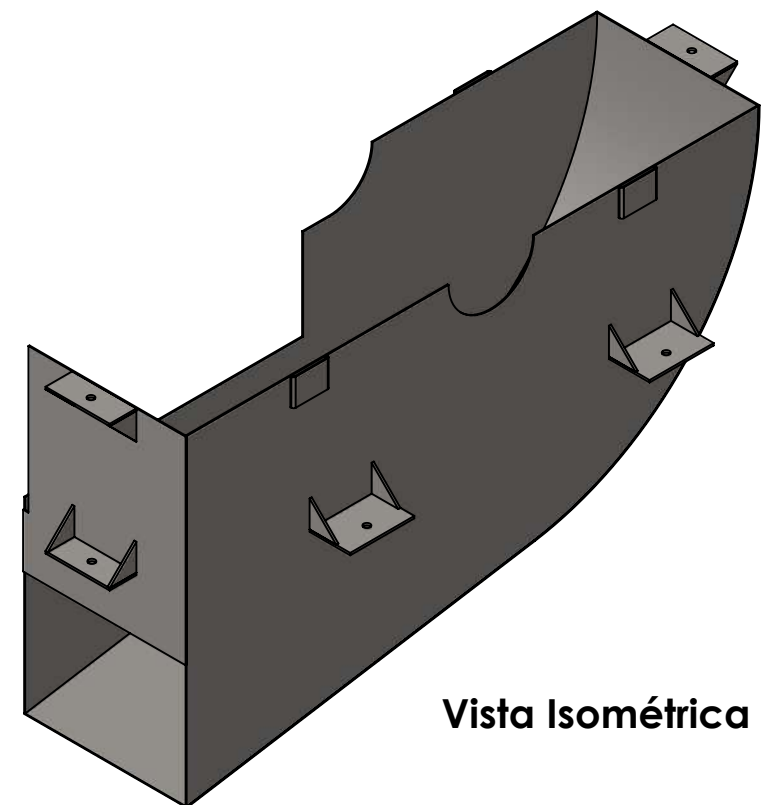
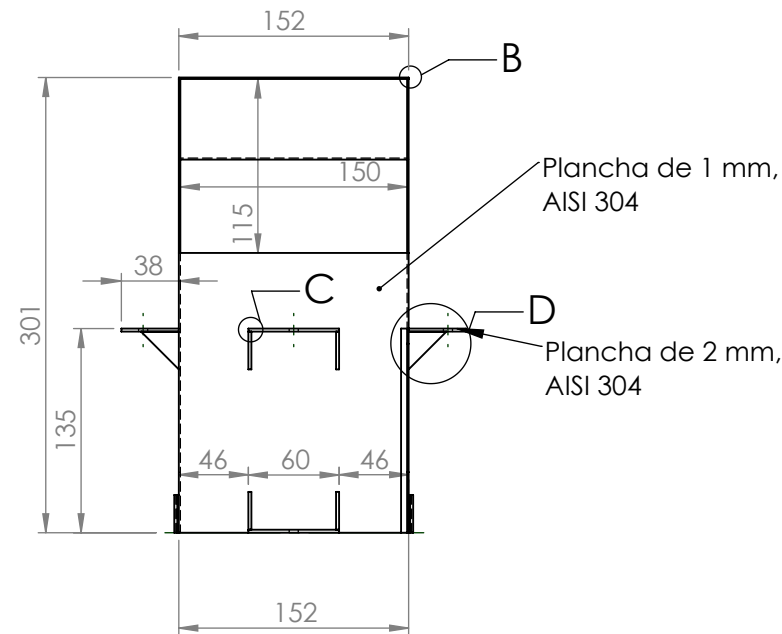
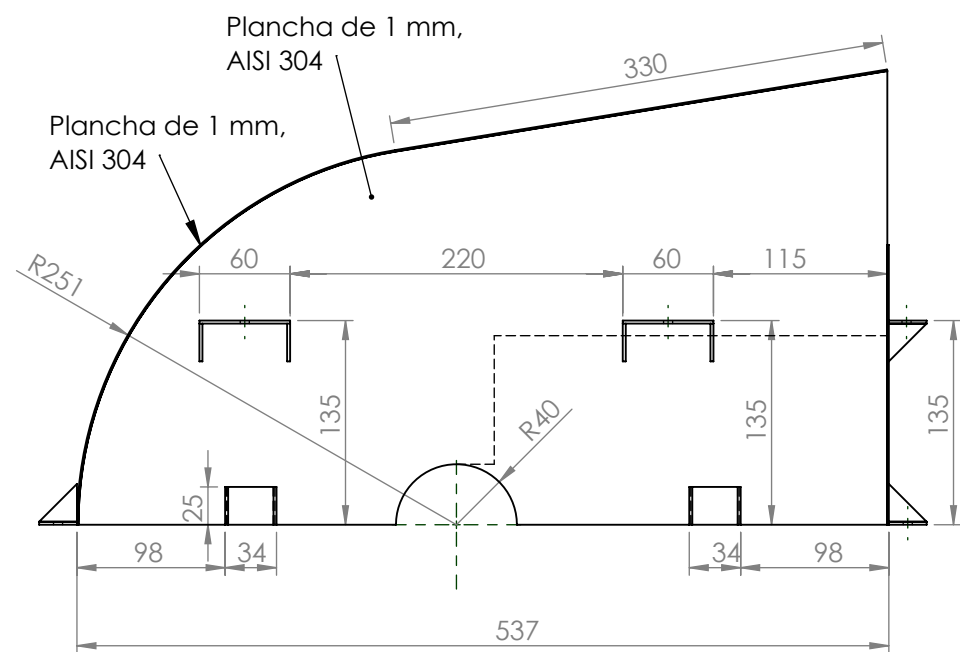
E

D

C

B

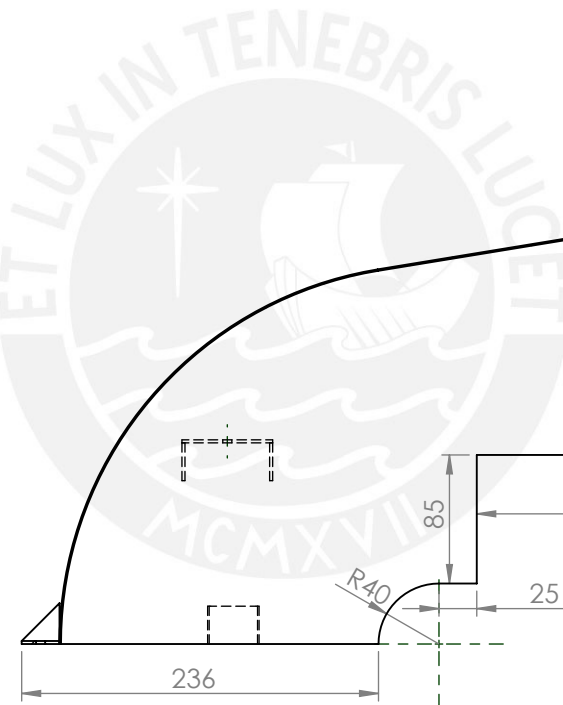
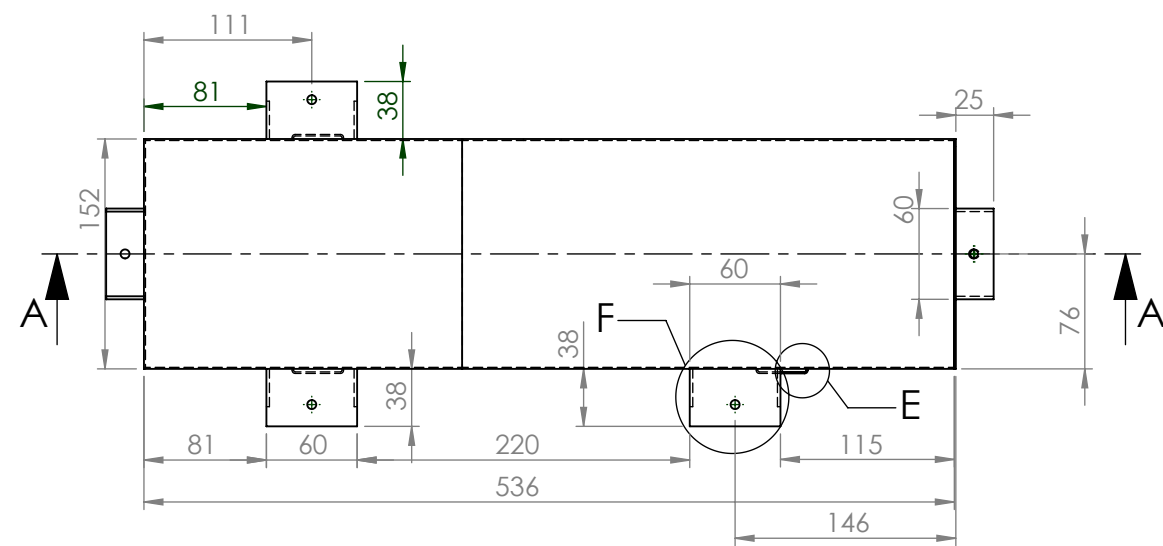
A



Vista Isométrica

NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- La estructura esta conformada por los siguientes items:
  - \*Plancha de 1 mm de espesor, AISI 304.
  - \*Plancha de 2 mm de espesor, AISI 304.
- La estructura esta conformado con plancha rolada para dar curvatura y de plancha cortada para paredes y nervios.
- Las uniones soldadas deben ser realizadas con proceso de soldadura TIG y despues de haber conformado las piezas individuales y despues de haber sido precalentadas para los espesores menores a 3 mm.
- Las soldaduras internas deben ser con acabado concabo y liso en todo el recorrido perimetral.



SECCIÓN A-A

superficie  
concava lisa  
en todo el  
perimetro  
ocupado

DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

DETALLE E  
ESCALA 2 : 5

DETALLE C  
ESCALA 1 : 1

DETALLE D  
ESCALA 1 : 3

DETALLE F  
ESCALA 2 : 5

TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

Ø 6 POR TODO

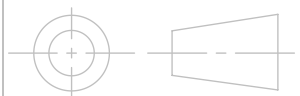
ACABADO SUPERFICIAL  
N12

TOLERANCIA GENERAL  
DIN 7168

MATERIAL  
AISI 304

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Ducto de salida

ESCALA:

1:5

CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
25/08/2019

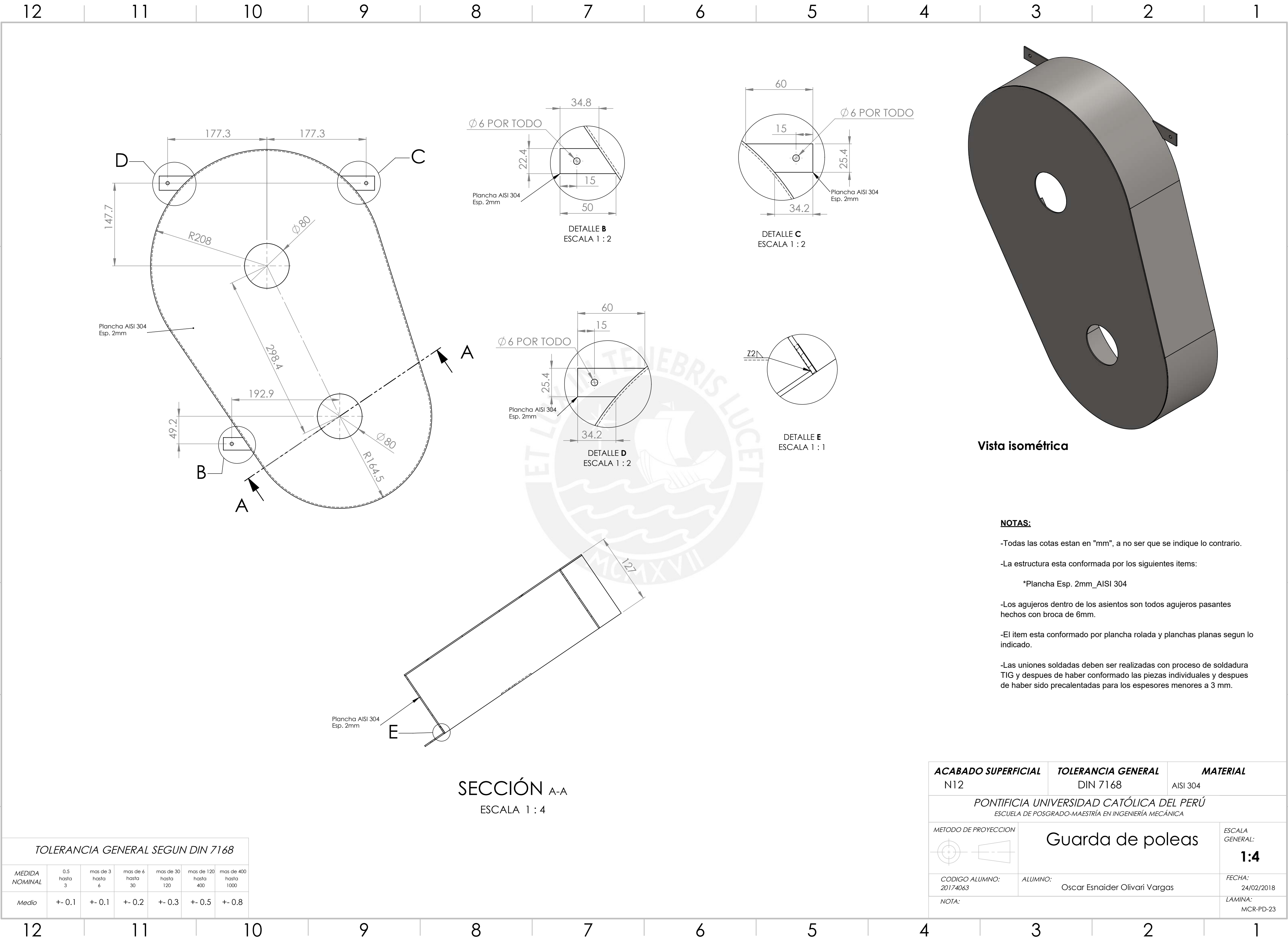
NOTA:

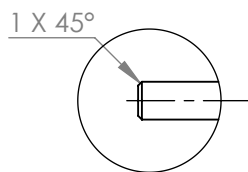
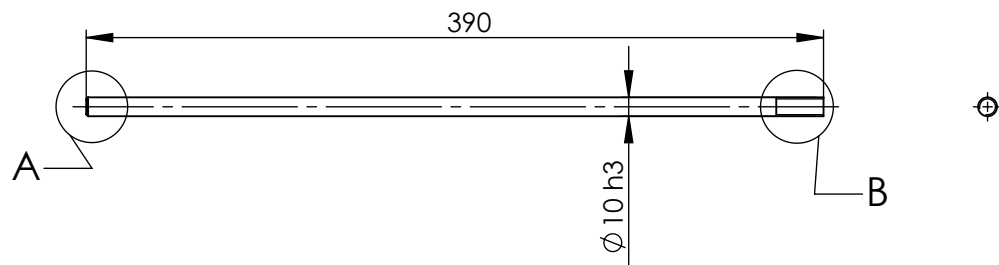
LAMINA:  
MCR-PD-06

8 7 6 5 4 3 2 1

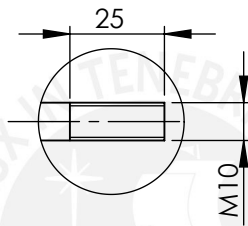




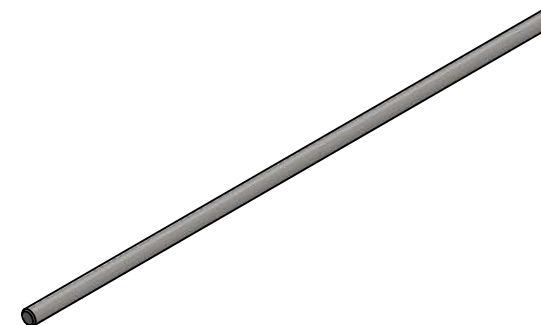




DETALLE A  
ESCALA 1 : 2



DETALLE B  
ESCALA 1 : 2



Vista isométrica

### NOTAS:

-Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.

-El eje esta hecho con barra redonda lisa de 10 mm de diametro, de material AISI 304.

-El roscado es estandar de medida M10.

### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

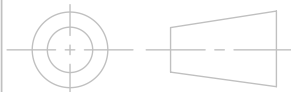
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N7

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 304

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Guia de piston

ESCALA:

1:4

CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

LAMINA:  
MCR-PD-22

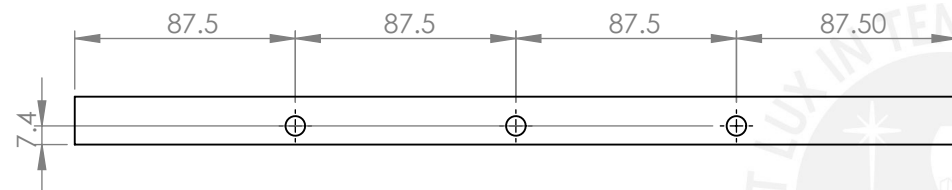
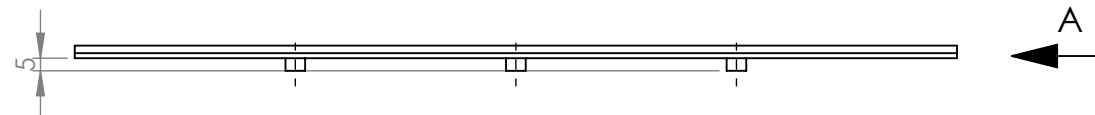
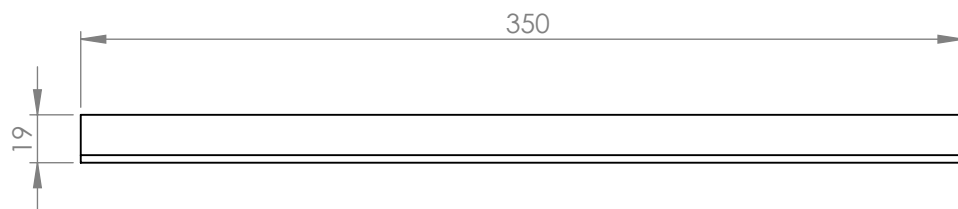
D

C

B

A

6 5 4 3 2 1

**NOTAS:**

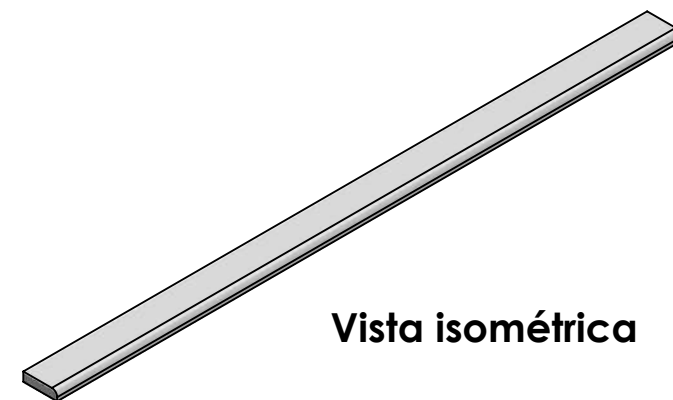
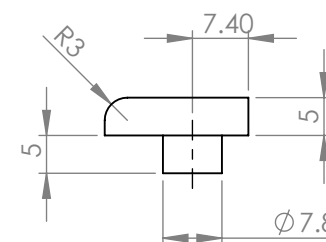
-Todas las cotas estan en "mm" a no ser que se indique lo contrario.

-La laina de teflon debe ser fabricada mediante mecanizado de fresado.

-El accesorio esta diseñado para disminuir la fricción existente entre el cortador auxiliar y el reposo de la cámara de corte.

**TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168**

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

**Vista isométrica****VISTA A**  
ESCALA 1 : 1**ACABADO SUPERFICIAL**

N8

**TOLERANCIA GENERAL**

DIN 7168

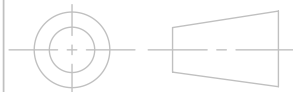
**MATERIAL**

PTFE (Teflon virgen)

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION

**Laina de teflon t1**

ESCALA:

**1:3**CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:

Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:

18/05/2019

NOTA:

LAMINA:

MCR-PD-08

6 5 4 3 2 1

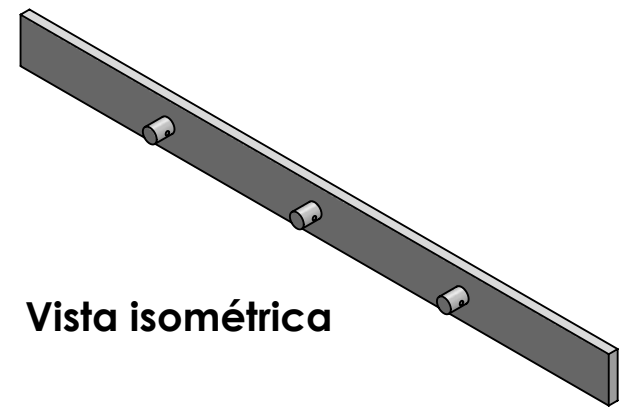
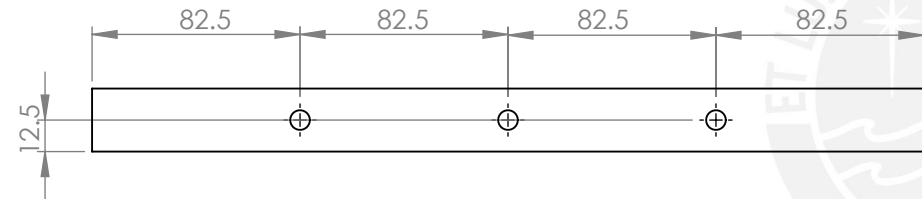
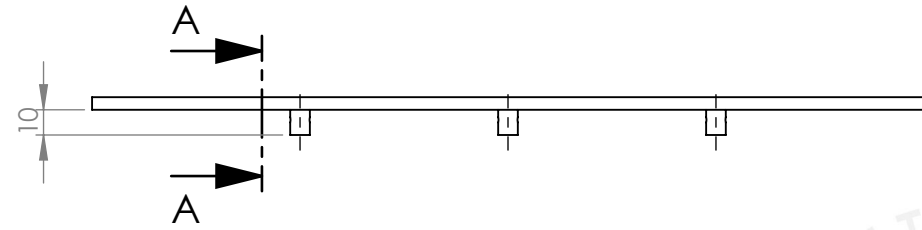
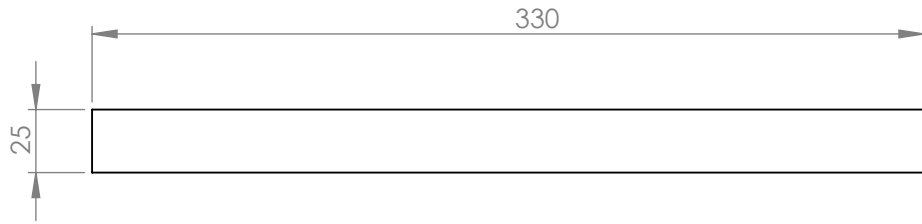
D

C

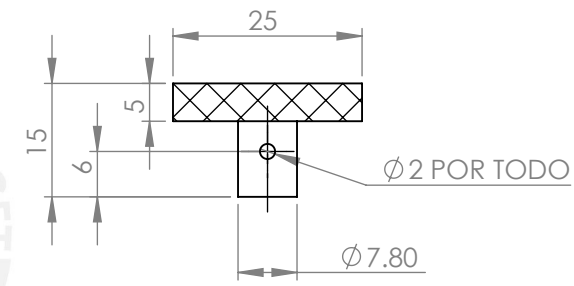
B

A

6 5 4 3 2 1



Vista isométrica



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1

**NOTAS:**

- Todas las cotas estan en "mm" a no ser que se indique lo contrario.
- La laina de teflon debe ser fabricada mediante mecanizado de fresado.
- El accesorio esta diseñado para disminuir la fricción existente entre el cortador auxiliar y el reposo de la cámara de corte.

|                                                                                                 |  |                                          |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>ACABADO SUPERFICIAL</b><br>N8                                                                |  | <b>TOLERANCIA GENERAL</b><br>DIN 7168    | <b>MATERIAL</b><br>PTFE (Teflon virgen) |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |  |                                          |                                         |
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        |  | Laina de teflon t2                       | ESCALA:<br>1:3                          |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      |  | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>18/05/2019                    |
| NOTA:                                                                                           |  |                                          | LAMINA:<br>MCR-PD-09                    |

6 5 4 3 2 1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

C

B

B

A

A

6

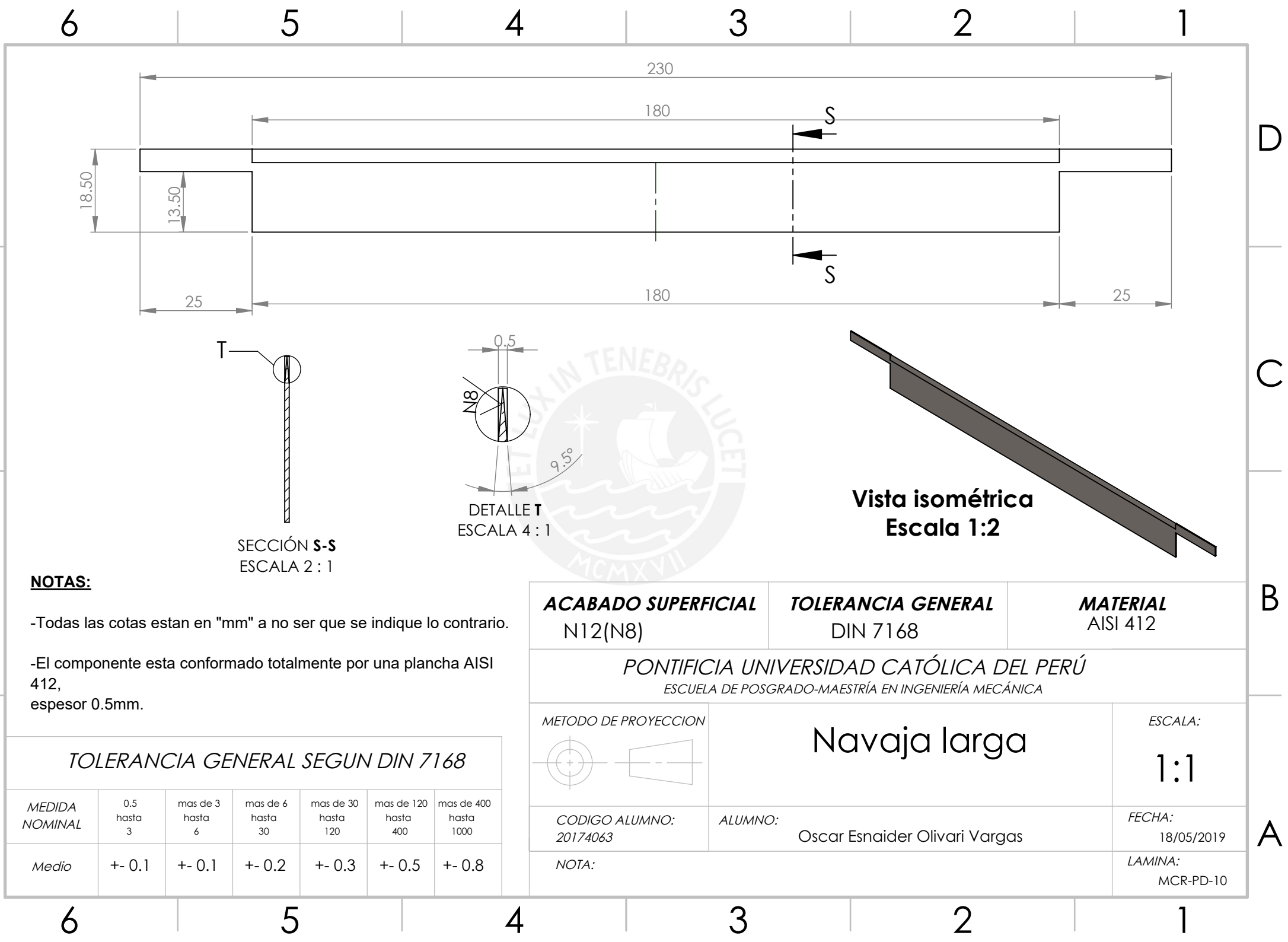
5

4

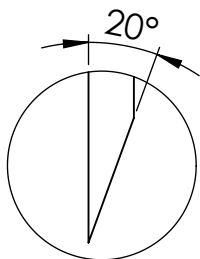
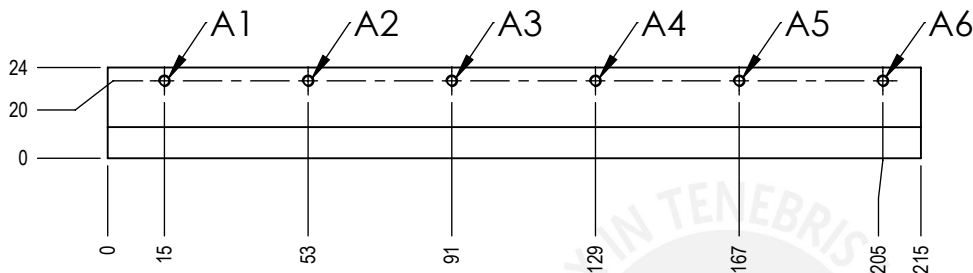
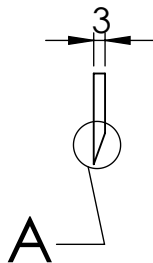
3

2

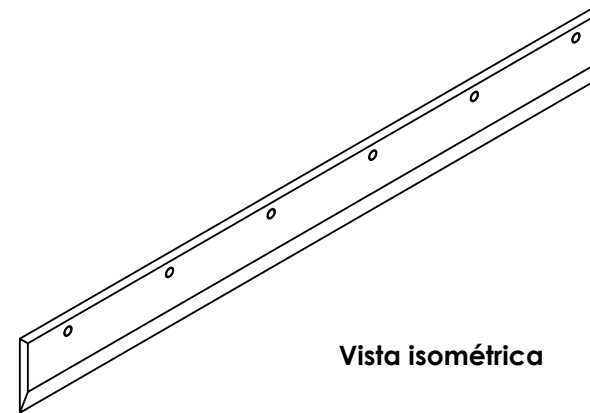
1



| AGUJERO | UBIC X | UBIC Y | AGUJERO                                    |
|---------|--------|--------|--------------------------------------------|
| A1      | 15     | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |
| A2      | 53     | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |
| A3      | 91     | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |
| A4      | 129    | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |
| A5      | 167    | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |
| A6      | 205    | 20     | Ø 2.50 $\nabla$ 8.50<br>M3 - 6H $\nabla$ 6 |



DETALLE A  
ESCALA 2 : 1



Vista isométrica

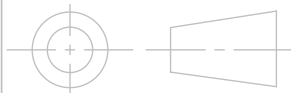
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N4

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 440C

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Navaja rotatoria

ESCALA:

1:2

CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
18/05/2019

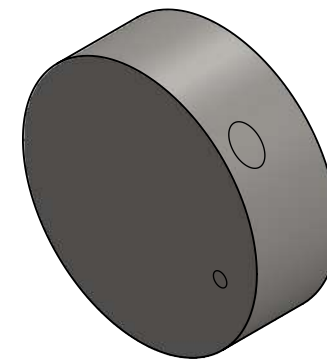
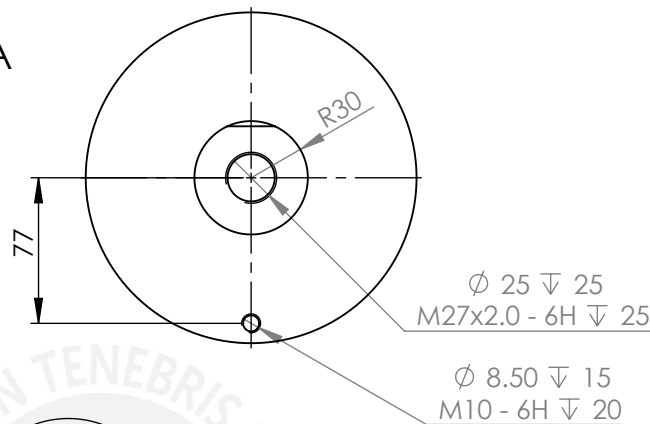
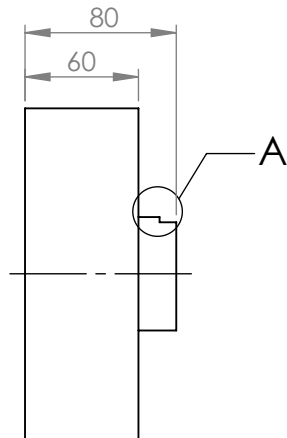
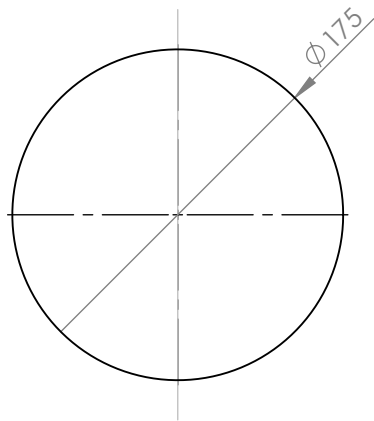
NOTA:

LAMINA:  
MCR-PD-21

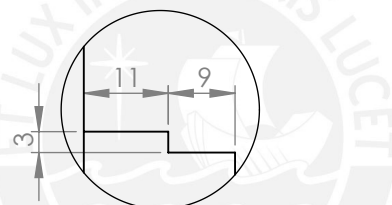
TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |





Vista isométrica



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

#### NOTAS:

-Todas las cotas estan indicadas en "mm" a no ser que se indique lo contrario.

-El piston de empuje esta fabricado en acero inoxidable AISI 304, fabricada a partir de una barra redonda.

-No se requiere tolerancias especiales para ejes en la fabricacion de este piston de empuje, pudiendo ser fabricado acorde la tolerancia general segun DIN 7168.

#### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0,5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

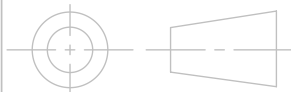
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N12

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 304

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Piston de empuje

ESCALA:

1:4

CODIGO ALUMNO:  
20174063

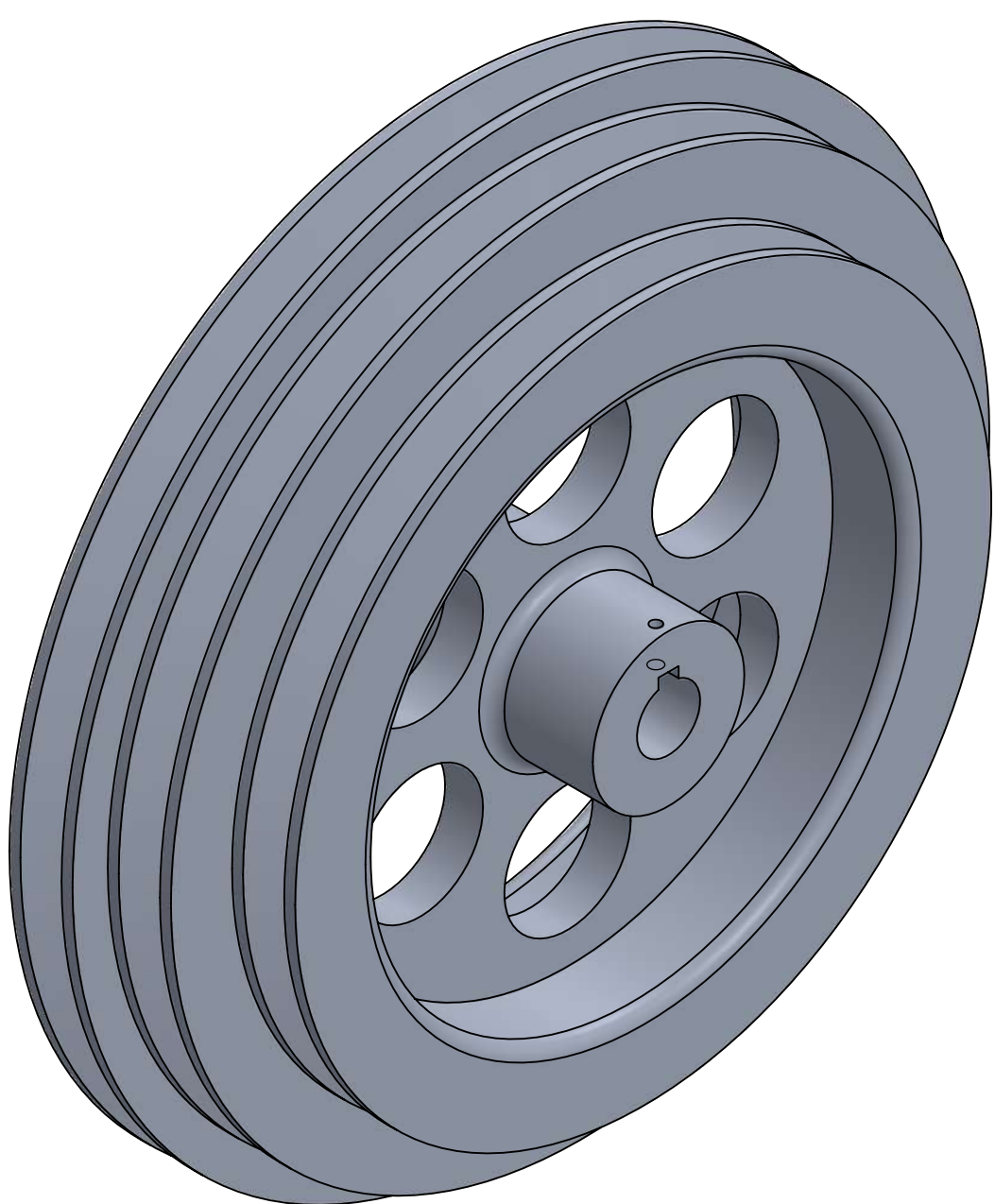
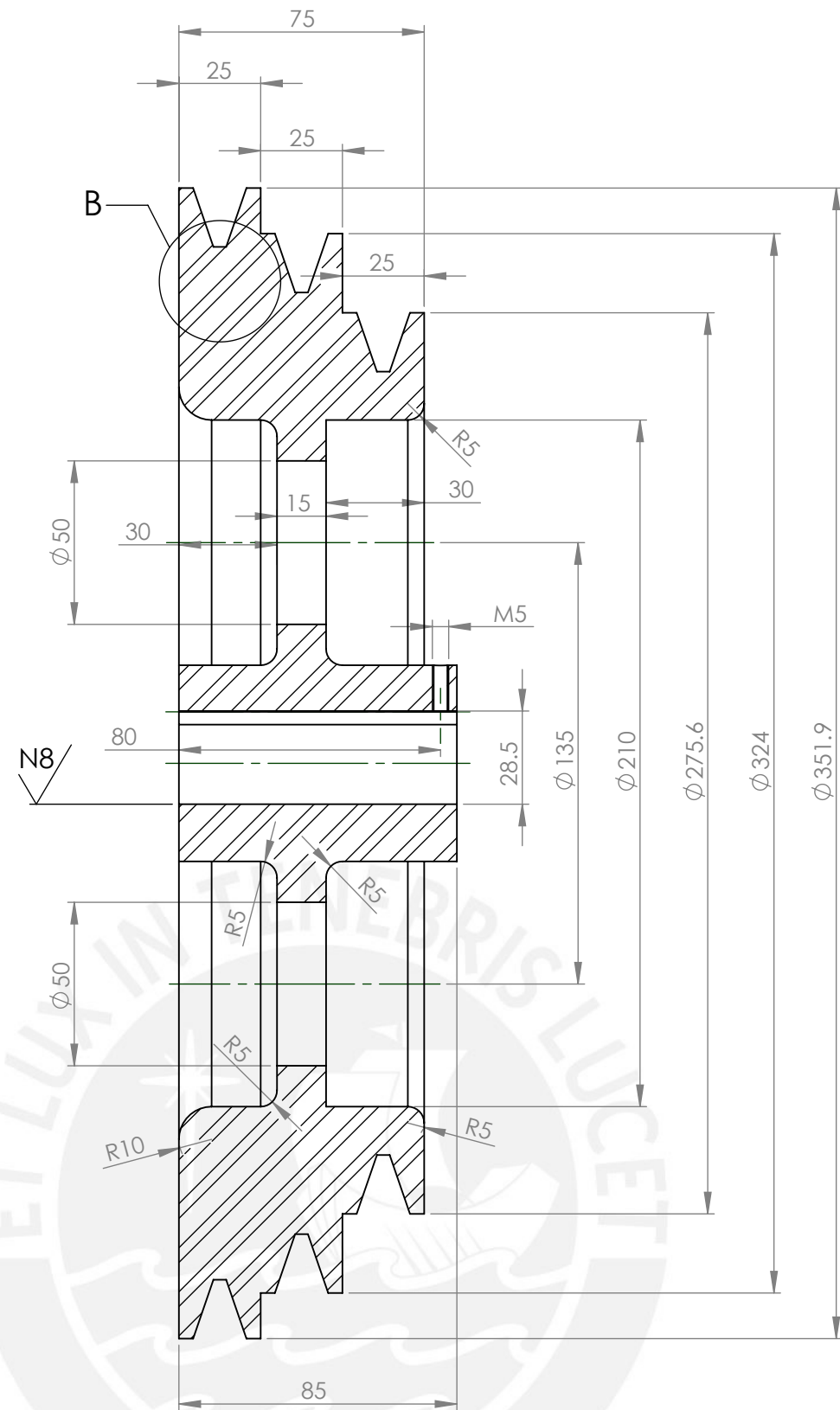
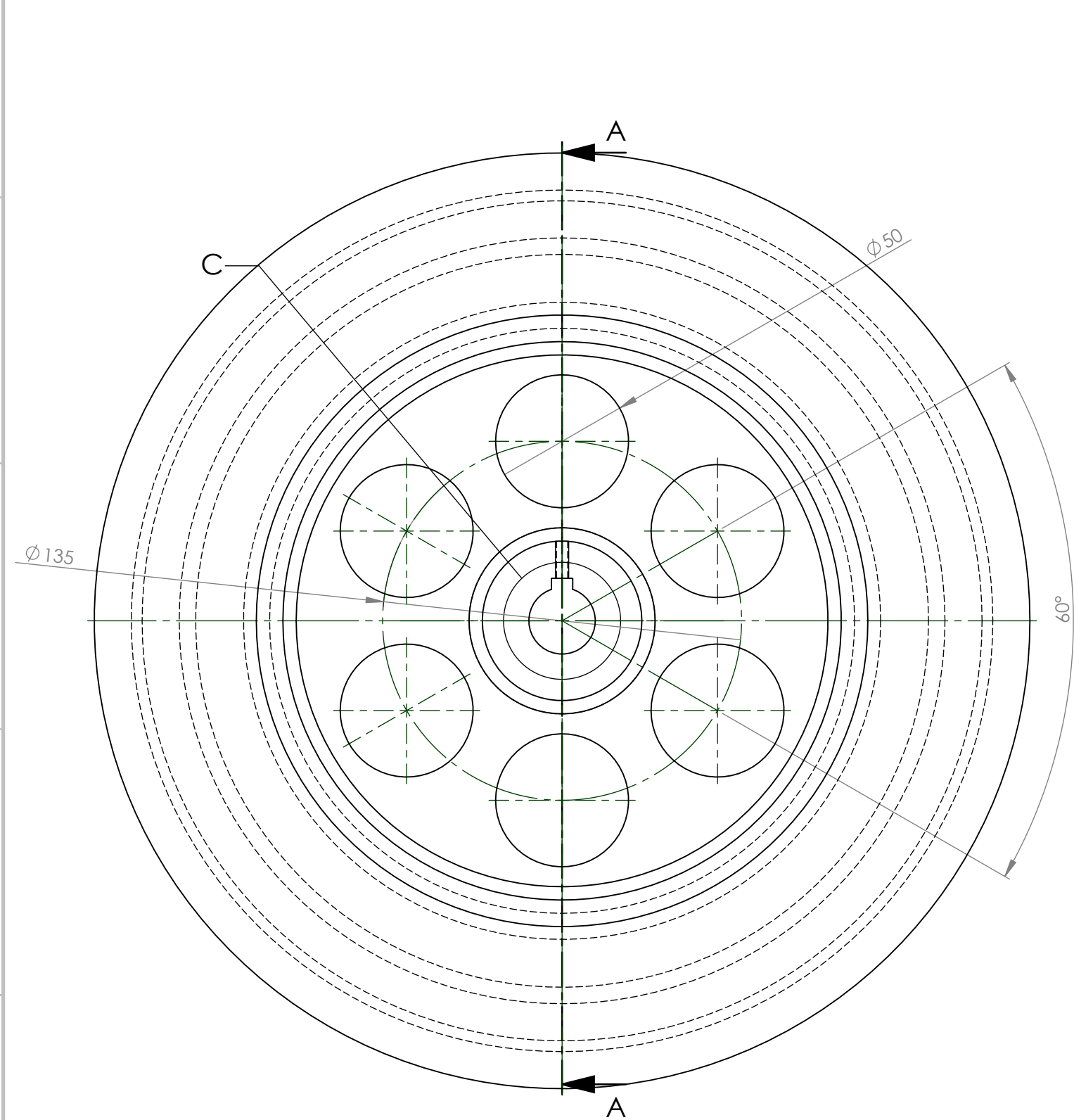
ALUMNO:

Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

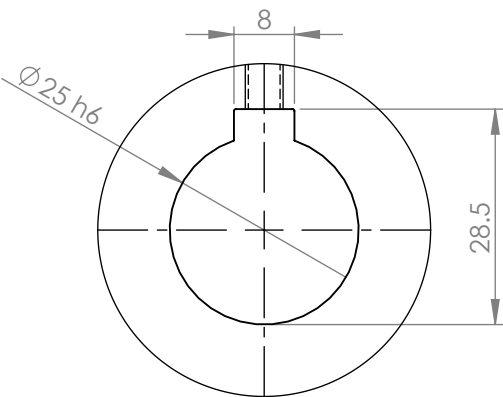
LAMINA:  
MCR-PD-11



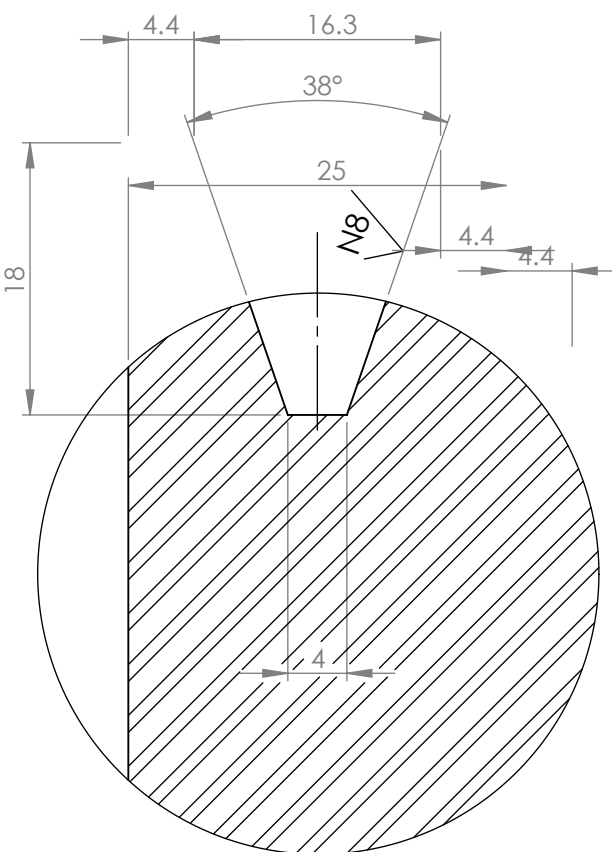
Vista Isométrica

NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El Material de la polea es de Aluminio 1060H18, el proceso de mecanizado es mediante torneado.
- El agujero roscado para prisionero es de M5, pasante en la maza de la polea.
- La polea de aluminio fundido, esta diseñada para tener canales de fajas V de seccion "SPB" estandar.
- Se debe tener en consideracion el acabado superficial y tolerancia dimensional del agujero central, que estara en contacto con un arbol de transmision.
- Las dimensiones para el aseguramiento con chaveta, estan diseñadas para llevar chavetas segun norma DIN 6885.



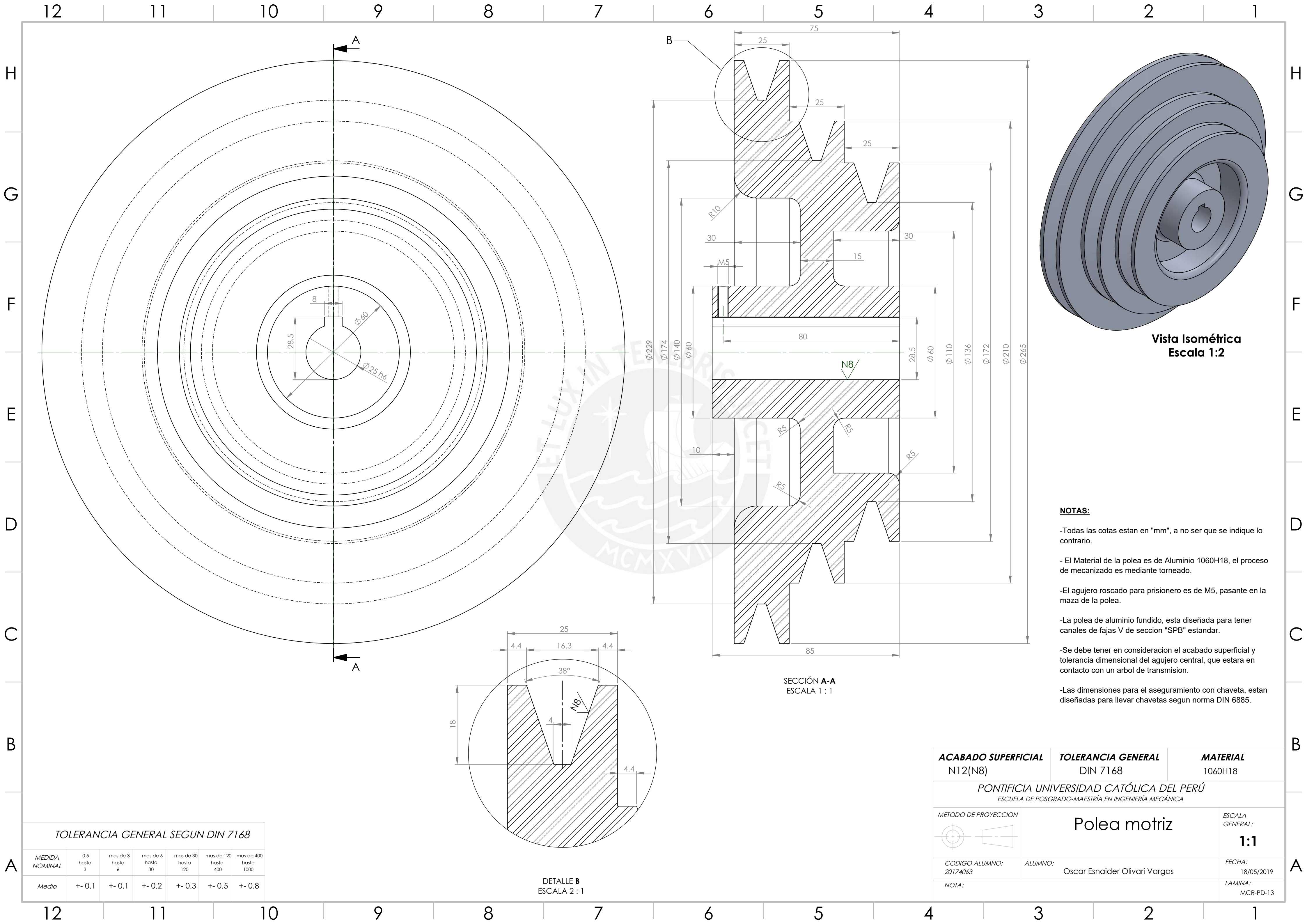
DETALLE C  
ESCALA 1 : 1

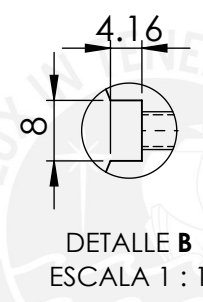
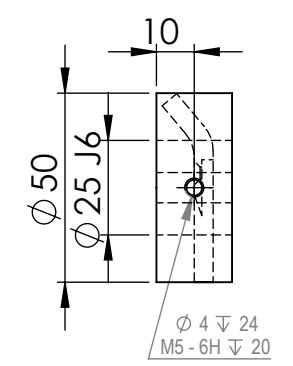
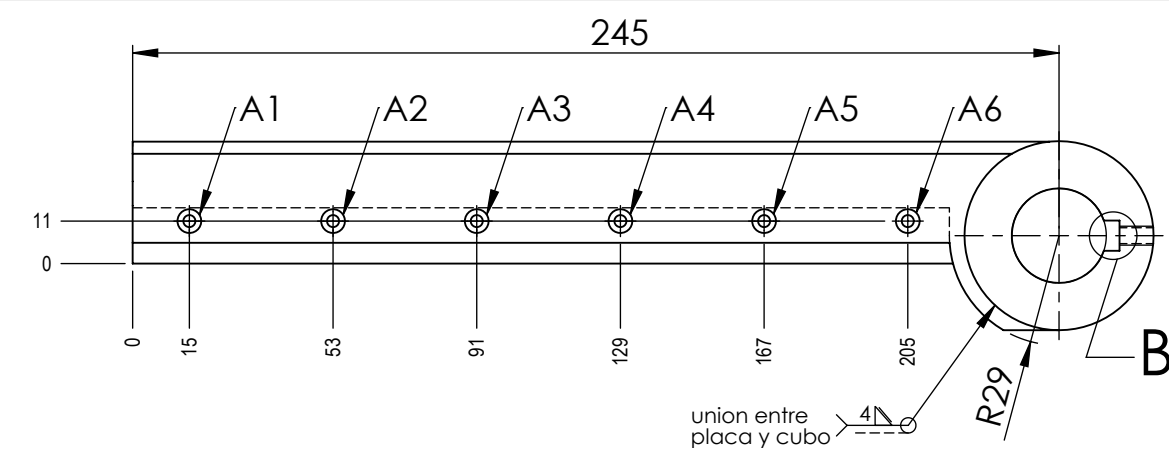
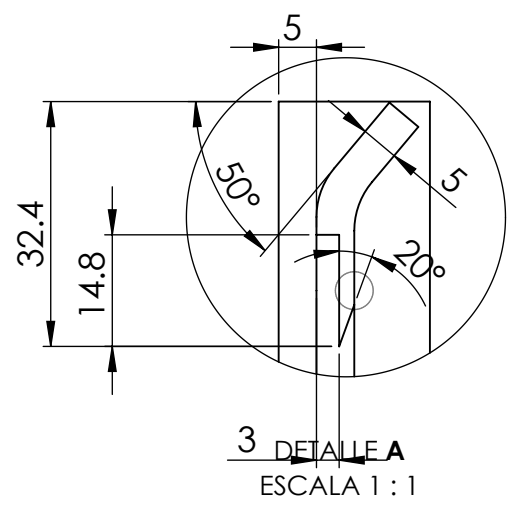
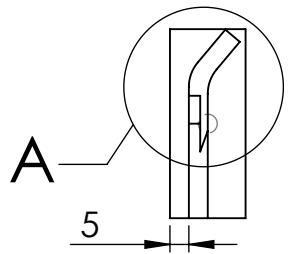


DETALLE B  
ESCALA 2 : 1

| TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 |             |                  |                   |                     |                      |                       |
|-----------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| MEDIDA NOMINAL                    | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
| Medio                             | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

| ACABADO SUPERFICIAL                                                                             | TOLERANCIA GENERAL                       | MATERIAL               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| N12(N8)                                                                                         | DIN 7168                                 | 1060 H18               |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                          |                        |
| METODO DE PROYECCION                                                                            | Polea conducida                          | ESCALA GENERAL:<br>1:2 |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>18/05/2019   |
| NOTA:                                                                                           |                                          | LAMINA:<br>MCR-PD-12   |



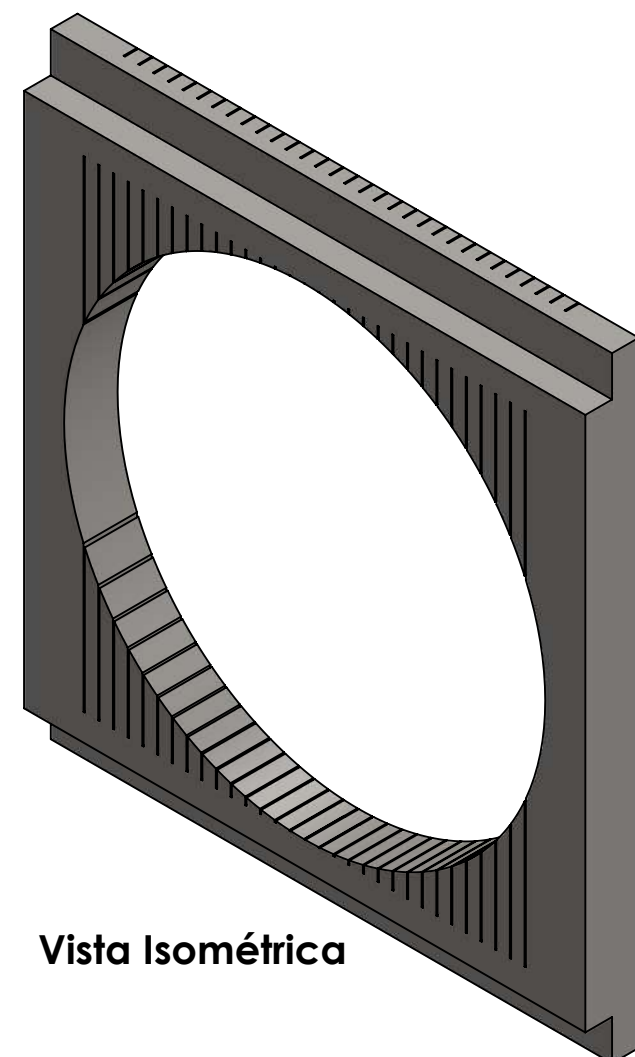
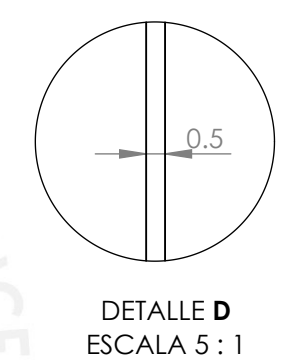
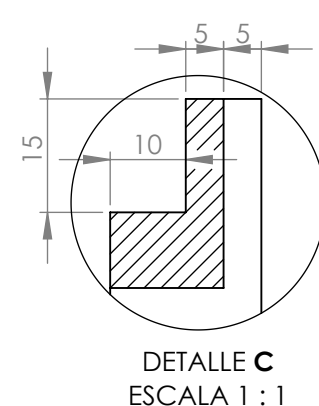
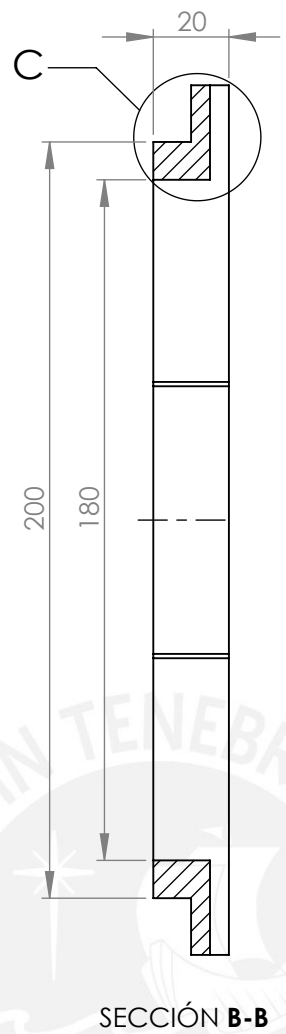
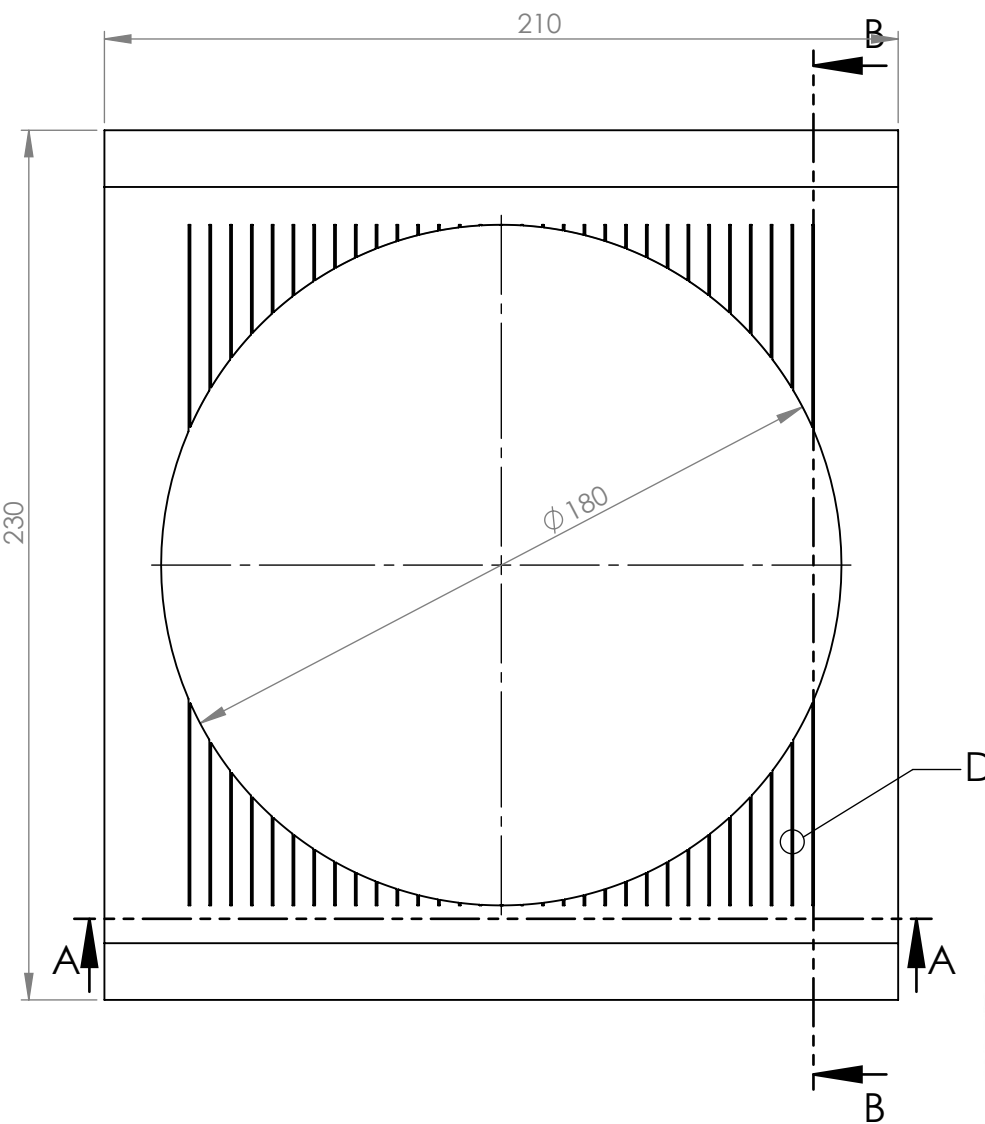


| AGUJERO | UBIC X | UBIC Y | AGUJERO                          |
|---------|--------|--------|----------------------------------|
| A1      | 15     | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |
| A2      | 53     | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |
| A3      | 91     | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |
| A4      | 129    | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |
| A5      | 167    | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |
| A6      | 205    | 11     | Ø 3.20 ± 11.50<br>✓ Ø 6.30 X 90° |

|                                                                                                 |  |                                          |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>ACABADO SUPERFICIAL</b><br>N8                                                                |  | <b>TOLERANCIA GENERAL</b><br>DIN 7168    | <b>MATERIAL</b><br>AISI 304 |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |  |                                          |                             |
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        |  | Porta navaja rotatoria                   |                             |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      |  | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas |                             |
| NOTA:                                                                                           |  | FECHA:<br>18/05/2019                     |                             |
|                                                                                                 |  | LAMINA:<br>MCR-PD-20                     |                             |

| TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 |             |                  |                   |                     |                      |                       |
|-----------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| MEDIDA NOMINAL                    | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
| Medio                             | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

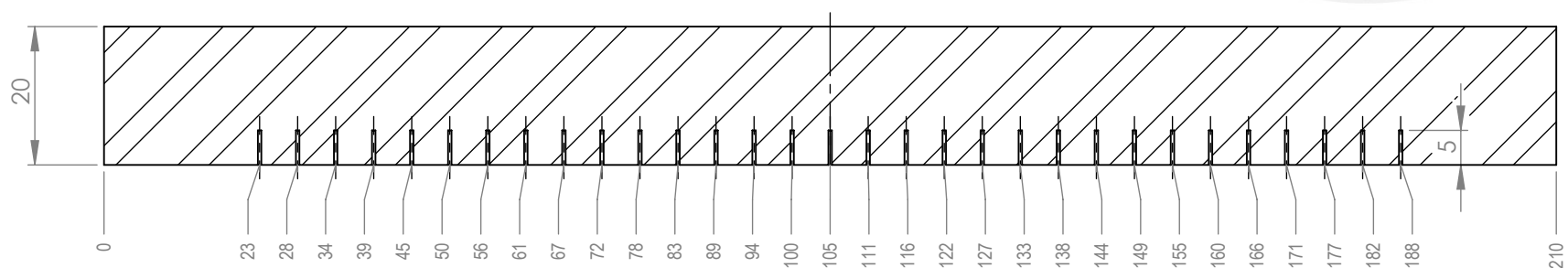




Vista Isométrica

NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El material es bloque AISI 304, obtenido por proceso de mecanizado y corte especial.
- El componente porta navajas 2 contiene 31 asientos para navaja larga.
- La separacion entre ranuras de navajas esta indicada como referencia desde el centro de la ranura.

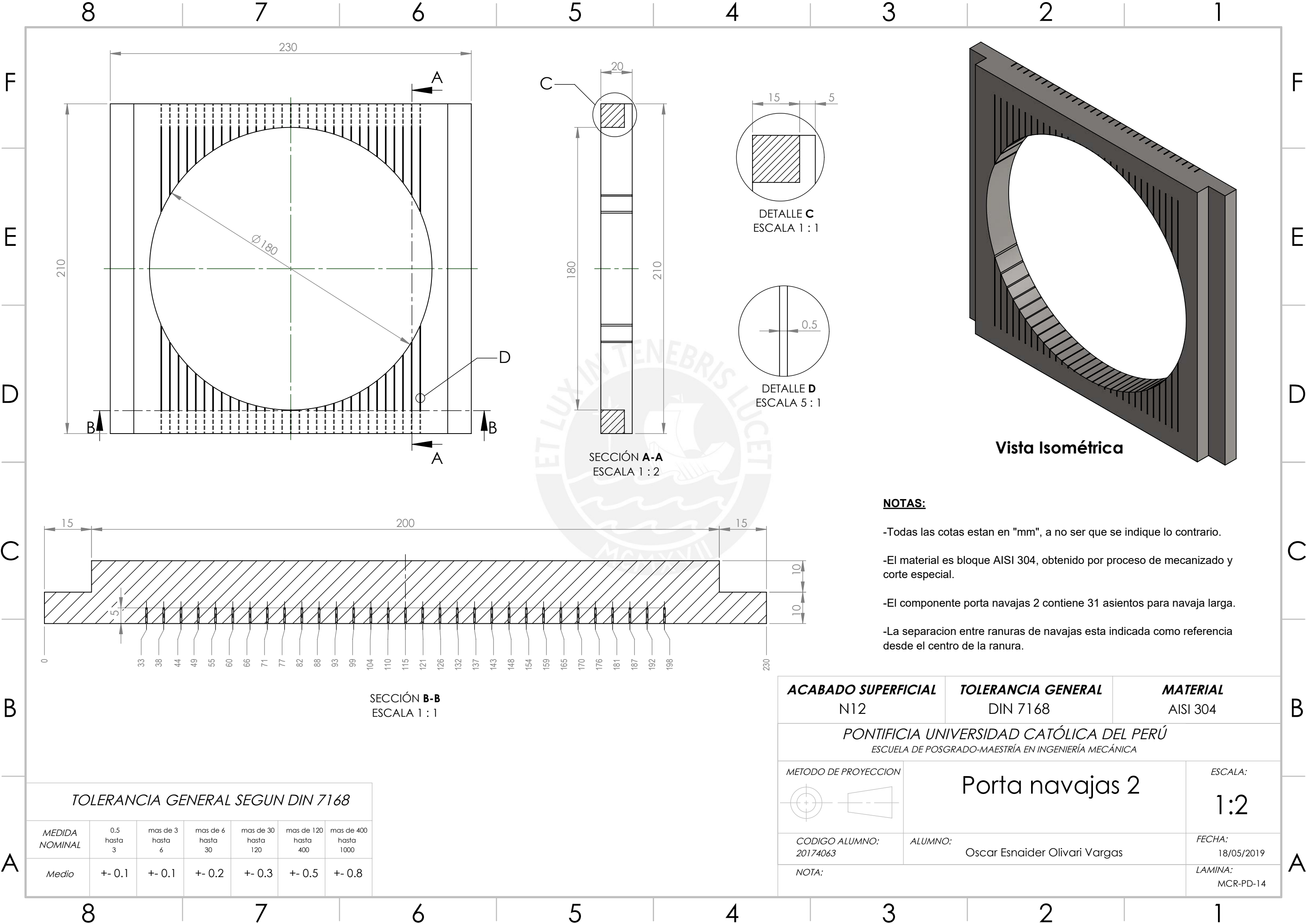


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1

TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

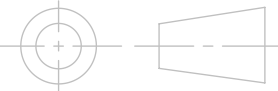
|                                                                                                 |                                          |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>N12                                                                      | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168           | MATERIAL<br>AISI 304 |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                          |                      |
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        | Porta navajas 1                          | ESCALA:<br>1:2       |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>18/05/2019 |
| NOTA:                                                                                           |                                          | LAMINA:<br>MCR-PD-15 |



Vista Isométrica

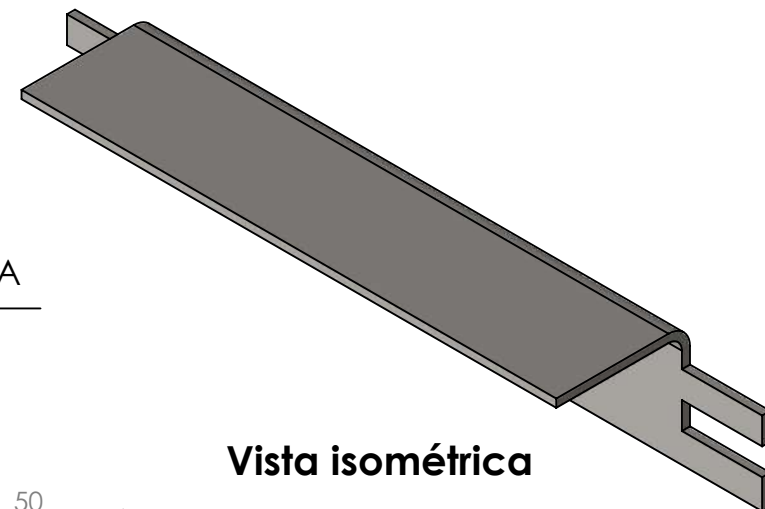
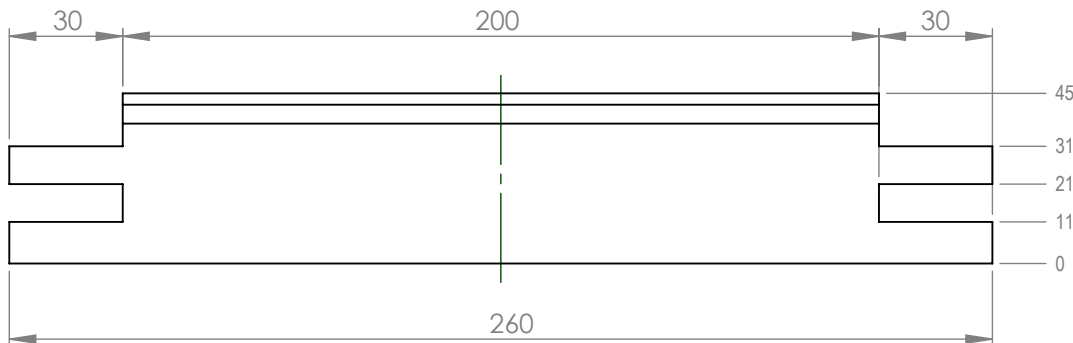
NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El material es bloque AISI 304, obtenido por proceso de mecanizado y corte especial.
- El componente porta navajas 2 contiene 31 asientos para navaja larga.
- La separacion entre ranuras de navajas esta indicada como referencia desde el centro de la ranura.

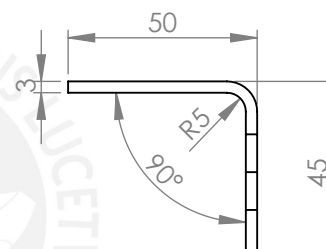
|                                                                                                               |                                          |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>N12                                                                                    | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168           | MATERIAL<br>AISI 304 |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA               |                                          |                      |
| METODO DE PROYECCION<br> | Porta navajas 2                          | ESCALA:<br>1:2       |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                                    | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>18/05/2019 |
| NOTA:                                                                                                         |                                          | LAMINA:<br>MCR-PD-14 |

TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |



Vista isométrica



VISTA A  
ESCALA 1 : 2

### NOTAS:

-Todas las cotas estan en "mm" a no ser que se indique lo contrario.

-El componente esta conformado por una plancha de espesor 3 mm, AISI 304.

-La estructura es parte del soporte de las portanavajas del equipo de cortadora de racachas, trabajara en la parte lateral.

-El componente no debe tener bordes filosos, ni punsantes ni cortantes, dado que estara en contacto directo o indirecto con una persona.

### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |

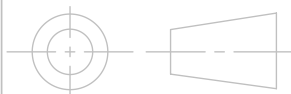
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N12

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 304

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



Seguro porta navajas

ESCALA:

1:2

CODIGO ALUMNO:  
20174063

ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

LAMINA:  
MCR-PD-16

D

D

C

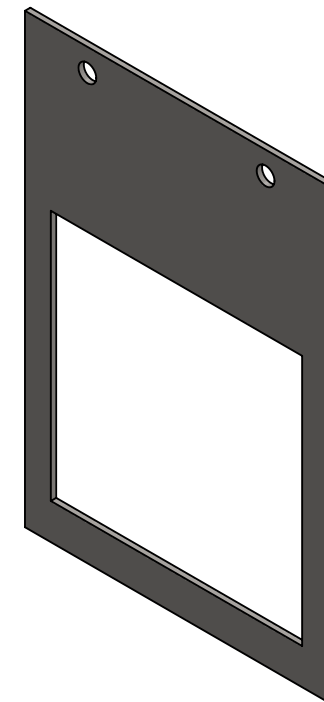
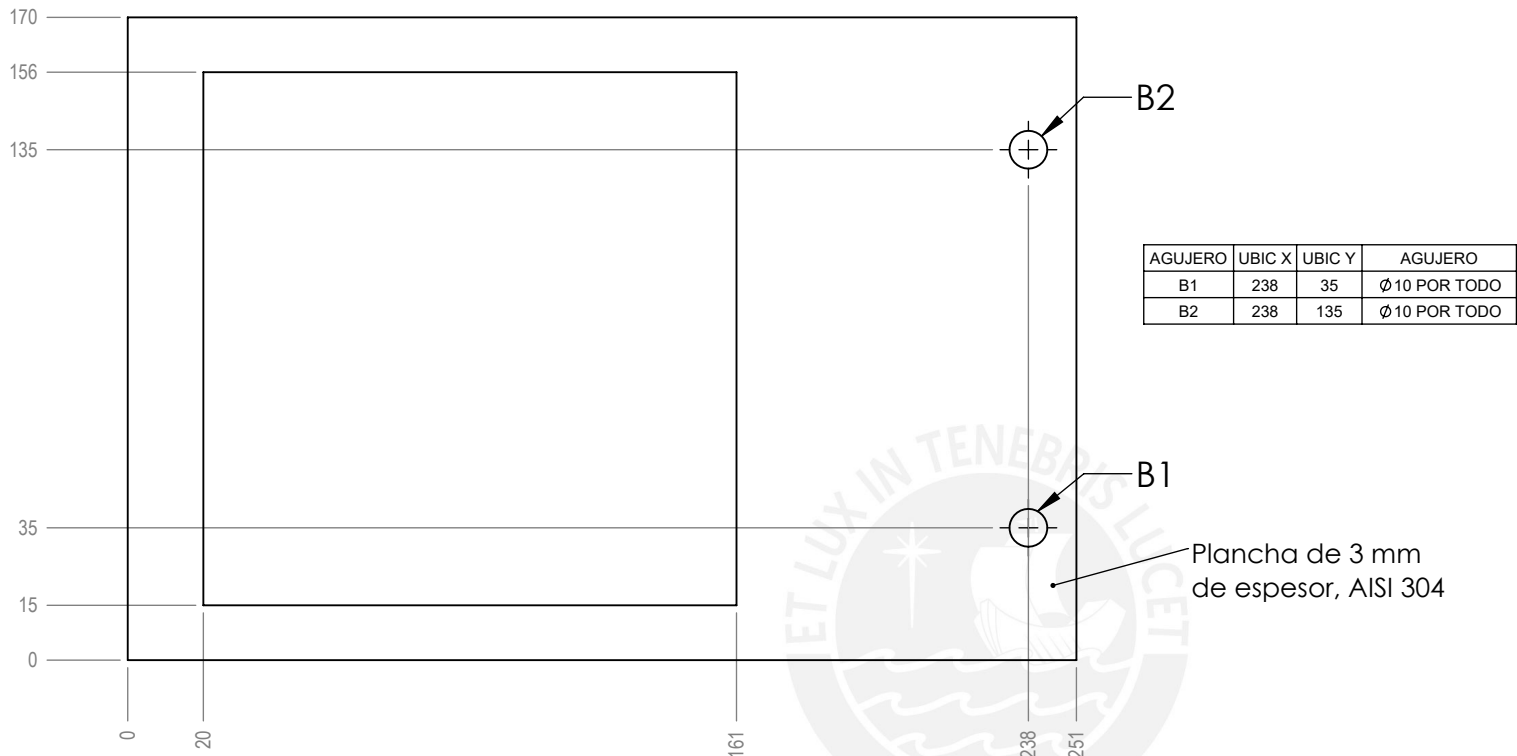
C

B

B

A

A



**Vista isométrica**  
**Escala 1:3**

**NOTAS:**

- Todas las cotas estan en "mm" a no ser que se indique lo contrario.
- El item esta conformado por plancha de 3 mm de espesor y material AISI 304.
- La plancha sirve como soporte al eso del piston principal y va anclada al bastidor.

**TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168**

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

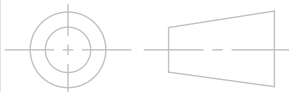
**ACABADO SUPERFICIAL**  
N12

**TOLERANCIA GENERAL**  
DIN 7168

**MATERIAL**  
AISI 304

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

METODO DE PROYECCION



**Soporte para**  
**cilindro principal**

ESCALA:

**1:2**

CODIGO ALUMNO:  
20174063

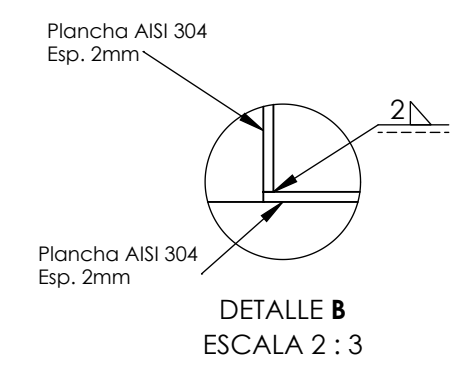
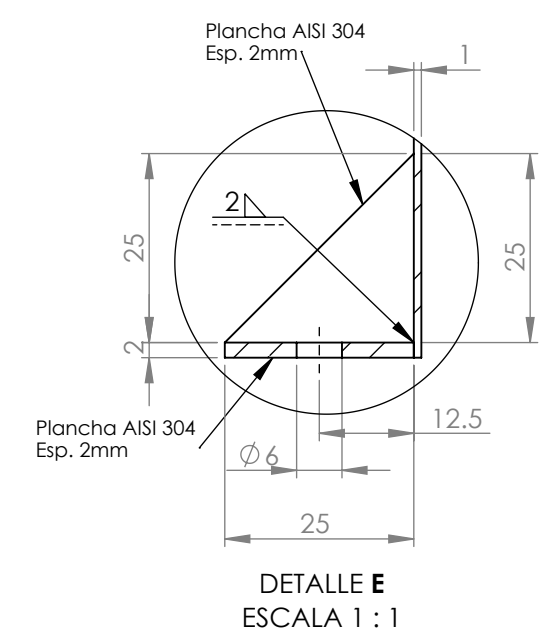
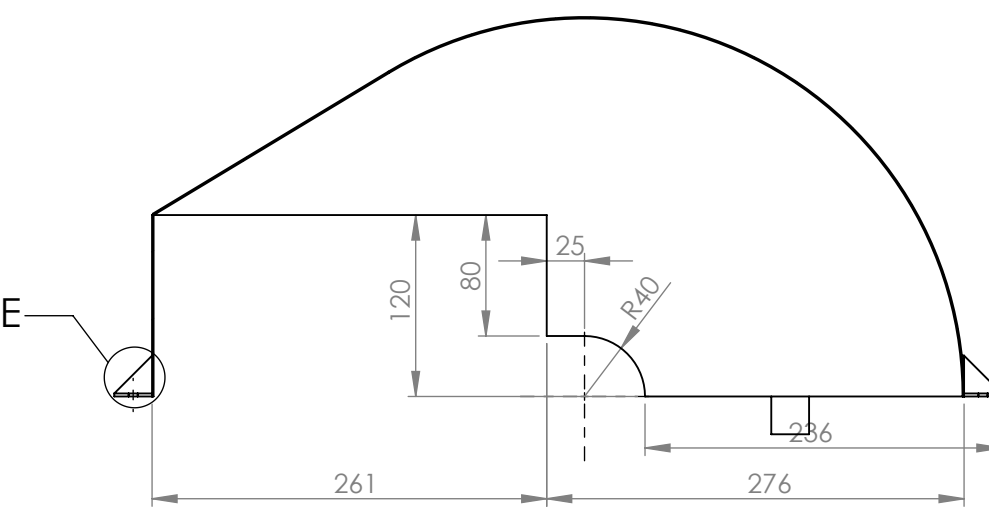
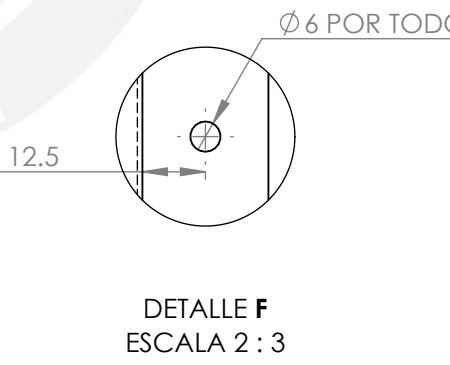
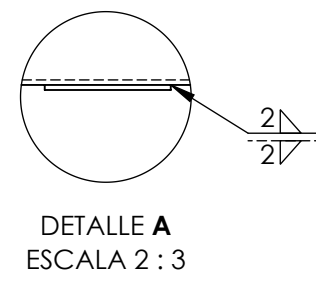
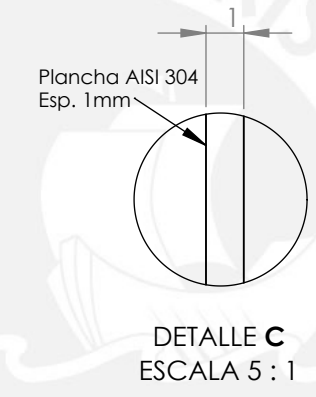
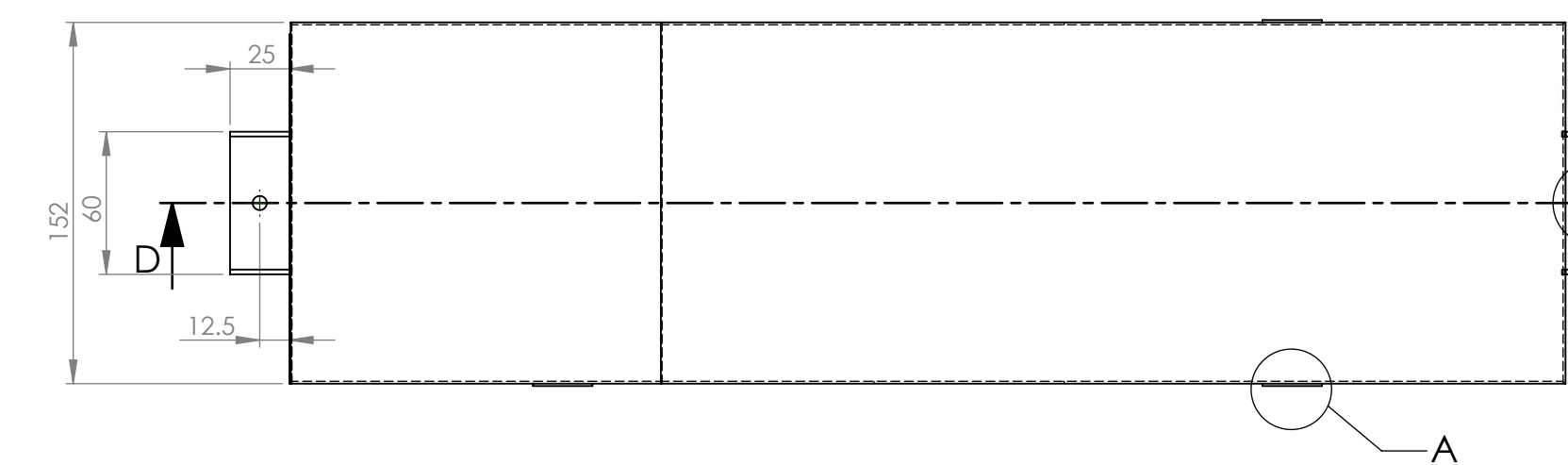
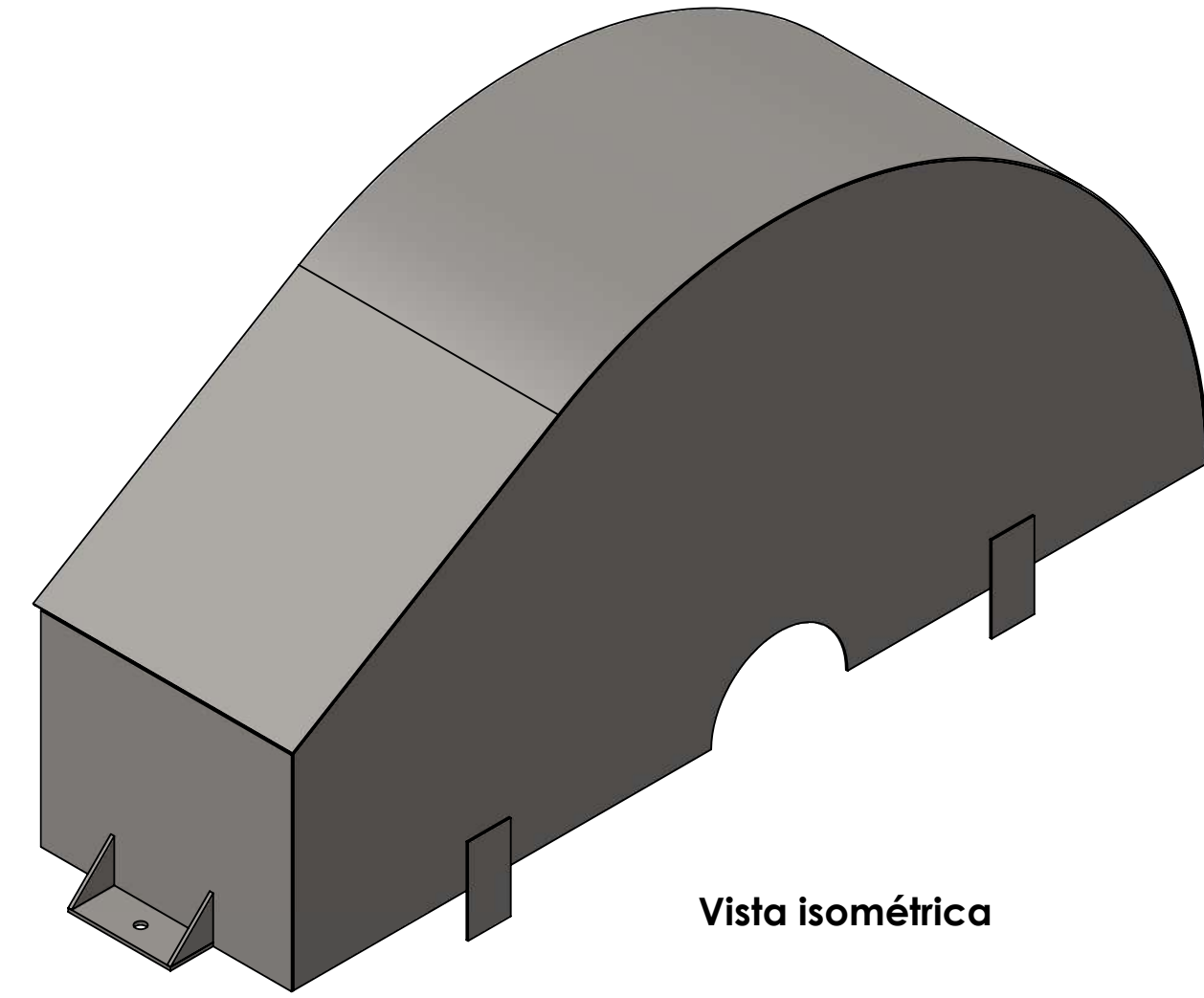
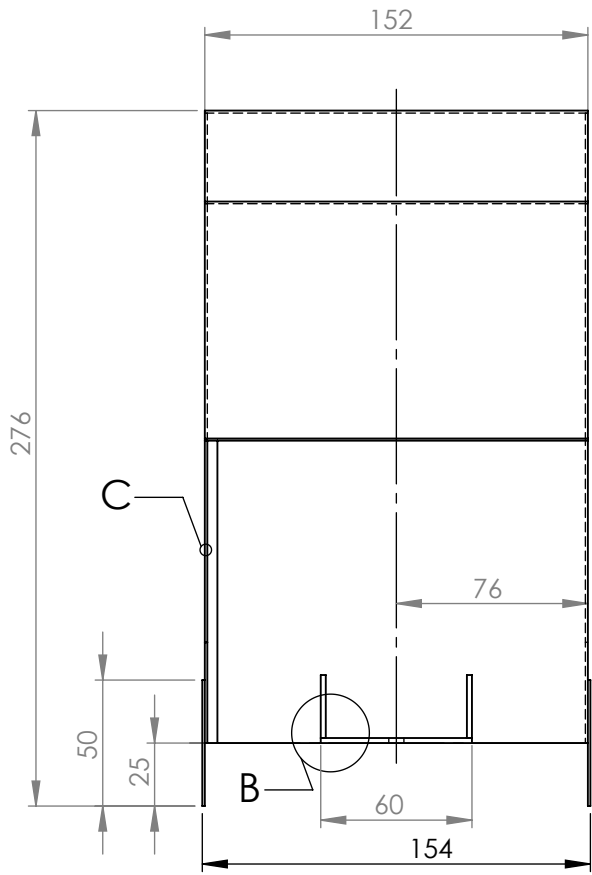
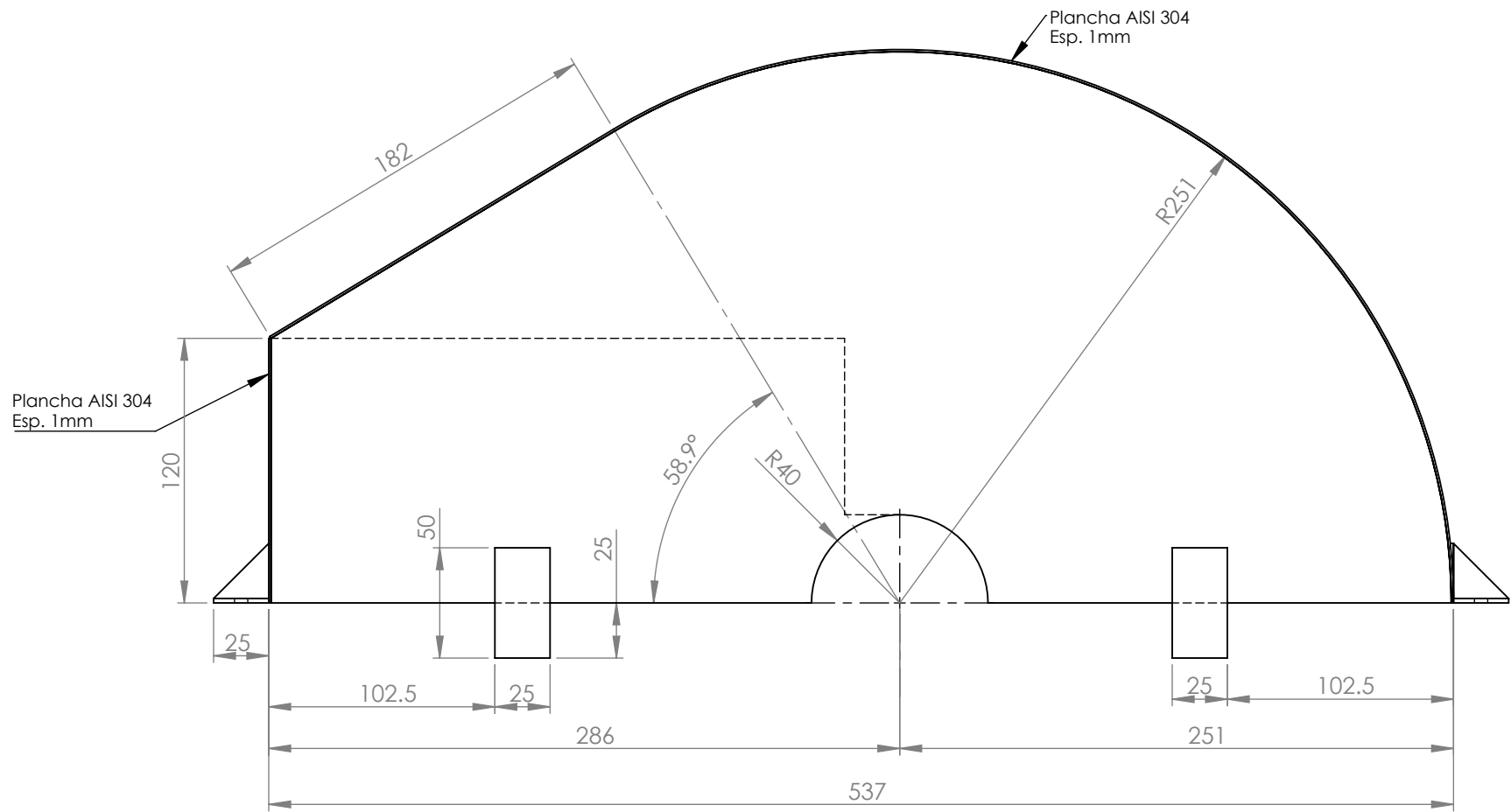
ALUMNO:  
Oscar Esnaider Olivari Vargas

FECHA:  
18/05/2019

NOTA:

LAMINA:  
MCR-PD-17

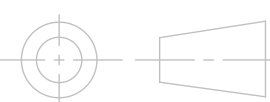


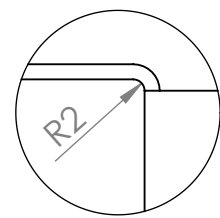
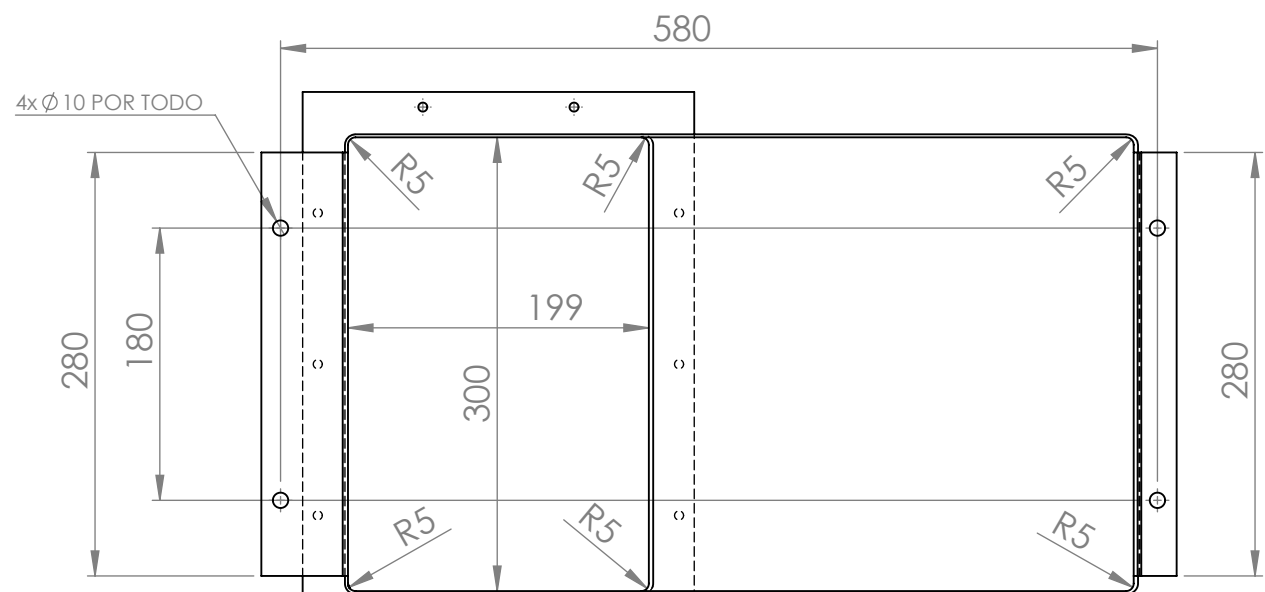


**NOTAS:**

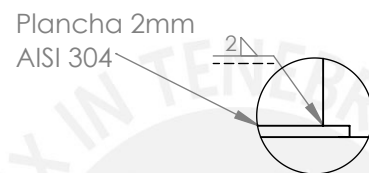
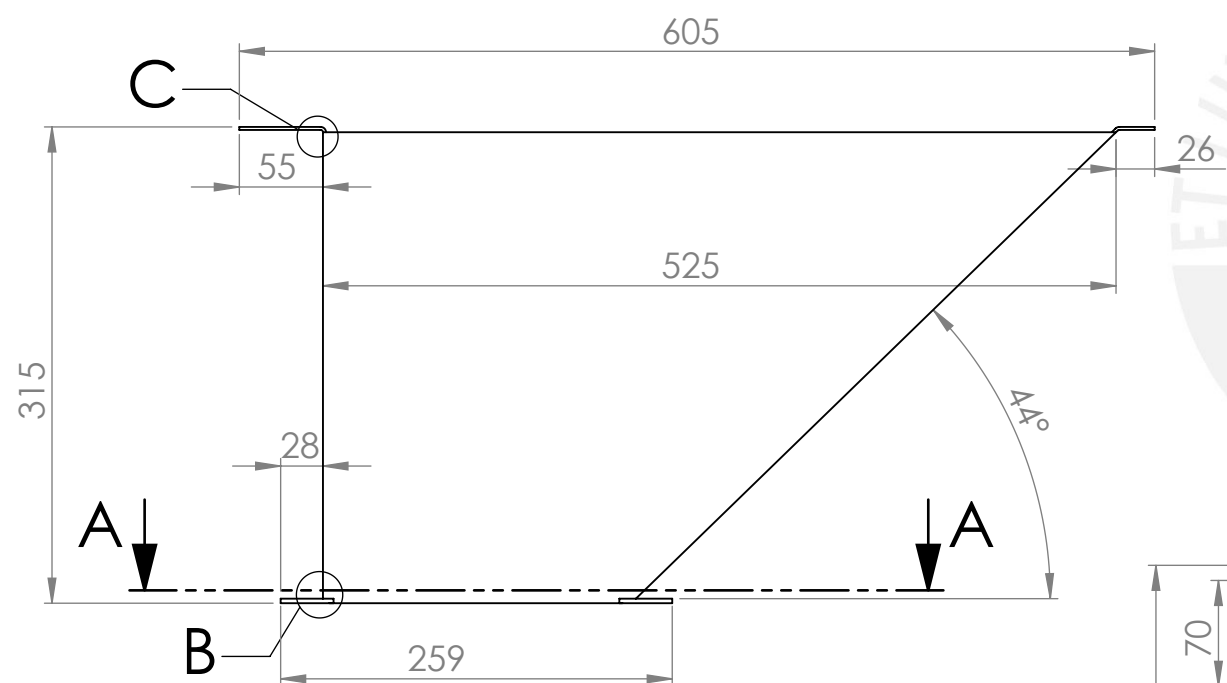
- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- La estructura esta conformada por los siguientes items:
  - \*Plancha Esp. 2mm\_AISI 304
  - \*Plancha Esp. 1mm\_AISI 304
- Los agujeros dentro de los asientos son todos agujeros pasantes hechos con broca de 6mm.
- El item esta conformado por plancha rolada y planchas plancas segun lo indicado.
- Las uniones soldadas deben ser realizadas con proceso de soldadura TIG y despues de haber conformado las piezas individuales y despues de haber sido precalentadas para los espesores menores a 3 mm.

| TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 |             |                  |                   |                     |                      |                       |
|-----------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| MEDIDA NOMINAL                    | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
| Medio                             | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

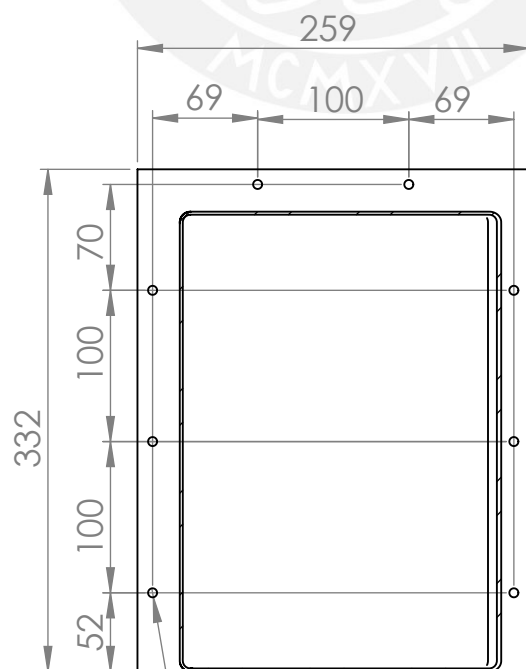
|                                                                                                               |  |                                          |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>ACABADO SUPERFICIAL</b><br>N12                                                                             |  | <b>TOLERANCIA GENERAL</b><br>DIN 7168    | <b>MATERIAL</b><br>AISI 304   |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA               |  |                                          |                               |
| METODO DE PROYECCION<br> |  | Tapa protectora                          | ESCALA GENERAL:<br><b>1:3</b> |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                                    |  | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>25/08/2019          |
| NOTA:                                                                                                         |  |                                          | LAMINA:<br>MCR-PD-18          |



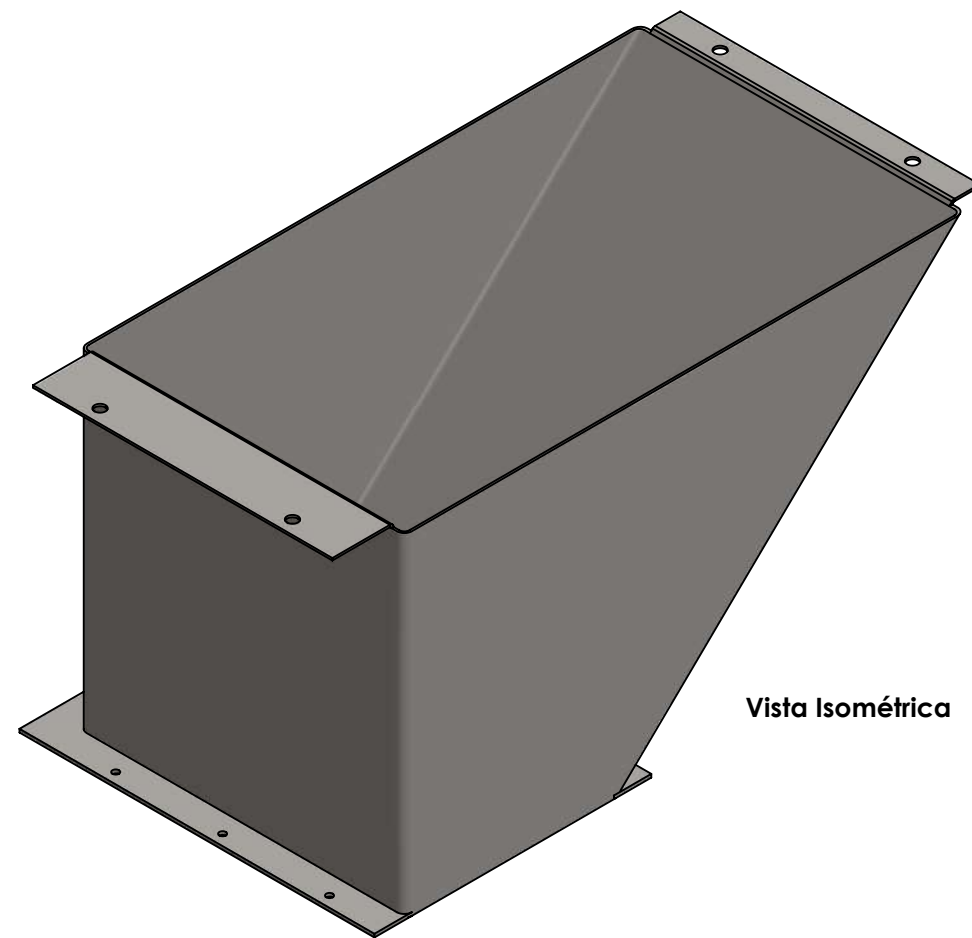
DETALLE C  
ESCALA 1 : 1



DETALLE B  
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5



Vista Isométrica

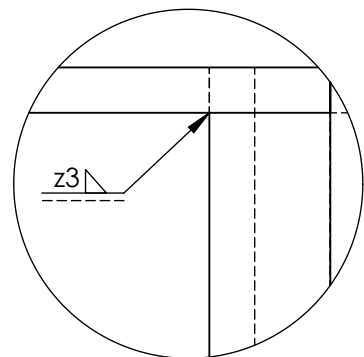
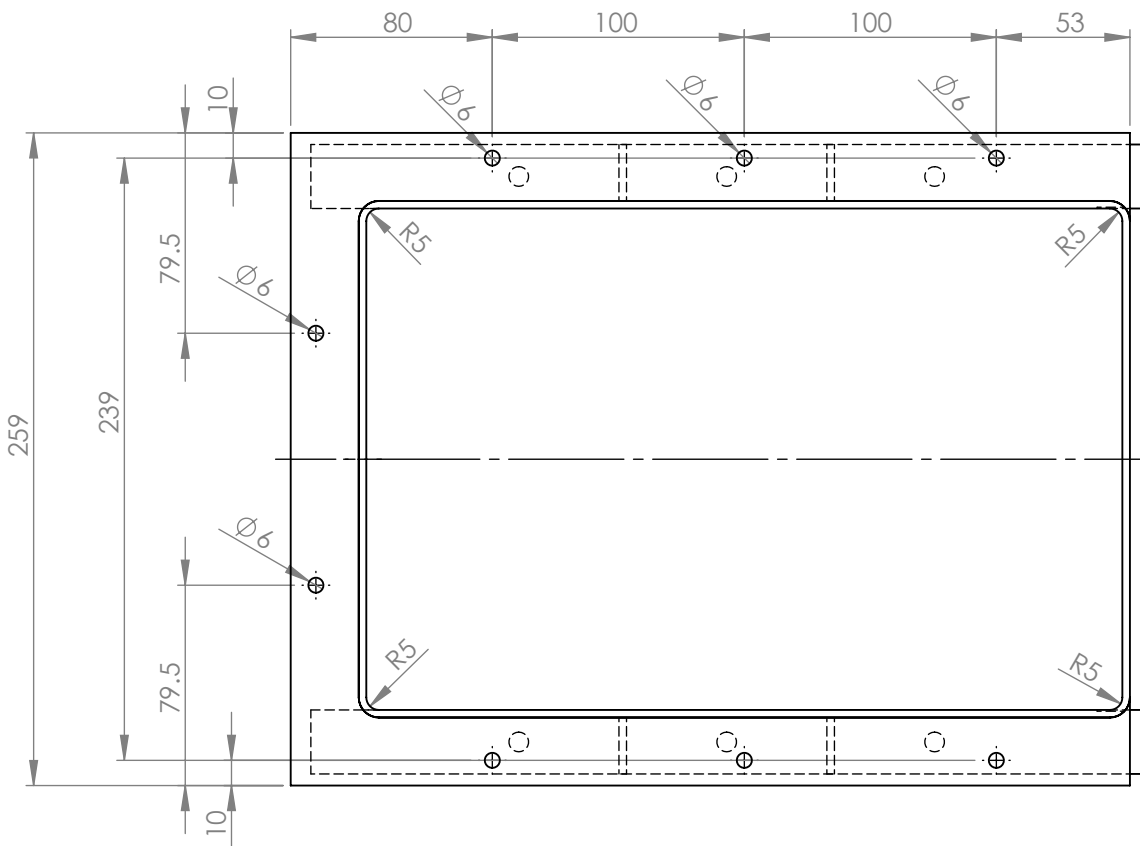
#### NOTAS:

- Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.
- El material es planchas AISI 304, mediante proceso de corte y doblades.
- La estructura sirve como ducto de ingreso de Racachas a la máquina.
- Solo la placa inferior es conformada a partir de corte para luego ser unida mediante proceso de soldadura de filetes pequeños.
- La tolva sera conformada mediante dobles y se respetaran los radios de dobléz de 5mm y 2mm en la parte superior en sus respectivas orejas.

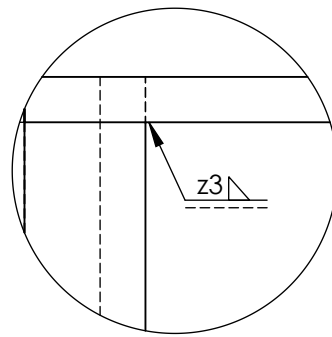
| ACABADO SUPERFICIAL                                                                             | TOLERANCIA GENERAL                       | MATERIAL             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| N12 (N7)                                                                                        | DIN 7168                                 | AISI 304             |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                          |                      |
| METODO DE PROYECCION                                                                            | Tolva de recepción<br>ESCALA: 1:5        |                      |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | FECHA:<br>25/02/2018 |
| NOTA:                                                                                           | LAMINA:<br>MCR-PD-24                     |                      |

#### TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168

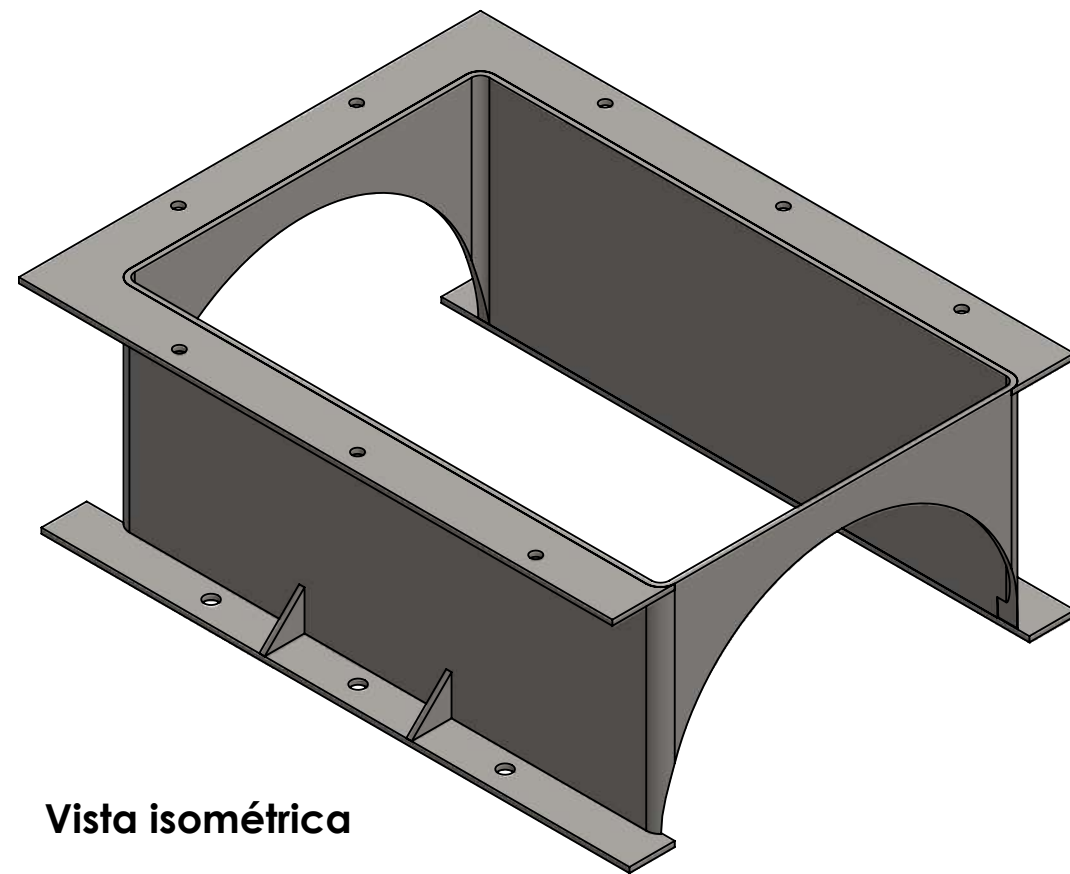
| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | + - 0.1     | + - 0.1          | + - 0.2           | + - 0.3             | + - 0.5              | + - 0.8               |



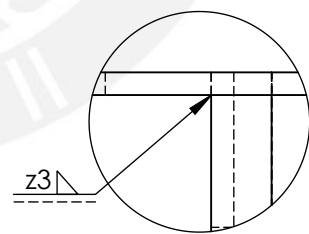
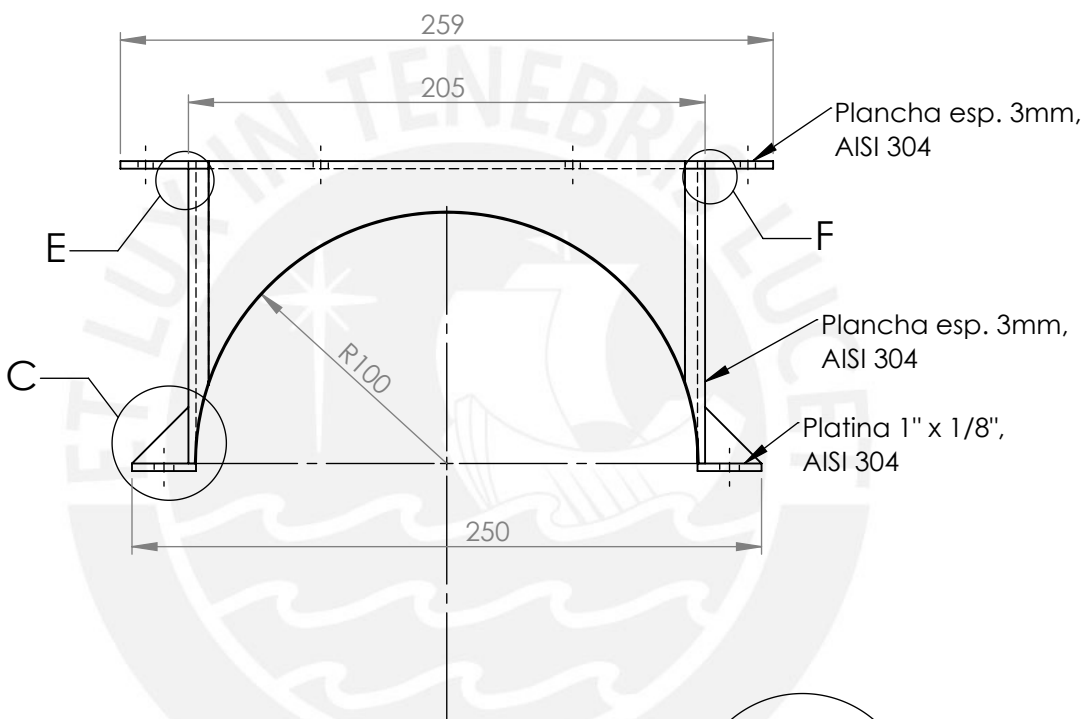
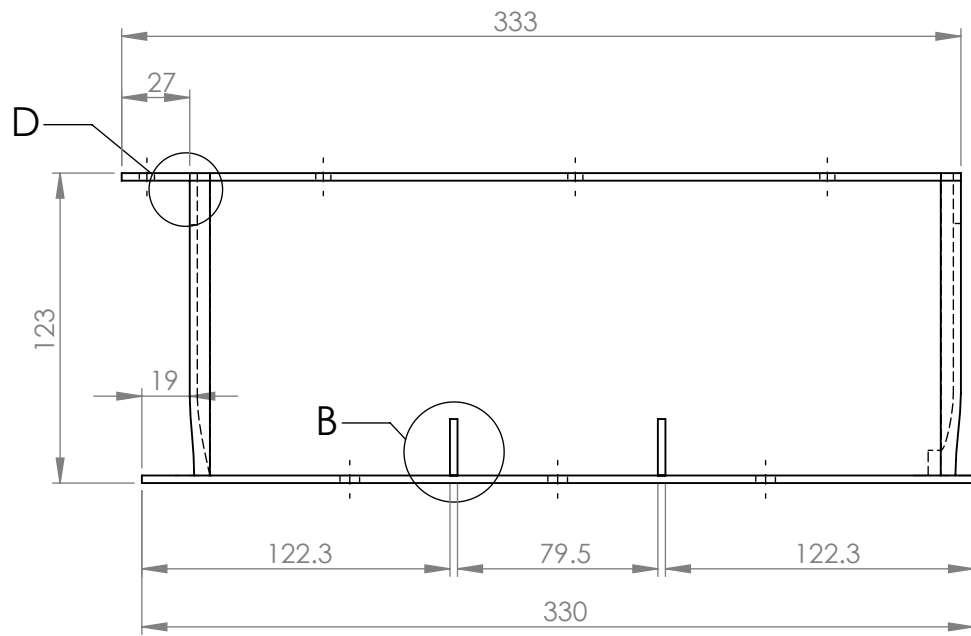
DETALLE E  
ESCALA 2 : 1



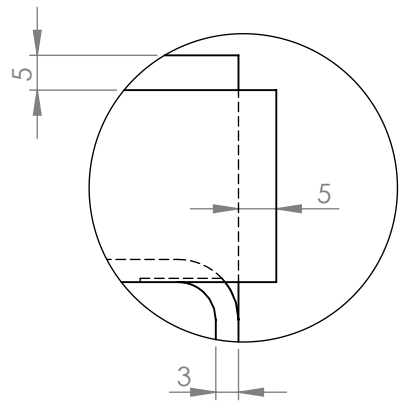
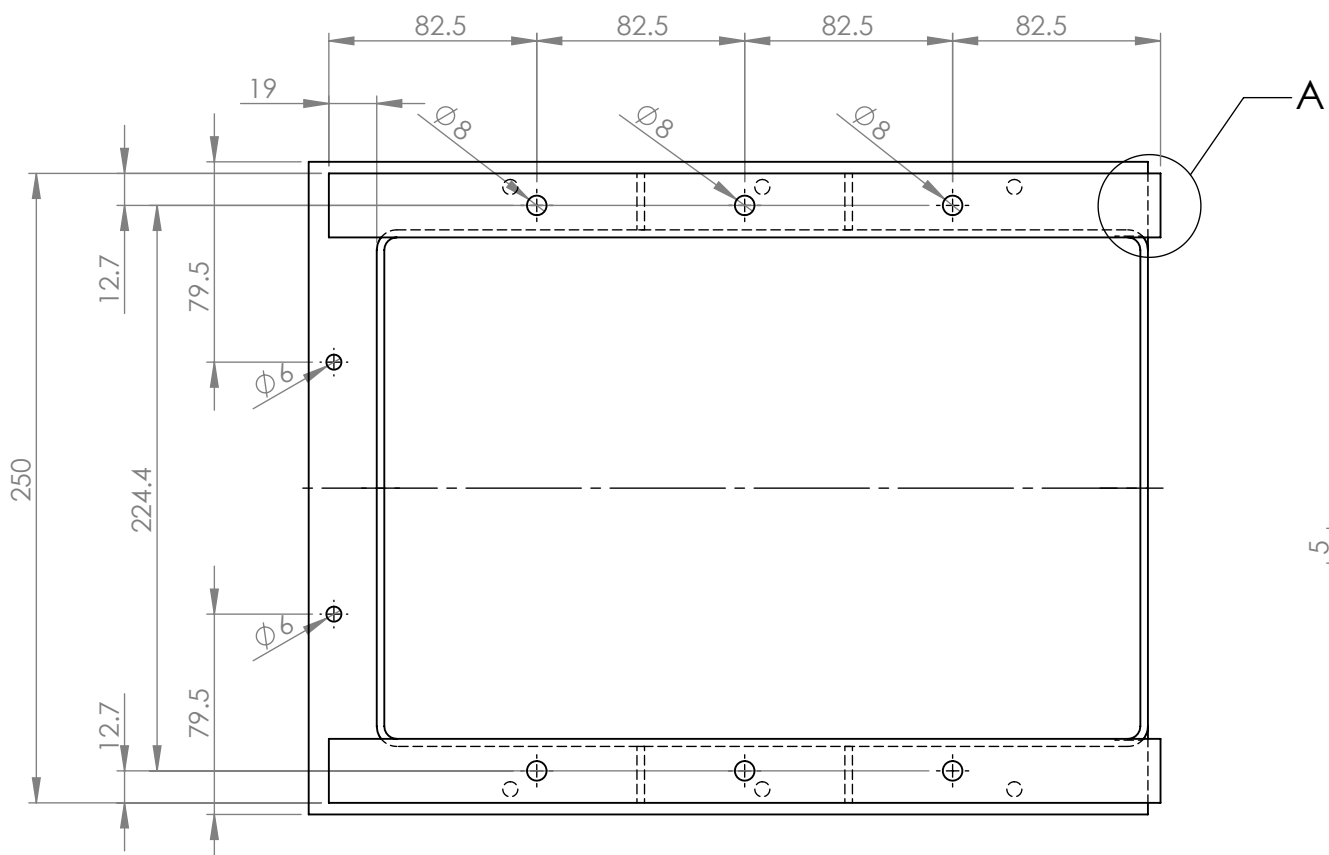
DETALLE F  
ESCALA 2 : 1



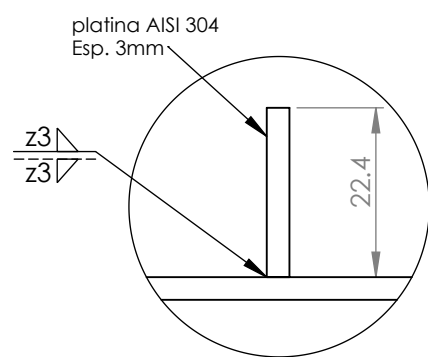
Vista isométrica



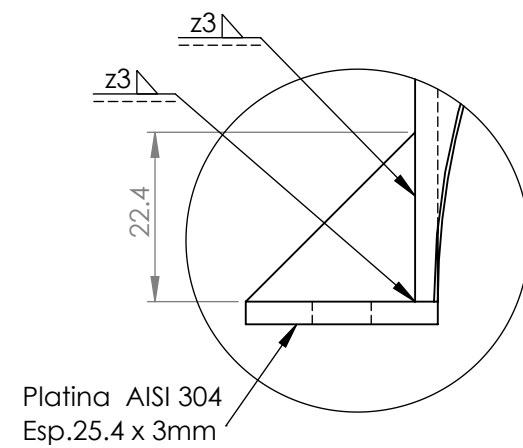
DETALLE D  
ESCALA 1 : 1



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



DETALLE B  
ESCALA 1 : 1



DETALLE C  
ESCALA 1 : 1

**NOTAS:**

-Todas las cotas estan en "mm", a no ser que se indique lo contrario.

-La estructura esta conformada por los siguientes items:

\*Platina 1" x 1/8", AISI 304

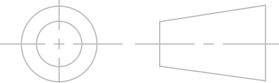
\*Plancha de espesor de 3mm, AISI 304

-La camara de camara de corte consta de una estructura soldada de una plancha plegada en forma de bastidor, con una plancha en forma de collarin, platinas y cartelas como refuerzo en la parte lateral; todo en material AISI 304.

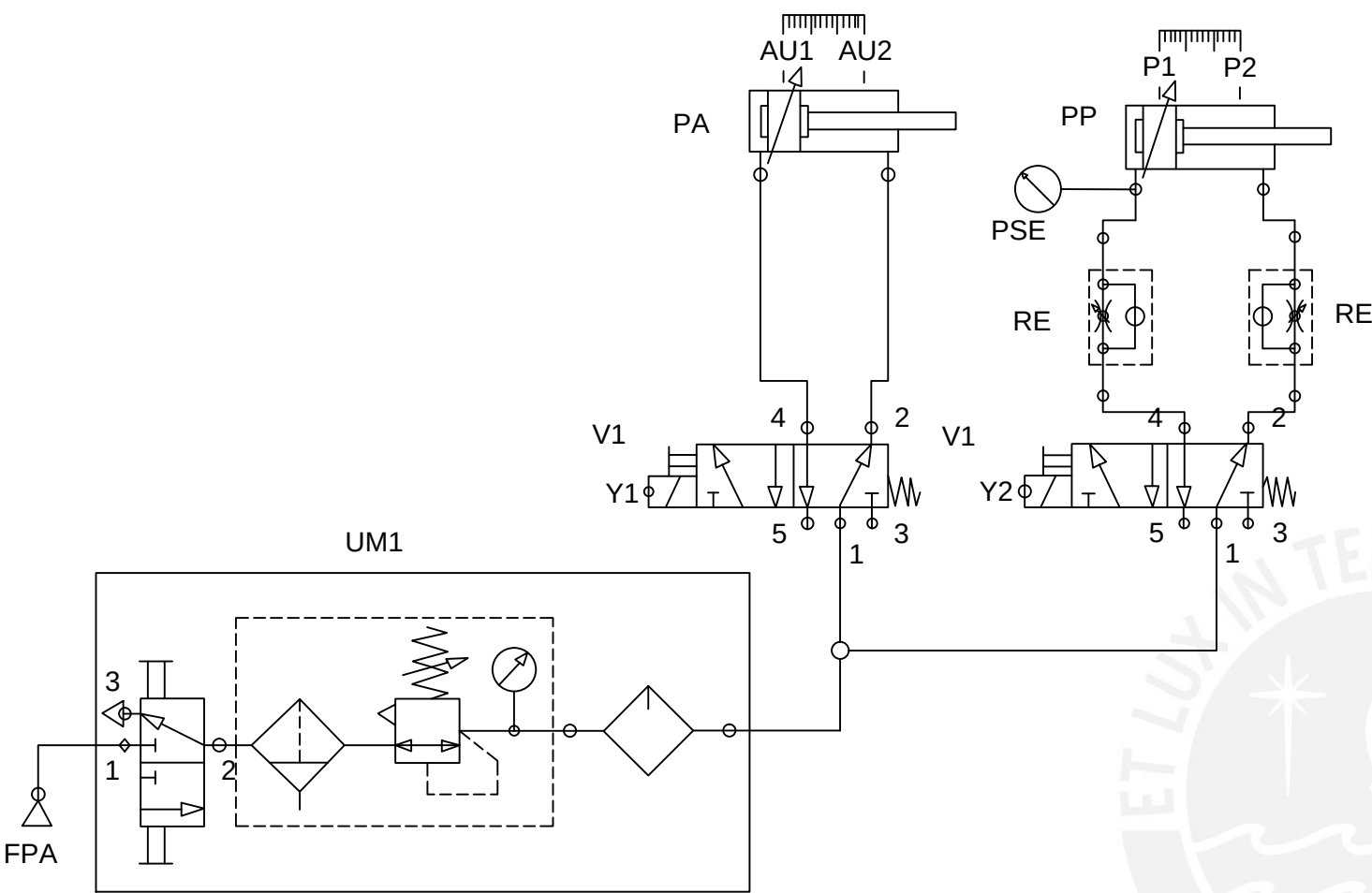
-Las uniones soldadas deben ser realizadas con proceso de soldadura TIG y despues de haber conformado las piezas individuales y despues de haber sido precalentadas para los espesores menores a 3 mm.

**TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168**

| MEDIDA NOMINAL | 0.5 hasta 3 | mas de 3 hasta 6 | mas de 6 hasta 30 | mas de 30 hasta 120 | mas de 120 hasta 400 | mas de 400 hasta 1000 |
|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Medio          | +/- 0.1     | +/- 0.1          | +/- 0.2           | +/- 0.3             | +/- 0.5              | +/- 0.8               |

|                                                                                       |  |                                          |  |                      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|----------------------|--|
| ACABADO SUPERFICIAL                                                                   |  | TOLERANCIA GENERAL                       |  | MATERIAL             |  |
| N12                                                                                   |  | DIN 7168                                 |  | AISI 304             |  |
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ                                              |  |                                          |  |                      |  |
| ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA                                   |  |                                          |  |                      |  |
| METODO DE PROYECCION                                                                  |  | Toma a camara de corte                   |  | ESCALA GENERAL:      |  |
|  |  |                                          |  | 1:3                  |  |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                            |  | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas |  | FECHA:<br>18/05/2019 |  |
| NOTA:                                                                                 |  |                                          |  | LAMINA:<br>MCR-PD-19 |  |

CIRCUITO NEUMÁTICO

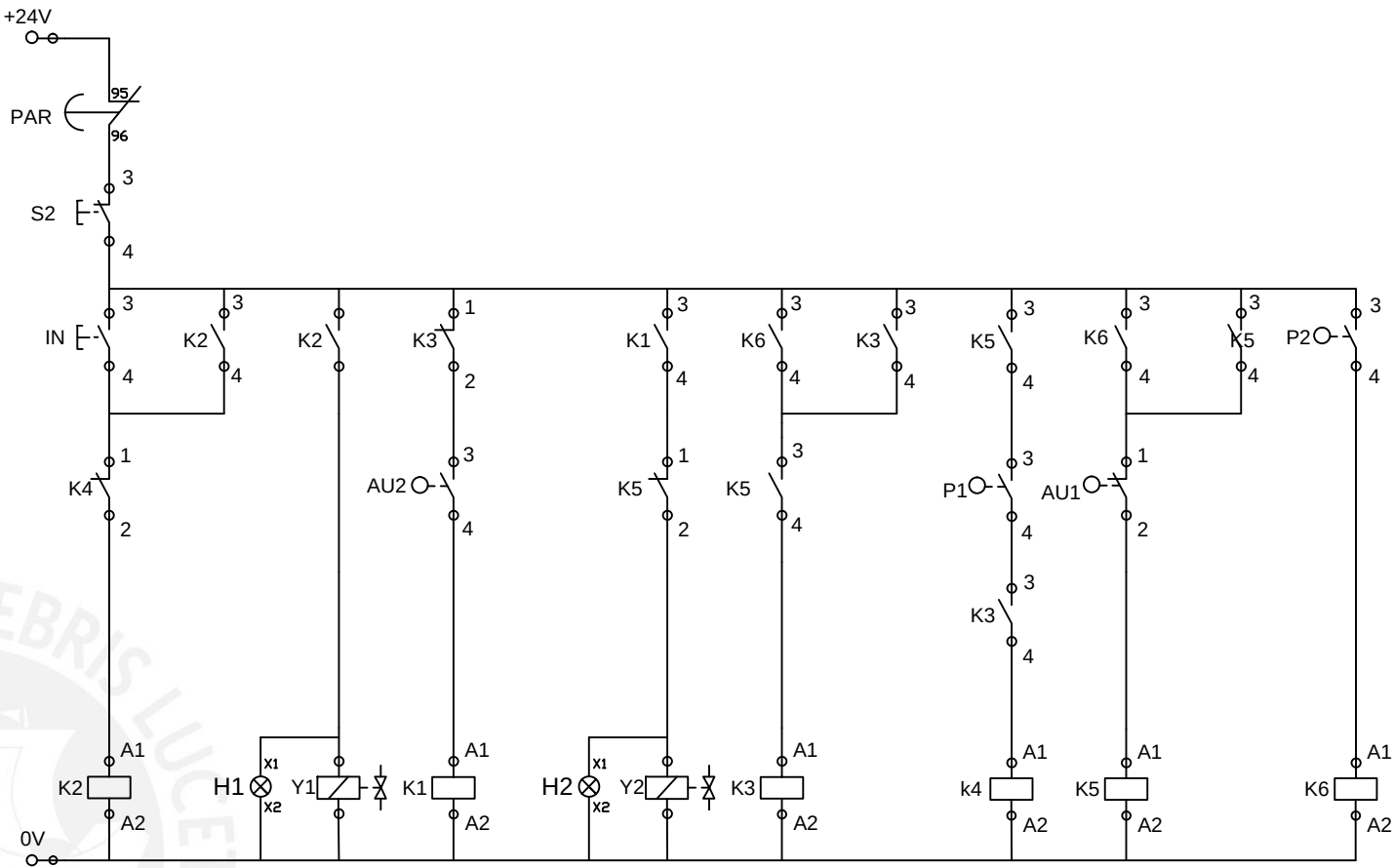


COMPONENTES:

\*El diagrama de control consta de los siguientes componentes:

| Item | Cantidad | Nombre   | Descripcion                                         |
|------|----------|----------|-----------------------------------------------------|
| 1    | 1        | FPA      | Alimentación de aire a presión de 7 bares absolutos |
| 2    | 1        | UM1      | Unidad de mantenimiento (f+r+l+v)                   |
| 3    | 2        | V1       | Electro válvula 5/2, con retorno de resorte         |
| 4    | 1        | PA       | Cilindro neumático auxiliar de doble efecto         |
| 5    | 1        | PP       | Cilindro neumático principal de doble efecto        |
| 6    | 2        | RE       | Válvula reguladoras de flujo                        |
| 7    | 1        | Y1       | Solenoide de electroválvula de control auxiliar     |
| 8    | 1        | Y2       | Solenoide de electroválvula de control principal    |
| 9    | 1        | PAR      | Paro de emergencia (NC)                             |
| 10   | 1        | IN       | Pulsador de arranque inicial (NO)                   |
| 11   | 5        | K(1-4;6) | Contactador (02 NO + 02 NC)                         |
| 12   | 1        | K5       | Contactador (03 NO + 01 NC)                         |
| 13   | 1        | P1       | Sensor de posicionamiento de pistón (01 NO)         |
| 14   | 1        | P2       | Sensor de posicionamiento de pistón (01 NO)         |
| 15   | 1        | AU1      | Sensor de posicionamiento de pistón (01 NC)         |
| 16   | 1        | AU2      | Sensor de posicionamiento de pistón (01 NO)         |
| 17   | 2        | H1, h2   | Piloto de encendido                                 |
| 18   | 1        | S2       | Interruptor de paro (01 NC)                         |
| 19   | 1        | PSE      | Sensor de presion por trampamiento                  |

DIAGRAMA DE CONTROL



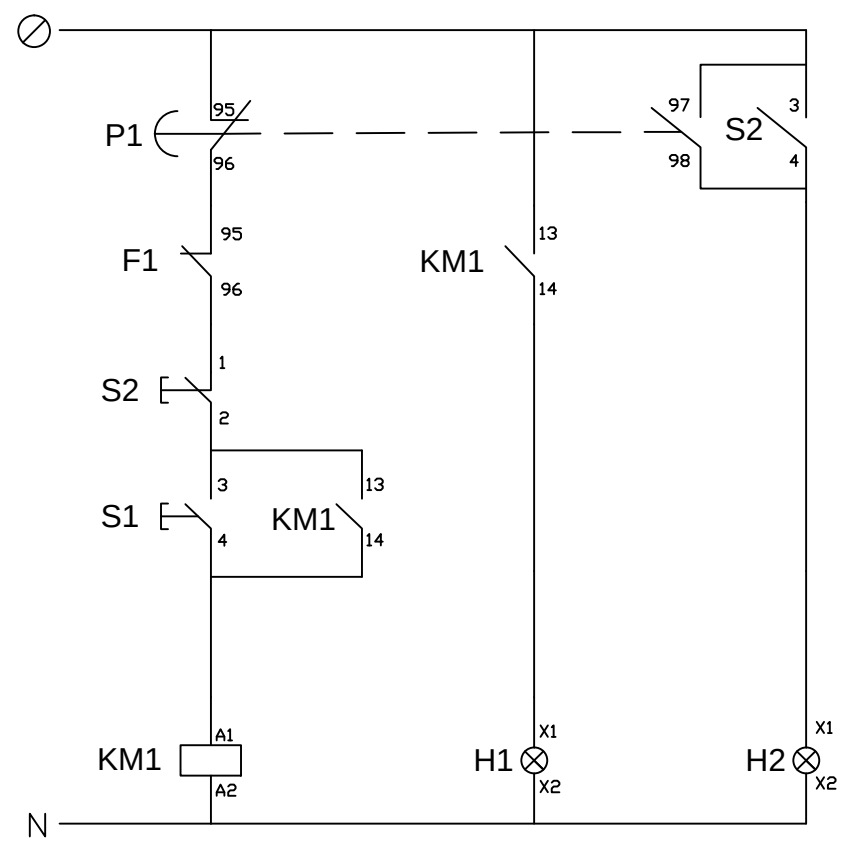
FUNCIONAMIENTO:

-El arranque del sistema consta en pulsar un botón de marcha, activando los selenoides de la electroválvula del pistón auxiliar, de esta manera se cierra la cámara de corte, luego el sistema inicia el arranque del cilindro principal, cuando este llega al final de su carrera, es regresado a su posición original, cuando este llega al inicio de su carrera, el pistón auxiliar vuelve a su posición inicial y el sistema de control es reiniciado a punto inicial.

| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                            |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        | Diagrama del circuito de control neumático | ESCALA:<br>--        |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      |                                            | FECHA:<br>11/07/2019 |
| NOTA:                                                                                           | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas   | LAMINA:<br>MCR-DG-02 |



DIAGRAMA DE CONTROL



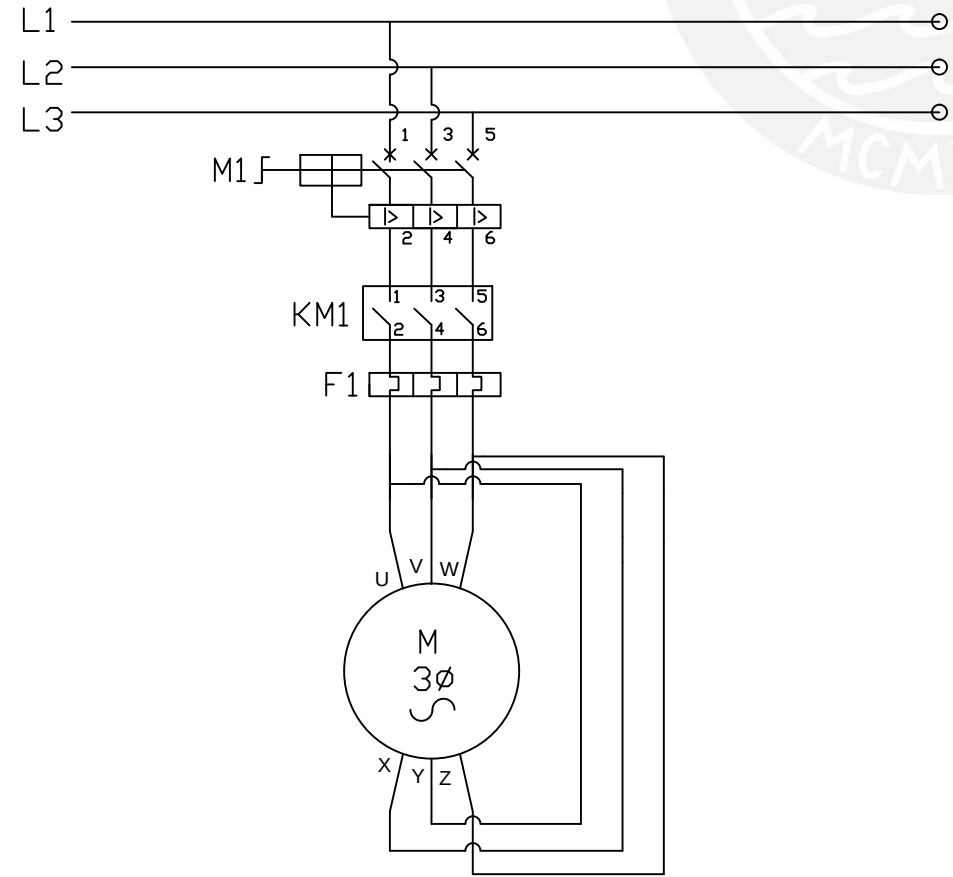
COMPONENTES:

| Item | Cantidad | Nombre   | Descripcion                                |
|------|----------|----------|--------------------------------------------|
| 1    | 1        | P1       | Paro de emergencia (01 NC + 01 NO)         |
| 2    | 1        | F1       | Relé térmico trifásico (01 NC)             |
| 3    | 1        | S2       | Interruptor de paro (01 NC + 01 NO)        |
| 4    | 1        | S1       | Interruptor de arranque (01 NO)            |
| 5    | 1        | KM1      | Contactador (03 NO + 02 NO aux)            |
| 6    | 1        | M1       | Guarda motor de potencia trifásico         |
| 7    | 1        | H1       | Piloto de encendido                        |
| 8    | 1        | H2       | Piloto de paro                             |
| 9    | 1        | L1-L2-L3 | Línea electrica trifásica RST 380 Voltios  |
| 10   | 1        | M 3Ø     | Motor trifasico 380 Voltios 7.5 hp 900 rpm |

FUNCIONAMIENTO:

- El arranque del sistema consta en pulsar un botón de marcha, los respectivos pilotos se encienden indicando el estado del sistema, cuando se activa el contactor KM1, se activa la configuración delta y el motor eléctrico comienza a funcionar; para apagar el sistema se puede pulsar el botón de paro S2 el cual corta el flujo de corriente y el piloto de paro se encenderá, tambien es posible apagar todo el sistema presionando el paro de emergencia P1.
- El paro de emergencia desactiva todos los sistemas, a excepción del piloto de paro que estará encendido.
- La conexión arranca y hace funcionar el motor en delta.
- Las líneas L1, L2 y L3, son un sistema trifásico a 380 voltios y 60 hz.
- El circuito de control, trabaja entre linea viva L1/L2/L3 y neutro, es decir 220 voltios a 60 hz.

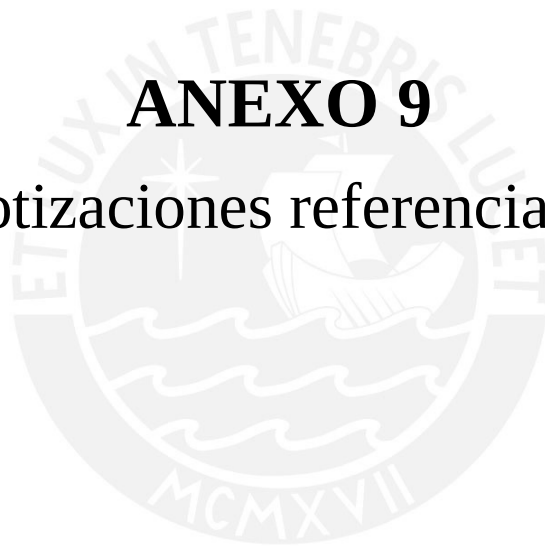
DIAGRAMA DE POTENCIA



|                                                                                                 |                                          |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>ESCUELA DE POSGRADO-MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA |                                          |                      |
| METODO DE PROYECCION<br>                                                                        | Diagrama Eléctrico de control y potencia | ESCALA:<br>--        |
| CODIGO ALUMNO:<br>20174063                                                                      |                                          | FECHA:<br>01/05/2019 |
| NOTA:                                                                                           | ALUMNO:<br>Oscar Esnaider Olivari Vargas | LAMINA:<br>MCR-DG-01 |

# **ANEXO 9**

## Cotizaciones referenciales





De: Soledad Tapia Castro

IMPORTACIONES Y VENTA  
DE SOPORTES ELÉCTRICOS  
INDUSTRIALES Y MANDOS  
AUTOSOPORTADOS EN GENERAL

R.U.C. 10735111332

PROFORMA

Nº 000431

Av. Argentina N° 215 - Pje. 3 - Int. X7 Cercado de Lima - Lima - Lima  
E) 992317357 M) 971240108 jarimser@gmail.com

| DIA | MES | AÑO |
|-----|-----|-----|
| 19  | 08  | 19  |

Sres. (a): Oscar Olivari Vargas

Dirección:

LEVITON Schneider Electric INDECO LS ABB  
bticino MENNEKES legrand SIEMENS

| CANT. | DESCRIPCIÓN                        | P. UNIT. | IMPORTE |
|-------|------------------------------------|----------|---------|
| 01    | Tablero de control eléctrico 60x50 |          | 250.00  |
| 01    | Paro de Emergencia 3SB3203-1CA21   |          | 75.00   |
| 01    | Rele Termico 3RU2116-1KC0          |          | 55.00   |
| 01    | Int. de Paro 3SB3203-0AA21         |          | 35.00   |
| 01    | Int. de arranque 3SB3202-0AA41     |          | 10.00   |
| 01    | Contactor 3RT1054-1AP36            |          | 65.00   |
| 01    | Guardamotor 3RV2011-1KA20          |          | 70.00   |
| 01    | Piloto 3SB3252-6AA40               |          | 10.00   |
| 01    | Piloto 3SB3252-6AA20               |          | 15.00   |
| 01    | Int. de Paro 3SB3203-1CA21         |          | 35.00   |
| 01    | Pulsador 3SB3202-0AA41             |          | 10.00   |
| 05    | Contactor (2NO+2NC) 3RT1015-1BB41  | 45.00    | 225.00  |
| 01    | Contactor (3NO+1NC) 3RT1015-1BB41  | 30.00    | 30.00   |
| 01    | Piloto 3SB3244-6AA40               |          | 10.00   |
| 01    | Int. de Paro 3SB3203-0AA21         |          | 35.00   |
| 01    | Servicio de Conexión (cableado)    |          | 100.00  |
|       |                                    |          |         |
|       |                                    |          |         |
|       |                                    |          |         |
|       |                                    |          |         |

NOTA: No es comprobante de Venta  
canjear por Boleta o Factura

Gracias por su preferencia!

TOTAL 1,030.00



LÍDER EN ELEMENTOS DE AJUSTE Y SUJECION

## AJUSTE PERFECTO S.A.C

Sres. ELECTROCOM INGENIEROS S.A.C.

Presente. -

De mi mayor consideración: Por intermedio del presente le hago llegar mi cotización.

| DESCRIPCIÓN |                                    |      |      |           |            |
|-------------|------------------------------------|------|------|-----------|------------|
| IT          | ARTICULO                           | UNID | CANT | P. UNIT   | TOTAL (\$) |
| 01          | PERNO HEX INOX 316 M-10 X 45       | Pza. | 6    | \$ 0.2750 | \$ 1.65    |
| 02          | PERNO HEX INOX 316 M-10 X 60       | Pza. | 2    | \$ 0.3239 | \$ 0.65    |
| 03          | PRISIONERO ALLEN INOX 304 M-5 X 20 | Pza. | 2    | \$ 0.0942 | \$ 0.19    |
| 04          | PRISIONERO ALLEN INOX 304 M-5 X 12 | Pza. | 3    | \$ 0.0595 | \$ 0.18    |
| 05          | TUERCA HEXAGONAL UNC INOX 316 M-10 | Pza. | 12   | \$ 0.1045 | \$ 1.25    |
| 06          | PERNO HEX INOX 316 M-10 X 40       | Pza. | 4    | \$ 0.2484 | \$ 0.99    |
| 07          | TUERCA HEXAGONAL UNC INOX 316 M-12 | Pza. | 13   | \$ 0.1328 | \$ 1.73    |
| 08          | PERNO HEX INOX 316 M-12 X 50       | Pza. | 12   | \$ 0.4801 | \$ 5.76    |
| 09          | PERNO HEX INOX 316 M-6 X 35        | Pza. | 4    | \$ 0.0753 | \$ 0.30    |
| 10          | TUERCA HEXAGONAL UNC INOX 316 M-6  | Pza. | 16   | \$ 0.0271 | \$ 0.43    |
| 11          | PERNO HEX INOX 316 M-6 X 12        | Pza. | 12   | \$ 0.0419 | \$ 0.50    |
| SUB-TOTAL   |                                    |      |      |           | \$ 13.64   |
| IGV (18%)   |                                    |      |      |           | \$ 2.46    |
| TOTAL       |                                    |      |      |           | \$ 16.09   |

### CONDICIONES GENERALES:

- 1- FORMA DE PAGO : Letra 30 días  
2- PLAZO ENTREGA : 6 días útiles  
3- VALIDES DE LA COTIZACIÓN : 5 días útiles.

Esperando ser favorecido con su orden de trabajo me despido de usted.

Atentamente

Carmen Quiñones Seguil

Calle Omicrón 340 - 348 Parque de la Industria y Comercio - Callao  
Central telefónica: 452 0355 [www.ajusteperfecto.com](http://www.ajusteperfecto.com)  
[www.industriasmendozaperu.com](http://www.industriasmendozaperu.com)

Av. Central Mza. 42 Lote. C Urbanización: Parque Industrial de Porcinos  
Ventanilla - Callao Teléfono: 960 583 079 [www.zincpowerperu.com](http://www.zincpowerperu.com)





Radwell.com/Buy/NORGREN/NORGREN/C72H-2AK-AE3-RMG-QEB

Palabra clave / Número de pieza

Búsqueda avanzada

Radwell está certificado ISO 9001:2008

Inicio > NORGREN > C72H-2AK-AE3-RMG-QEB

**C72H-2AK-AE3-RMG-QEB**

Fabricado por **NORGREN**

- NORGREN
- C72H-2AK-AE3-RMG-QEB
- C72H2AKAE3RMGQEB
- C7X FILTER/REGULATOR/LUBRICATO
- COMBO UNIT
- AVAILABLE
- REBUILT SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- REPAIR YOURS
- 24-48 HOUR RUSH REPAIR
- 2 - 15 DAY REPAIR
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY

Peso: 0.00 lbs

**Precio de lista: \$250,42**

Ahorre hasta 53 %

Última actualización de precio: 14/02/2019

Ha visto esto por menos?

Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con C72H-2AK-AE3-RMG-QEB, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Ordene llamando gratis: 800.884.5500  
Ordene internacional: +1.609.288.9393  
Está en Europa? +34 91 114 74 23

Radwell no es un distribuidor autorizado, revendedor o representante de los productos que aparecen en este sitio web. Todos los nombres de productos, marcas registradas, marcas y logotipos usados en este sitio son propiedad de sus respectivos propietarios. La representación, descripción o venta de productos con estos nombres, marcas registradas, marcas y logotipos tiene únicamente fines identificativos y no pretende indicar afiliación o autorización alguna por parte de ninguno de los poseedores de los derechos.

**OPCIONES DE COMPRA**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$250,42**

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano en el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS1)

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$175,29**

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano sin el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS2)

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$137,73**

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

<https://www.radwell.com/Buy/NORGREN/NORGREN/C72H-2AK-AE3-RMG-QEB>

Unidad de mantenimiento neumático C72H-2AK AE3 RMG QEB

Fecha de consulta: 28/08/2019

Radwell.com/Buy/NORGREN/V415527D-C313A

Palabra clave / Número de pieza

Búsqueda avanzada

Radwell está certificado ISO 9001:2008

Inicio > NORGREN > V415527D-C313A

**V415527D-C313A**

Fabricado por **NORGREN**

- NORGREN
- V415527D-C313A
- V415527DC313A
- MINI ISO VALVES
- 5/2 SOL/SPRING VALVE
- AVAILABLE
- SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY

Peso: 3.00 lbs

**Precio de lista: \$89,10**

Ahorre hasta 50 %

Última actualización de precio: 14/02/2019

Ha visto esto por menos?

Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con V415527D-C313A, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Ordene llamando gratis: 800.884.5500  
Ordene internacional: +1.609.288.9393  
Está en Europa? +34 91 114 74 23

Radwell no es un distribuidor autorizado, revendedor o representante de los productos que aparecen en este sitio web. Todos los nombres de productos, marcas registradas, marcas y logotipos usados en este sitio son propiedad de sus respectivos propietarios. La representación, descripción o venta de productos con estos nombres, marcas registradas, marcas y logotipos tiene únicamente fines identificativos y no pretende indicar afiliación o autorización alguna por parte de ninguno de los poseedores de los derechos.

**OPCIONES DE COMPRA**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$89,10**

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano en el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS1)

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$62,37**

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano sin el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS2)

✓ Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**\$49,01**

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

<https://www.radwell.com/Buy/NORGREN/V415527DC313A>

Valvula mini ISOSTAR V415527D-C313A

Fecha de consulta: 28/08/2019

Radwell.com - Buy/NORGREN/M50EAP10V?redirect=true

Palabra clave / Número de pieza

Búsqueda avanzada

Radwell está certificado ISO 9001:2008

Inicio > NORGREN > M/50/EAP/10V

**M/50/EAP/10V**  
Fabricado por NORGREN

- NORGREN
- M/50/EAP/10V
- M50EAP10V
- PARTS
- SOLID STATE SWITCH PNP OUTPUT
- AVAILABLE
- SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY
- BEST OPTION RADWELL VERIFIED SUB M50EAP10VSLUB

Alternat Part Number:

- MOSIER NORGREN M/50/EAP/10V
- SHOKU HERION M/50/EAP/10V

Peso: 0.50 lbs

Precio de lista: **\$104.13**

Ahorre hasta 50 %

Última actualización de precio: 14/02/2019

Ha visto esto por menos?

foto representativa  
haga clic para ampliar

Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con M/50/EAP/10V, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Ordene llamando gratis: 800.884.5500  
Ordene internacional: +1 609.288.9393  
Está en Europa? +34 91 114 74 23

Radwell no es un distribuidor autorizado, reventa o representante de los productos que aparecen en este sitio web. Todos los nombres de productos, marcas registradas, marcas y logotipos usados en este sitio son propiedad de sus respectivos propietarios. La representación, descripción o venta de productos con estos nombres, marcas registradas, marcas y logotipos, tiene únicamente fines identificativos y no pretende indicar afiliación o autorización alguna por parte de ninguno de los poseedores de los derechos.

**OPCIONES DE COMPRA**

¿Qué es un sub verificado?

**RADWELL Verified Subs**

Ahorre Utilizando Nuevas Marcas Sustitutas

RADWELL VERIFIED SUBSTITUTE  
M50EAP10VSLUB  
Solo **\$98.10**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída Independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas

¡Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de **\$72.89**

<https://www.radwell.com/Buy/NORGREN/M50EAP10V?redirect=true>

Sensor de posicionamiento de pistón M/50/EAP/1V

Fecha de consulta: 28/08/2019

Radwell.com - es-ES/Buy/NORGREN/NORGREN/T15Y0006

t15y0006

Búsqueda avanzada

Radwell está certificado ISO 9001:2008

Inicio > NORGREN > T15Y0006

**T15Y0006**  
Fabricado por NORGREN

- NORGREN
- T15Y0006
- FLOW REGULATOR
- 3/8IN
- M20X1.5
- AVAILABLE
- SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY

Peso: 1.00 lbs

Precio de lista: **\$81.65**

Ahorre hasta 25 %

Última actualización de precio: 02/01/2018

Ha visto esto por menos?

foto representativa  
haga clic para ampliar

Si usted necesita un firmware específico o una serie en relación con T15Y0006, es probable que lo tengamos. Por favor llame o escribanos a la cuenta de correo con su solicitud.

Ordene llamando gratis: 800.884.5500  
Ordene internacional: +1 609.288.9393  
Está en Europa? +34 91 114 74 23

Radwell no es un distribuidor autorizado, reventa o representante de los productos que aparecen en este sitio web. Todos los nombres de productos, marcas registradas, marcas y logotipos usados en este sitio son propiedad de sus respectivos propietarios. La representación, descripción o venta de productos con estos nombres, marcas registradas, marcas y logotipos, tiene únicamente fines identificativos y no pretende indicar afiliación o autorización alguna por parte de ninguno de los poseedores de los derechos.

**OPCIONES DE COMPRA**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída Independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas

¡Pida ahora! 1

AGREGAR AL CARRITO

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano en el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS1) dentro de 24-48 horas ¡Ahorre hasta \$4.08!

Entrega inmediata Disponible

4 en EE.UU. 1

AGREGAR AL CARRITO

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano sin el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS2)

**\$44.91**

Llame al +1 609.288.9393 para

<https://www.radwell.com/es-ES/Buy/NORGREN/NORGREN/T15Y0006>

Válvula reguladora de flujo T15Y0006

Fecha de consulta: 28/08/2019



radwell.com/Buy/NORGREN/PRA182125400

**PRA/182125/400**

Fabricado por **NORGREN**

- NORGREN
- PRA/182125/400
- PRA182125400
- ISO/VDMA PROFILE CYLINDER
- AVAILABLE
- REBUILT SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- REPAIR YOURS
- 24-48 HOUR RUSH REPAIR
- 2 - 15 DAY REPAIR
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY

Peso: 3.00 lbs

**Precio de lista: \$709,34**  
Ahorre hasta 58 %  
Última actualización de precio: 18/02/2015  
Ha visto esto por menos?

**OPCIONES DE COMPRA**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas ¡Ahorre hasta \$283,34!

✓ ¡Pida ahora! 1 AGREGAR AL CARRITO

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano en el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS1)

¡Ahorre hasta \$283,34!

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano sin el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS2)

Call For Pricing

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

<https://www.radwell.com/Buy/NORGREN/PRA182125400>

Parte de Cilindro neumático principal-125x300 PRA/182125/340

Fecha de consulta: 28/08/2019

radwell.com/Buy/NORGREN/PRA182040300

**PRA/182040/300**

Fabricado por **NORGREN**

- NORGREN
- PRA/182040/300
- PRA182040300
- ISO/VDMA PROFILE CYLINDER
- AVAILABLE
- REBUILT SURPLUS
- NEVER USED SURPLUS
- REPAIR YOURS
- 24-48 HOUR RUSH REPAIR
- 2 - 15 DAY REPAIR
- 2 YEAR RADWELL WARRANTY

Peso: 3.00 lbs

**Precio de lista: \$202,18**  
Ahorre hasta 58 %  
Última actualización de precio: 18/02/2015  
Ha visto esto por menos?

**OPCIONES DE COMPRA**

**NUEVO**

Mercancía nueva proveída independientemente por Radwell (RISCN1)

Entrega 1-4 Semanas ¡Ahorre hasta \$80,68!

✓ ¡Pida ahora! 1 AGREGAR AL CARRITO

**VERIFICADO DE SEGUNDA MANO**

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano en el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS1)

¡Ahorre hasta \$80,68!

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

Mercancía NUNCA UTILIZADA de segunda mano sin el paquete original, y garantizada por Radwell (RQANS2)

Call For Pricing

Llame al +1 609.288.9393 para disponibilidad

Esperando a form.hubspot.com...

<https://www.radwell.com/Buy/NORGREN/PRA182040300>

Parte de Cilindro neumático auxiliar-40x300 PRA/182040/300

Fecha de consulta: 28/08/2019

## PROFORMA N° 00061826-02

Lima, Jueves 15 de Agosto del 2019

Señores :

**OSCAR ESNAIDER OLIVARI VARGAS (1) - RUC. : 10564978**

**LOS TUCANES 178 SJL - SAN JUAN DE LURIGANC**

**Teléfono : 3265845 Fax : 987654321**

**Atención : OSCAR OLIVARI**

**N° de Referencia : EMAIL**

Estimado cliente,

En respuesta a su solicitud de cotización, nos es grato presentarle nuestra mejor oferta.

| ITM                | DESCRIPCIÓN                                          | MCA. | U.M. | Cantidad Solicitada | Cantidad Proformada | Tiempo de Entrega | Precio Unit. US\$ | Valor Venta US\$ |
|--------------------|------------------------------------------------------|------|------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1                  | FAJA EN V SECCION SPB - 1,4M                         | FEN  | MTS  | 1.40                | 1.40                | INMEDIATA         | 57.15             | 80.01            |
| 2                  | MOTOR ELECTRICO 160M (380V TRIFASICO, 900RPM)        | WEG  | PZA  | 1.00                | 1.00                | INMEDIATA         | 1250.00           | 1250.00          |
| 3                  | ACOPLAMIENTO FLEXIBLE L110 CON ELASTOMERO DE URETANO | LOV  | PZA  | 1.00                | 1.00                | INMEDIATA         | 38.00             | 38.00            |
| 4                  | CHUMACERA INOXIDABLE B UCP205                        | NTN  | PZA  | 4.00                | 4.00                | INMEDIATA         | 58.00             | 232.00           |
| 5                  | POLEA MOTRIZ SEGUN PLANO MCR -PD-13                  | NAK  | PZA  | 1.00                | 1.00                | 4 DIAS            | 225.00            | 225.00           |
| 6                  | POLEA CONDUCTIDA SEGUN PLANO MCR -PD-12              | NAK  | PZA  | 1.00                | 1.00                | 4 DIAS            | 185.00            | 185.00           |
| <b>Sub Total :</b> |                                                      |      |      |                     |                     |                   |                   | <b>2010.01</b>   |
| <b>IGV (18%) :</b> |                                                      |      |      |                     |                     |                   |                   | <b>361.80</b>    |
| <b>TOTAL :</b>     |                                                      |      |      |                     |                     |                   |                   | <b>2371.81</b>   |

Las entregas indicadas en la presente proforma están sujetas a la venta previa

### CONDICIONES COMERCIALES

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Forma de Pago     | Fact. 30 días |
| Validez de Oferta | 10 días       |
| Observaciones     |               |

| BANCO                     | MONEDA  | CUENTA CORRIENTE      | CCI                     |
|---------------------------|---------|-----------------------|-------------------------|
| BANCO DE CREDITO DEL PERU | SOLES   | 191-2496902-0-30      | 002-191-002496902030-54 |
|                           | DÓLARES | 191-2489913-1-44      | 002-191-002489913144-55 |
| BBVA BANCO CONTINENTAL    | SOLES   | 0011-0349-01-00043597 | 0011-0349-0100043597-82 |
|                           | DÓLARES | 0011-0349-01-00043600 | 0011-0349-0100043600-84 |
| SCOTIABANK                | SOLES   | 000-6218830           |                         |
|                           | DÓLARES | 000-4890632           |                         |

**IMPORTANTE : Al aceptar nuestra cotización sirvase indicar el E-MAIL autorizado de su empresa para el envío de nuestra FACTURA ELECTRONICA según disposición de SUNAT**

Av. Brasil 203 » Lima 1, Perú  
Central Telefonica 315-1400  
R.U.C. 20100471290 »  
e-mail: [roeda@roeda.com.pe](mailto:roeda@roeda.com.pe)  
web site: [www.roeda.com.pe](http://www.roeda.com.pe)



Atentamente,

**Ing. Klinton Vargas Amaro**

Asesor Técnico Comercial

Email : [kvargas@roeda.com.pe](mailto:kvargas@roeda.com.pe)

Teléfonos : RPC. 976-361-384



Dirección Fiscal:

MZA. S LOTE. 66 LOS CHANCAS DE ANDAHUAYLAS ETAPA I (CALLE LOS PORTALES 121) LIMA - LIMA - SANTA ANITA

Central Telefonica: 01- 7314082

RUC: 20603758588

email: ventas@ocproma.com



**OC-PROMA**

# PROFORMA N° 180046

Lima, Martes 03 de Setiembre del 2019

Señores:

OSCAR OLIVARI VARGAS

DIRECCION:

TELEFONO:

ATENCION: ING. OSCAR ESNEIDER OLIVARI VARGAS

REFERENCIA: CORREO

Estimado Cliente, mediante la presente, nos es grato presentarle nuestra oferta:

MONEDA: Soles (S/. - PEN)

| ITEM | DESCRIPCION DEL ITEM                                      | MARCA | UND.  | TIPO  | CANTIDAD SOLICI. | CANTIDAD PROFOR. | TIEMPO DE ENTREGA / RESPUESTA | PRECIO UNITARIO | PRECIO  |
|------|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|---------|
| 1.0  | Seguro de porta navajas, acorde a plano MCR-PD-16         |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             | 45 DIAS HABILES               | 95.00           | 95.00   |
| 2.0  | Soporte para cilindro principal, acorde a plano MCR-PD-17 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 260.00          | 260.00  |
| 3.0  | Tolva de recepcion, acorde a plano MCR-PD-23              |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 160.00          | 160.00  |
| 4.0  | Tapa protectora, acorde a plano MCR-PD-18                 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 135.00          | 135.00  |
| 5.0  | Ducto de salida, acorde a plano MCR-PD-06                 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 180.00          | 180.00  |
| 6.0  | Estructura bastidor, acorde a plano MCR-PD-07             |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 1750.00         | 1750.00 |
| 7.0  | Porta navajas 2, acorde a plano MCR-PD-14                 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 540.00          | 540.00  |
| 8.0  | Porta navajas 1, acorde a plano MCR-PD-15                 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 540.00          | 540.00  |
| 9.0  | Piston de empuje, acorde a plano MCR-PD-11                |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 620.00          | 620.00  |
| 10.0 | Camara de corte, acorde a plano MCR-PD-03                 |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 635.00          | 635.00  |
| 11.0 | Cortador auxiliar, acorde a plano MCR-PD-05               |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 135.00          | 135.00  |
| 12.0 | Toma a camara de corte, acorde a plano MCR-PD-19          |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 225.00          | 225.00  |
| 13.0 | Guía de pistón, acorde a plano MCR-PD-22                  |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 50.00           | 50.00   |
| 14.0 | Guarda de poleas, acorde a plano MCR-PD-23                |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 60.00           | 60.00   |
| 15.0 | Porta navaja rotatoria, acorde a plano MCR-PD-20          |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 325.00          | 325.00  |
| 16.0 | Árbol 1, acorde a plano MCR-PD-01                         |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 85.00           | 85.00   |
| 17.0 | Árbol 2, acorde a plano MCR-PD-02                         |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 85.00           | 85.00   |
| 18.0 | Chaveta C1, acorde a plano MCR-PD-04                      |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 15.00           | 15.00   |
| 19.0 | Chaveta C2, acorde a plano MCR-PD-04                      |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 15.00           | 15.00   |
| 20.0 | Chaveta C3, acorde a plano MCR-PD-04                      |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 15.00           | 15.00   |
| 21.0 | Chaveta C4, acorde a plano MCR-PD-04                      |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 15.00           | 15.00   |
| 22.0 | Navaja larga, acorde a plano MCR-PD-10                    |       | UNID. | PROD. | 32.00            | 32.00            |                               | 22.00           | 22.00   |
| 23.0 | Navaja rotatoria, acorde a plano MCR-PD-21                |       | UNID. | PROD. | 1.00             | 1.00             |                               | 125.00          | 125.00  |
| 24.0 | Laina de teflon t2, acorde a plano MCR-PD-08              |       | UNID. | PROD. | 2.00             | 2.00             |                               | 85.00           | 85.00   |
| 25.0 | Laina de teflon t1, acorde a plano MCR-PD-09              |       | UNID. | PROD. | 2.00             | 2.00             |                               | 85.00           | 85.00   |
|      |                                                           |       |       |       |                  |                  |                               | Subtotal:       | 6257.00 |
|      |                                                           |       |       |       |                  |                  |                               | IGV (18%):      | 1126.26 |
|      |                                                           |       |       |       |                  |                  |                               | TOTAL:          | 7383.26 |

## Condiciones de pago y comerciales:

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Forma de Pago:           | CONTADO |
| Validez de la Oferta:    | 10 DIAS |
| Observaciones Generales: |         |

**Cuentas Bancarias de Deposito:**

**En Soles:**

\*Banco BBVA Continental

Cuenta de Ahorros: 0011-0183-02-01174739

Cuenta Interbancaria: 011-183-000201174739-17

Atentamente,

**Ing. Christian Manuel Curiñaupa Huamani**

*Asesor Tecnico Comercial*

Email: [ccurinaupa@ocproma.com](mailto:ccurinaupa@ocproma.com)

Cel.: 948-912-137 Cel.: 925-948-582

