



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Despuntadora múltiple semiautomática

Proyecto N°: PFC 1610B

Autores:

Andrés Federico Petelín
José Ignacio Guy

Tutor:

Ing. Maximiliano Watters

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal Carlos

AÑO 2017

Abstract

This project is about the design of a multi-trim sawing machine for the lumber industry of the Argentinian littoral. The machine is designed to be fed with boards of a certain size range and to cut them into shorter pieces by means of two, and up to five circular trim saws. The saws are spaced apart from each other at adjustable distances, set by the user to meet the production requirements.

The project is divided into four areas: mechanical, pneumatic, electrical and automation. Special interest is given to the mechanical area, where all the components involved are designed and manufacturing blueprints are made. Critical parts are calculated under conditions of static and dynamic loading, considering also failure hypotheses. Wood cutting mechanics it is also studied.

The electrical and pneumatic installation is designed and necessary components are calculated and selected. Devices like sensors, PLCs and other accessories are also selected along with the automation system design. Details, specifying the operations for the starting, loading, running and shutting down processes are included in the present project.

Finally, a cost analysis is performed, arriving to a sales price and a comparative study, carried out with other commercially available machines. The study considers the production capacity, the adaptability of the machine and the production rate of a typical product.

Resumen

Este proyecto consiste en el diseño y cálculo de una máquina de múltiples sierras de corte para la industria maderera del litoral argentino. La máquina se diseña para ser alimentada con tablas de determinadas dimensiones y cortarlas en tablas más cortas usando entre dos y cinco sierras circulares. Las mismas están separadas entre sí por distancias definidas por el usuario en función de los parámetros de diseño.

El proyecto se divide en cuatro áreas: mecánica, neumática, eléctrica y automatización. Se aplica especial interés en el área mecánica, donde se diseña la totalidad de los componentes involucrados y se confeccionan planos de fabricación. Se calculan las piezas críticas bajo condiciones de cargas estáticas y dinámicas y se consideran hipótesis de fallas. También se estudia la mecánica del corte de madera.

Se diseña la instalación eléctrica y neumática y se calcula y selecciona los componentes necesarios. También se diseña la instalación para la automatización, en donde se seleccionan sensores, PLC y componentes accesorios. También se detallan las especificaciones de operación de los procesos de arranque, carga, operación en régimen y apagado.

Finalmente se realiza un análisis de costos, se propone un valor de venta y se realiza un estudio comparativo con otras máquinas disponibles comercialmente. En el estudio se considera la capacidad de producción, la flexibilidad de adaptación de la máquina y la tasa de producción de un producto específico.

Agradecimientos

A mi familia y amigos por haberme acompañado en todo momento.

A la metalúrgica Díaz Hnos. por su apoyo constante durante la elaboración de este proyecto.

A la comunidad educativa de la UTN-FRCU y en particular a los docentes de la cátedra Ing. Gustavo Puente e Ing. Aníbal De Carli y a nuestro tutor Ing. Maximiliano Watters.

Petelín Andrés Federico

A mis familiares y amigos.

A todo el equipo de la UTN-FRCU, y especialmente en esta última etapa a los docentes Ing. Gustavo Puente, Ing. Aníbal De Carli, a nuestro tutor Ing. Maximiliano Watters y a nuestro anterior tutor Ing. Matías Martín.

Guy José Ignacio

Índice general

- Resumen ejecutivo y agradecimientos III

Tomo 1: Proyecto ejecutivo

- Introducción y situación problemática 1
- Objetivos alcances 7
- Ingeniería básica 9
- Ingeniería de detalles 25
- Nomenclaturas, códigos y glosario 97
- Cómputo de materiales y presupuesto 103
- Análisis comparativo 113
- Planos 133

Tomo 2: Memorias de cálculo

- Mecánica 1
- Neumática 115
- Eléctrica 135
- Automatización 163

Tomo 3: Anexos complementarios

- Mecánica 1
- Neumática 13
- Eléctrica 31
- Automatización 67

TOMO 1

Proyecto ejecutivo

- Introducción y situación problemática
- Objetivos alcances
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalles
- Nomenclaturas, códigos y glosario
- Cómputo de materiales y presupuesto
- Análisis comparativo
- Planos

INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Índice

1.	Introducción.....	3
1.1.	Estado del arte	5
2.	Situación problemática	5
3.	Bibliografía	6

Página en blanco.

1. Introducción

En la Mesopotamia Argentina se encuentra la industria maderera más importante del país. Esto se refleja en que el 77 % del total de la superficie forestada se encuentra en dicha zona, como puede verse en la figura 1 (Uasuf & Hilbert, 2012).



Ilustración 1. Plantaciones forestales en Argentina. (Uasuf & Hilbert, 2012).

Específicamente, según el Ministerio de agricultura, ganadería y pesca, informe de diciembre de 2014, las extracciones de madera de bosques implantados por provincia en el año 2013 fueron en la siguiente proporción:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: 05-12-16 / 7.2.17 Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 3 de 133
------------------------------------	---	---------	-----------------

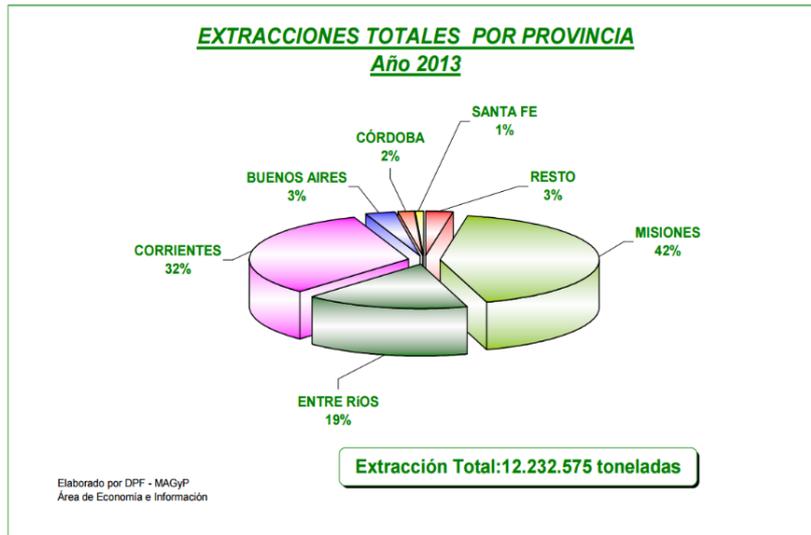


Ilustración 2. Extracciones forestales (Brandán & Corilandesí, 2014)

Mientras que las extracciones de especies forestales en Entre Ríos siguen la proporción mostrada en la figura 3.

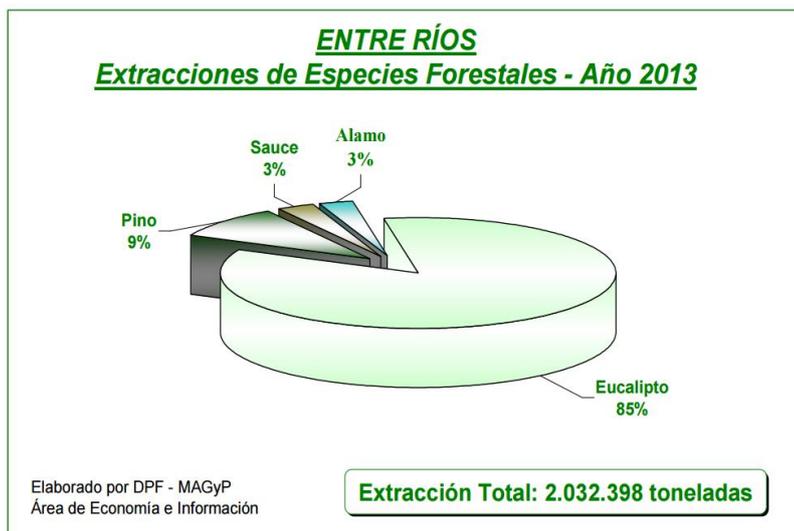


Ilustración 3. Extracciones forestales por especie en Entre Ríos (Brandán & Corilandesí, 2014)

Como puede observarse, la presencia del eucalipto es preponderante en la provincia de Entre Ríos. Además, en la provincia de Corrientes, cerca del 50 % de las extracciones forestales son de eucalipto y el resto de pino.

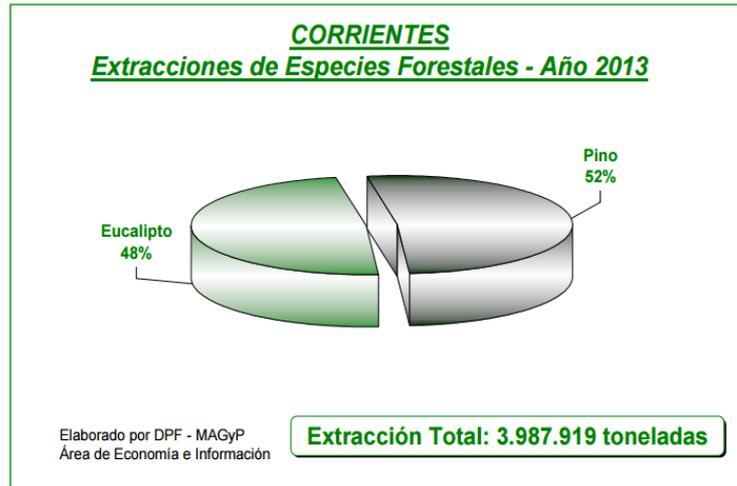


Ilustración 4. (Brandán & Corilandesí, 2014)

Dadas estas condiciones, toda mejora de la productividad de la industria maderera en la región afecta positivamente el nivel socio-económico de sus habitantes. En este marco tiene lugar el presente proyecto, que consiste en el **diseño y cálculo de una máquina conocida comercialmente en la industria maderera como despuntadora múltiple, pero con modificaciones agregadas a fin de aumentar su productividad.**

Este tipo de máquina se utiliza en los aserraderos para producir tablas con cortes a medida a partir de tablas largas provenientes de un proceso de aserrado previo. Las modificaciones mencionadas tienen como objetivo aumentar la productividad y versatilidad de la máquina. Esto es, lograr el corte del mayor número de tablas en el menor tiempo posible, adaptar la tasa de producción a la demandada por el establecimiento y poder utilizarla con los dos tipos de madera más importantes que se producen en la región, es decir pino y eucalipto. Se busca, además, aumentar el nivel de automatización de las máquinas existentes de manera de poder acoplarla a una línea automática de aserradero, y así bajar los costos de producción.

1.1. Estado del arte

En la industria maderera, las despuntadoras múltiples surgen como evolución a las despuntadoras simples, utilizadas para realizar en una tabla un corte por vez, generalmente de modo manual. Con un nivel de automatización superior, las despuntadoras múltiples son capaces de realizar varios cortes a la vez en una tabla. De esta manera se obtienen maderas de medidas comerciales mientras se les cortan las puntas para eliminar los desperfectos.

Con cadenas transportadoras sincronizadas acarrear las tablas hasta las sierras circulares, que generalmente son 3 o 4, de manera de obtener 2 o 3 tablas de medidas comercialmente útiles más las dos puntas de desperdicio. Las cadenas de transporte junto con las sierras circulares pueden desplazarse en el sentido longitudinal de la tabla para variar las medidas de corte. Esto último se logra montando las cadenas y las sierras, junto con sus sistemas de transmisión y potencia, en puentes móviles apoyados sobre una estructura fija.

2. Situación problemática

- Dificultad para aumentar la productividad de las despuntadoras múltiples con el sistema actual de corte.

Con las máquinas disponibles comercialmente sólo se puede aumentar la producción incrementando la velocidad de las cadenas transportadoras. Esto es posible hasta un límite técnico dado por la

velocidad de avance de la tabla respecto a la sierra circular, además de la velocidad máxima a la que pueden funcionar las cadenas de manera correcta. Para conservar una buena calidad de corte, si se desea aumentar la velocidad de avance para lograr mayor producción, también debe incrementarse la velocidad tangencial de la sierra. Aquí es donde aparece la primera limitación técnica, ya que los fabricantes autorizan una velocidad tangencial máxima de 100 m/s, más allá de la cual la sierra pierde sus características implicando un peligro de lesión serio.

- Imposibilidad del uso de distintos tipos de madera en las máquinas comerciales tipo despuntadora múltiple.

Las máquinas disponibles están desarrolladas para el corte de madera de pino, que presenta un comportamiento muy favorable al aserrado. Sin embargo, los aserraderos que se encuentran principalmente en la provincia de Entre Ríos utilizan madera de eucalipto en mucha mayor medida. La misma presenta un comportamiento al aserrado menos favorable que el pino, con la consecuencia de que una máquina que funciona bien con madera de pino generalmente no lo hace con eucalipto. A esto se le suma que con madera de eucalipto es aún más complicado poder aumentar la velocidad de avance. La limitación mencionada aumenta los costos de producción de los aserraderos que trabajan con ambos tipos de madera, ya que deben usar una estrategia de corte distinta para cada una, lo que significa que necesitan más maquinaria, con todo lo que ello implica.

3. Bibliografía

Brandán, & Corilandesi. (2014). *Sector forestal 2013*. Buenos Aires: Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Subsecretaría de agricultura.

Uasuf, & Hilbert. (2012). *El uso de la biomasa de origen forestal con destino a bioenergía en la Argentina*. Buenos Aires: INTA.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Diseño de máquina para cortar tablas de distintos tipos de madera, con una productividad mayor a la disponible actualmente en el mercado local.

Requisitos desde el punto de vista dimensional de las maderas a cortar:

- Adaptable para obtener distintos largos, variando desde menos de 1 m hasta tablas de 4 m.
- Para tablas de diferentes anchos, hasta por lo menos 6”.
- Espesor de las tablas también podrá variar hasta un máximo de 4”.

Por otro lado, desde el punto de vista de la producción debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La tasa de corte debe ser lo más alta posible, pero también debe ser adaptable al nivel de producción del establecimiento.
- Flexibilidad de cortes: La mayor cantidad a la vez, dentro de límites técnicamente viables.
- Alto grado de automatización en el proceso de corte.
- Adaptabilidad para incorporarse, a una línea de producción automática.

Desde el punto de vista operativo:

- La máquina debe ser segura para los operarios y fácil de configurar.
- Debe tener un diseño que permita su adaptación física al establecimiento en que se encuentre.
- Debe presentar un nivel de robustez acorde a las condiciones de trabajo de los aserraderos de la zona.

ALCANCES

Diseño mecánico de la despuntadora múltiple. Análisis estructural estático y dinámico de los componentes más críticos, utilizando varias herramientas, entre ellas, simulación por software. Diseño y cálculo de los mecanismos implicados. Determinación de la potencia necesaria para cada operación a realizar y selección de motores y actuadores. Diseño, selección y cálculo de los sistemas de transmisión de potencia. Diseño de los sistemas de transporte y de variación de longitud de corte.

Diseño eléctrico. Determinación y verificación de conductores de potencia a utilizar. Selección de conductores de control. Trazado de conductores a través de la máquina. Selección de componentes de protección y comando. Selección, ubicación y lay-out de tableros eléctricos. Confección de planos eléctricos.

Diseño de la automatización de la máquina. Definir las configuraciones de funcionamiento de la despuntadora múltiple. Selección del PLC y componentes accesorios que permitan la configuración de funcionamiento deseada. Determinación de la ubicación de sensores y las características de los mismos. Determinación de enclavamientos de seguridad por software y configuración de alarmas. Confección de planos de automatización.

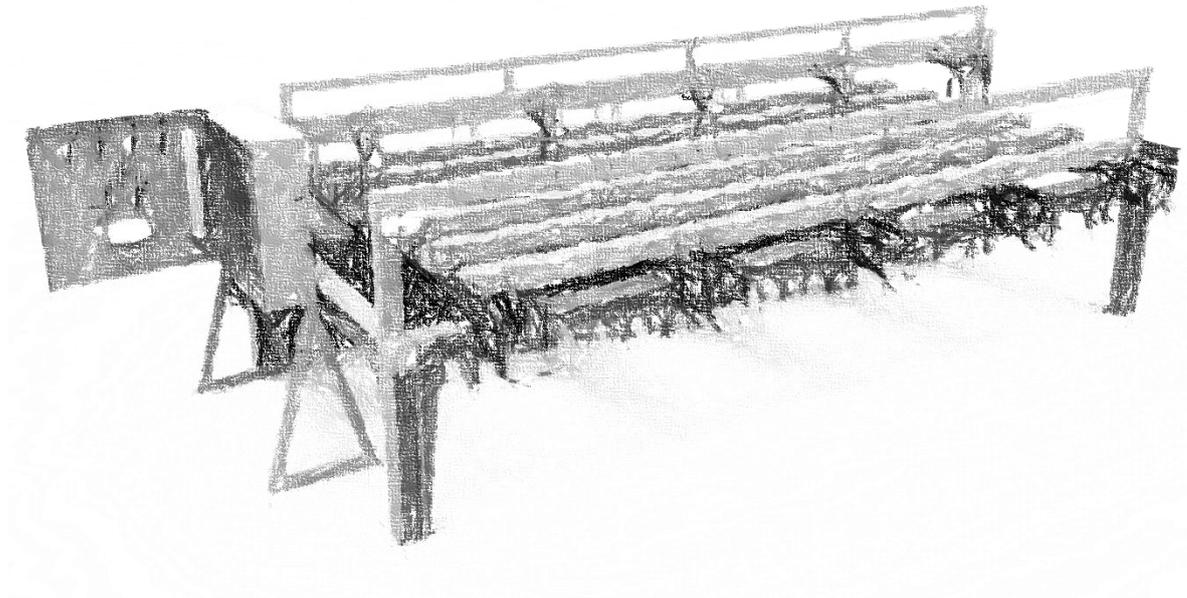
Diseño de instalación neumática. Selección y verificación de componentes que permitan a los mecanismos diseñados funcionar de la manera esperada. Diseño y simulación por software de los circuitos neumáticos que rigen a cada actuador. Selección y trazado de dichos circuitos en la despuntadora múltiple.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: 05-12-16 / 7.2.17 Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 7 de 133
------------------------------------	---	---------	-----------------

Estudio de factibilidad económica. Se realizan análisis de costo de materiales y costos de mano de obra para obtener el costo de producción de la despuntadora múltiple. También se analiza el costo de operación de la máquina trabajando a plena carga. Se confecciona además una lista de materiales para la fabricación del equipo.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: 05-12-16 / 7.2.17 Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 8 de 133
------------------------------------	--	---------	-----------------

INGENIERÍA BÁSICA



Página en blanco.

Índice

1.	Introducción.....	13
1.1.	Características de corte	15
1.2.	Capacidad de corte	15
2.	Ingeniería mecánica.....	16
3.	Ingeniería eléctrica.....	19
4.	Ingeniería de automatización	21
5.	Ingeniería neumática.....	22
6.	Normas utilizadas.....	23

Página en blanco.

1. Introducción

La despuntadora múltiple se encarga de realizar un cierto número de cortes transversales en maderas de hasta cuatro metros de longitud. Está formada principalmente por una **estructura portante** sobre la que van apoyados **cinco puentes móviles** con una sierra circular de corte instalada en cada uno. Las tablas se desplazan encima de los puentes mencionados y de manera transversal a los mismos. **Los puentes, además, se pueden trasladar sobre la estructura** en el sentido longitudinal de las tablas, **para variar las longitudes de la madera cortada**.

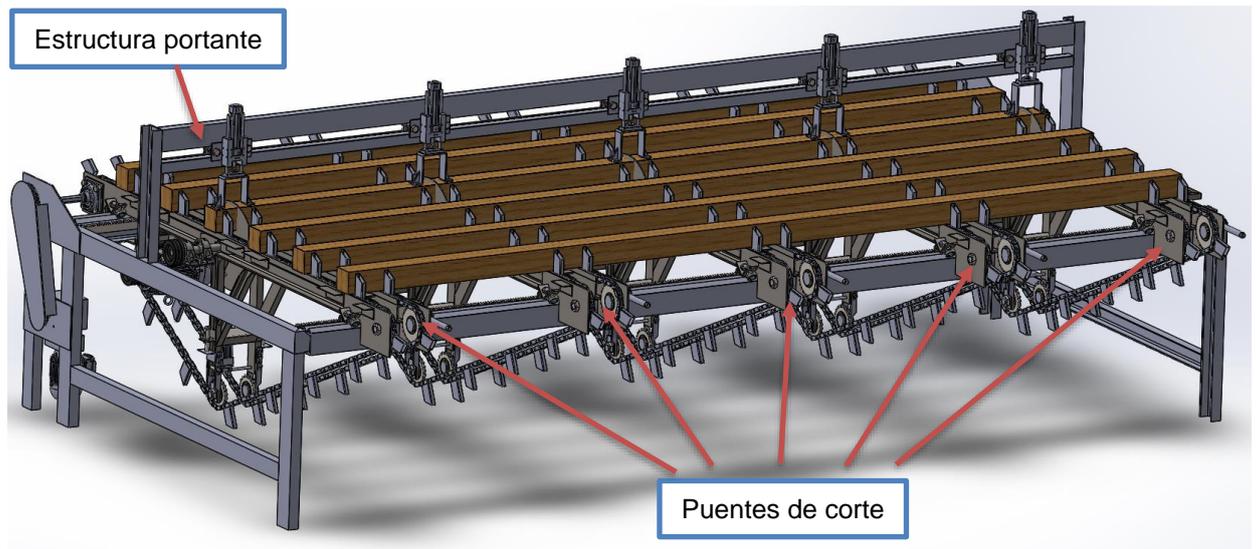


Ilustración 5. Despuntadora múltiple cargada

Las maderas apoyadas sobre los puentes se transportan con un sistema de cadenas sincronizado hasta la posición deseada, sobre la sierra circular. Cabe aclarar que **las tablas se colocan sobre la despuntadora en forma de mazos de maderas apiladas**. Cuando el mazo de tablas mencionado llega a colocarse en la posición correcta, las cadenas se detienen, se aprietan las maderas con un sistema de cilindros neumáticos y las sierras circulares surgen desde debajo de los puentes y las cortan. Terminado el proceso, el mazo se libera, las sierras bajan, las cadenas vuelven a arrancar y se repite el ciclo.

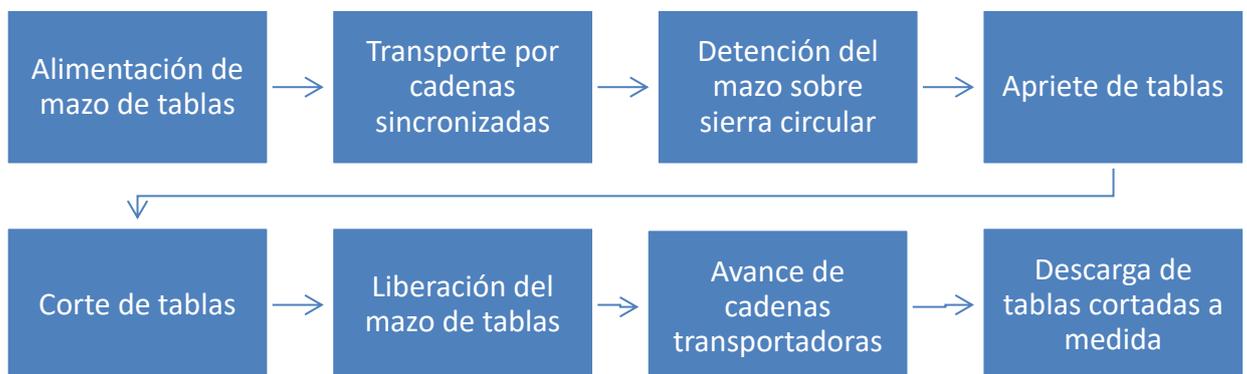


Ilustración 6. Diagrama de procesos

En función de los largos de corte requeridos, las sierras también pueden desactivarse, de manera que el mazo pase por arriba del puente sin ser cortado, o bien, porque la madera alimentada y el largo de corte buscado son tales que el mazo no pasa por encima de algún o algunos puentes.

Cuando la despuntadora está **trabajando al máximo de su capacidad, en todo momento hay sobre la misma entre seis y siete mazos de tablas apoyados**. Con la finalidad de adaptar la máquina a la línea de producción del aserradero, se agrega la opción de poder reducir la velocidad de las cadenas y de aumentar el tiempo que toma cada intervalo de corte.

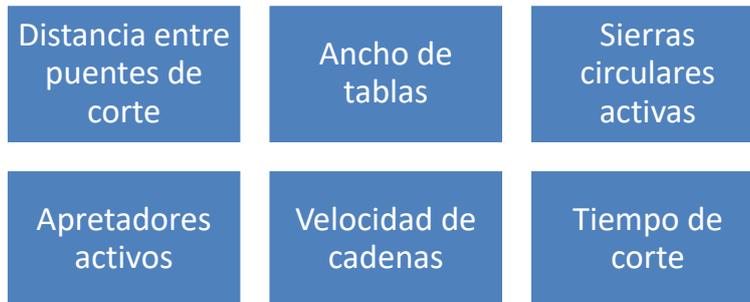


Ilustración 7. Posibilidades de configuración de funcionamiento

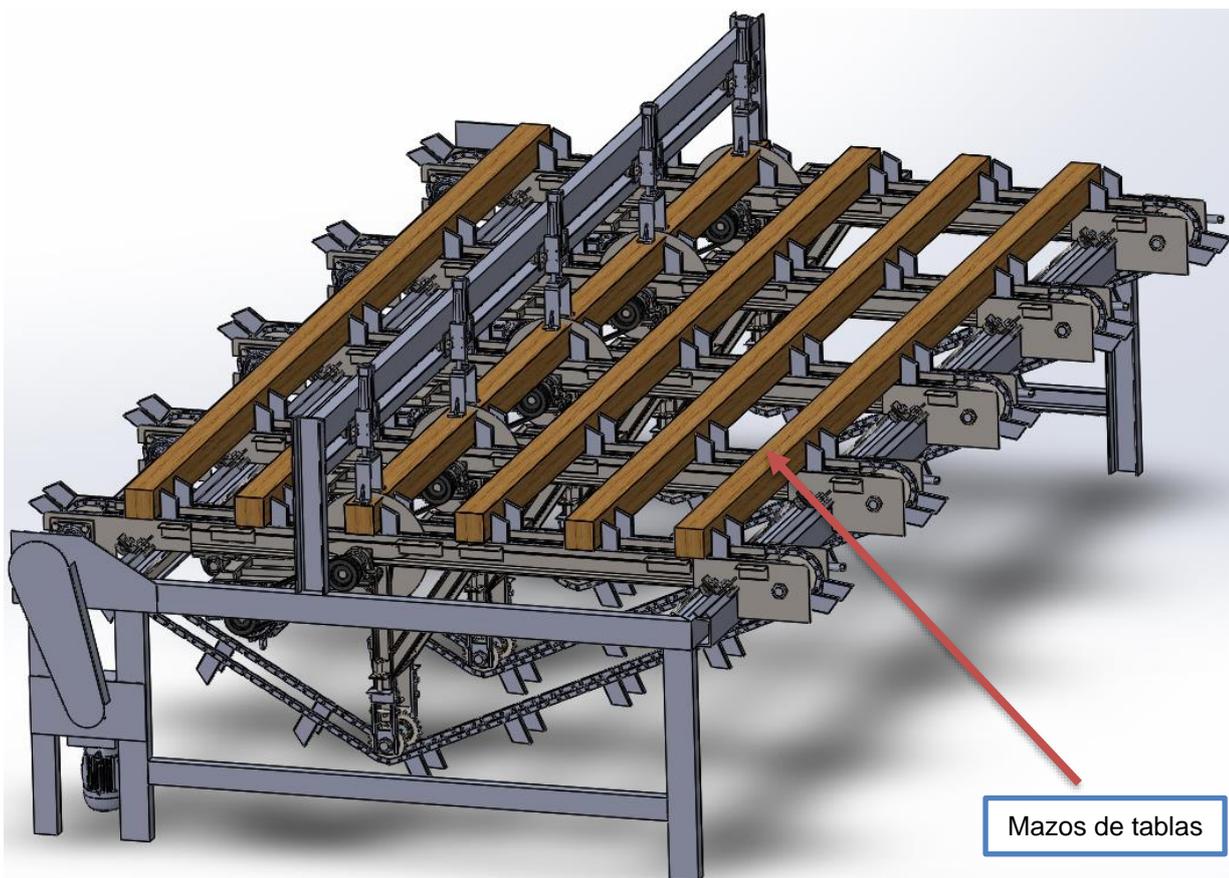


Ilustración 8. Despuntadora múltiple en proceso de corte

En adelante la máquina se divide en cuatro grandes áreas utilizadas tanto para el estudio detallado de la misma como para la codificación de piezas y planos.

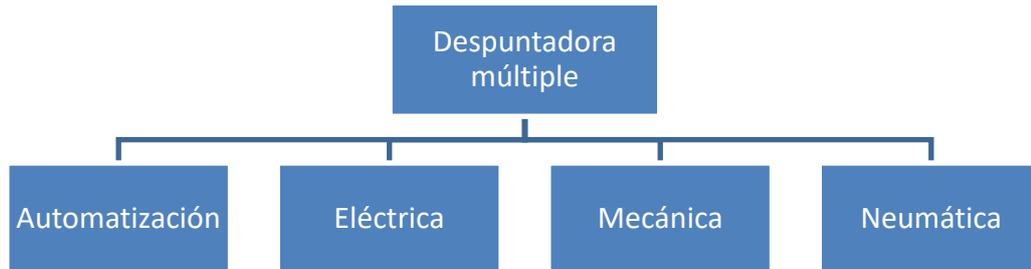


Ilustración 9. Áreas de ingeniería involucradas

1.1. Características de corte

Con el diseño propuesto, la despuntadora múltiple tiene las siguientes especificaciones de cortes:

- **Longitud máxima de corte: 4 m**

Esto es posible activando únicamente las sierras de los extremos cuando las mismas se encuentran a la mayor distancia posible, por lo tanto esta configuración permite realizar solamente dos cortes de manera simultánea.

- **Longitud mínima de corte: 0,6 m**

Se puede realizar cuando los puentes se encuentran a la mínima distancia posible entre sí. Esta configuración permite el uso de las cinco sierras circulares, con lo que se pueden obtener cuatro mazos de tablas de manera simultánea, más las puntas de desperdicio.

- Longitudes intermedias: en este caso las posibilidades de corte son muy amplias, pero están restringidas por el número de cortes simultáneos que se pueden realizar.

Se realiza entonces una clasificación por el número de cortes simultáneos, suponiendo distancias iguales entre sierras y considerando que siempre la mínima distancia es de 0,6 m:

- **Cinco sierras activas: longitud de corte máxima 1 m**
- **Cuatro sierras activas: longitud de corte máxima 1,33 m**
- **Tres sierras activas: longitud de corte máxima 2 m**

Por otro lado, si las distancias entre sierras son distintas, las posibilidades de corte se incrementan sustancialmente.

En cuanto al espesor las tablas y al ancho del mazo, las especificaciones de corte son las siguientes:

- **Ancho máximo: 6"**
- **Espesor máximo: 4"**

Ambas características limitadas por el diámetro de las sierras circulares, el mecanismo de corte y el sistema de transporte.

1.2. Capacidad de corte

El diseño de la máquina permite obtener una elevada frecuencia de corte, que, a fines prácticos, se traduce en la producción de grandes cantidades de tablas de longitudes comercialmente útiles en poco tiempo. Se distingue, para mayor claridad, el concepto de corte y operación de corte. El primero hace referencia al corte que realiza cada sierra circular sobre el mazo de tablas, el segundo corresponde al proceso en simultáneo de posicionamiento y corte que realizan todas las sierras activas.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: 7/2/17 Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 15 de 133
------------------------------------	---------------------------------------	---------	------------------

La capacidad de corte máxima se da evidentemente cuando están trabajando todas las sierras circulares. Considerando una frecuencia de operación de corte de uno cada 10 segundos, por todos los tiempos involucrados, se obtienen **360 operaciones de corte por hora**.

Trabajando las 5 sierras de manera simultánea se pueden obtener como máximo, por cada operación de corte, cuatro mazos de tablas de 4" de ancho y de espesor y 1 m de largo. En una hora esto representa 1440 mazos de las características mencionadas. Además, si cada tabla que forma el mazo tiene 1 pulgada de espesor, por utilizar una medida comúnmente usada, se producen 5760 tablas por hora.

Desde el punto de vista másico, la capacidad de producción máxima de la despuntadora múltiple es la siguiente. Considerando los mazos de tablas más grandes que se pueden alimentar, de 4" de espesor y ancho y 4,2 m de largo, la masa de los mismos es de 34,4 Kg. Al realizarse 360 operaciones de corte por hora, **la máquina puede procesar hasta 12380 Kg de madera por hora**.

2. Ingeniería mecánica

El área de ingeniería mecánica se divide en tres conjuntos principales. El primero de ellos hace referencia a los componentes, del área en cuestión, que abarcan toda la despuntadora múltiple y que no se pueden incluir en los otros dos conjuntos. El diagrama siguiente aporta algunos ejemplos de componentes que forman cada conjunto.

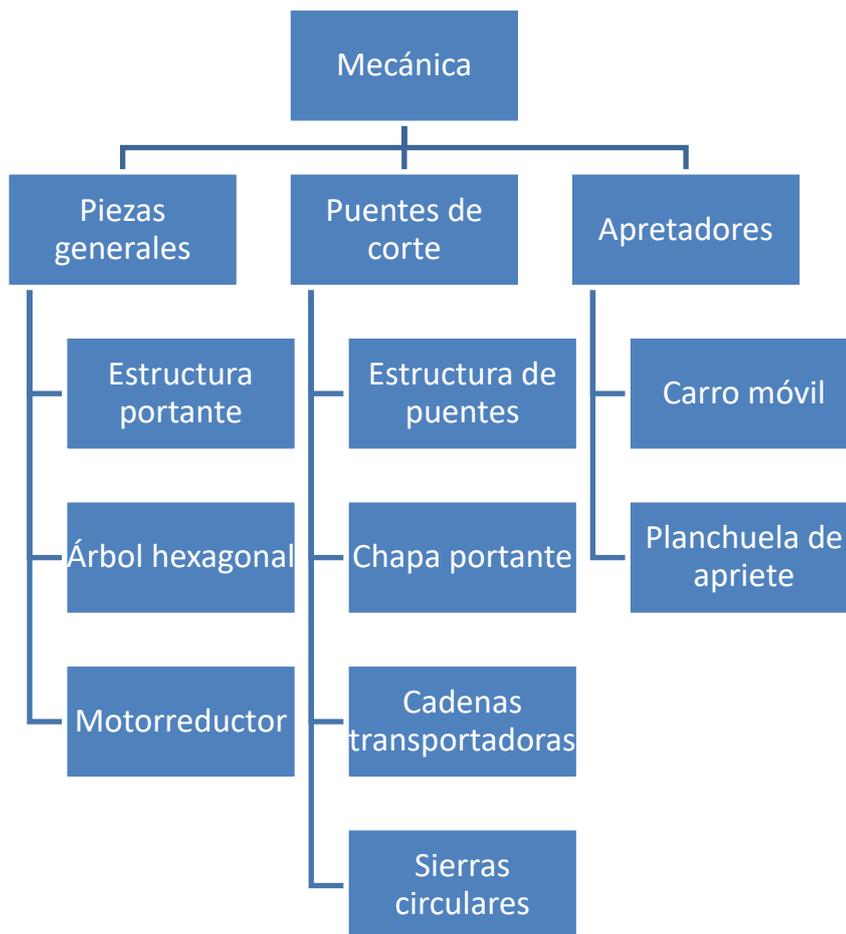


Ilustración 10. Conjuntos del área mecánica

La estructura portante, que da soporte al resto de los componentes, tiene unas dimensiones de aproximadamente 4,5 m de largo, 2 m de ancho y 1,5 m de alto.

Los puentes de corte están formados principalmente por una estructura que consta de dos perfiles paralelos sobre los que se desplazan las cadenas de transporte. Los mismos, tienen una longitud de poco más de 2,5 m que permite apoyarlos sobre los largueros de la estructura portante. Cerca del medio de los perfiles de cada puente, en la parte de abajo, se ubica la sierra circular correspondiente. **El mecanismo de ascenso y descenso de las sierras circulares se realiza mediante un cilindro neumático ubicado en la estructura del puente. Cada una de las sierras de corte está impulsada por un motor trifásico mediante una transmisión a correa.** Cuando se produce el corte del mazo, el conjunto sierra circular, transmisión a correa y motor se mueven solidarios al ascender y descender impulsados por el actuador neumático elevador.

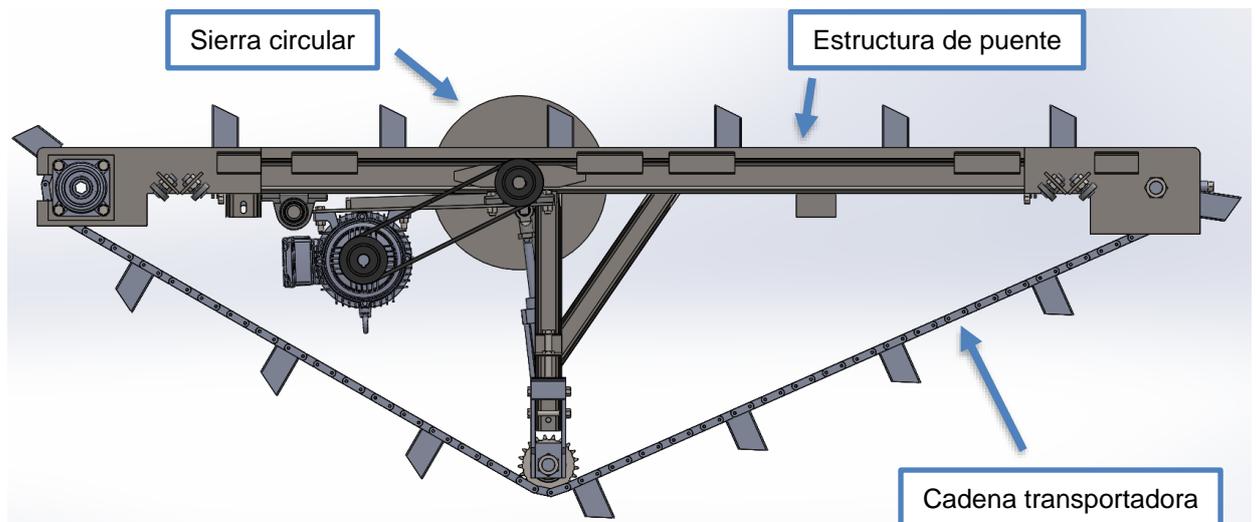


Ilustración 11. Puente de corte

El método de sujeción de las tablas en el lugar de corte consiste en cinco apretadores, uno por cada puente, que constan principalmente de cilindros neumáticos. Los mismos están dispuestos de manera vertical, colgando sobre un perfil de la estructura portante paralelo a la dirección longitudinal de las tablas. **Éstos se pueden mover horizontalmente a lo largo de dicho perfil para ubicarlos en la posición deseada.** La finalidad es que cada cilindro neumático apretador se encuentre exactamente encima de una sierra de corte, asegurando una sujeción de las maderas adecuada y segura. El perfil de donde cuelgan los apretadores se ubica encima de los puentes de manera que queden exactamente a la altura de los ejes de las sierras circulares. Dichos cilindros pueden activarse o desactivarse de manera análoga a las sierras de los puentes y por las mismas razones.

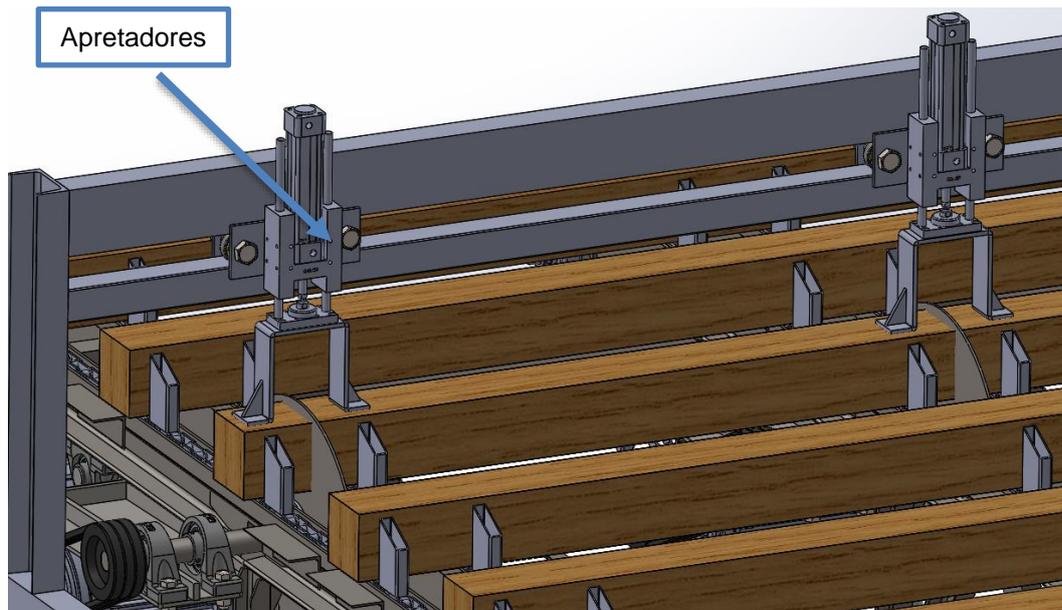


Ilustración 12. Conjuntos apretadores de tablas

Para impulsar las cadenas transportadoras se utiliza un motorreductor instalado en la zona de descarga de la máquina. El mismo se acopla a un árbol hexagonal mediante una transmisión a cadena para reducir aún más la velocidad de giro del motor. Dicho árbol abarca toda la longitud de la máquina y se utiliza para transmitir el par del motorreductor a las cadenas transportadoras y, a la vez, permitir el desplazamiento de los puentes.

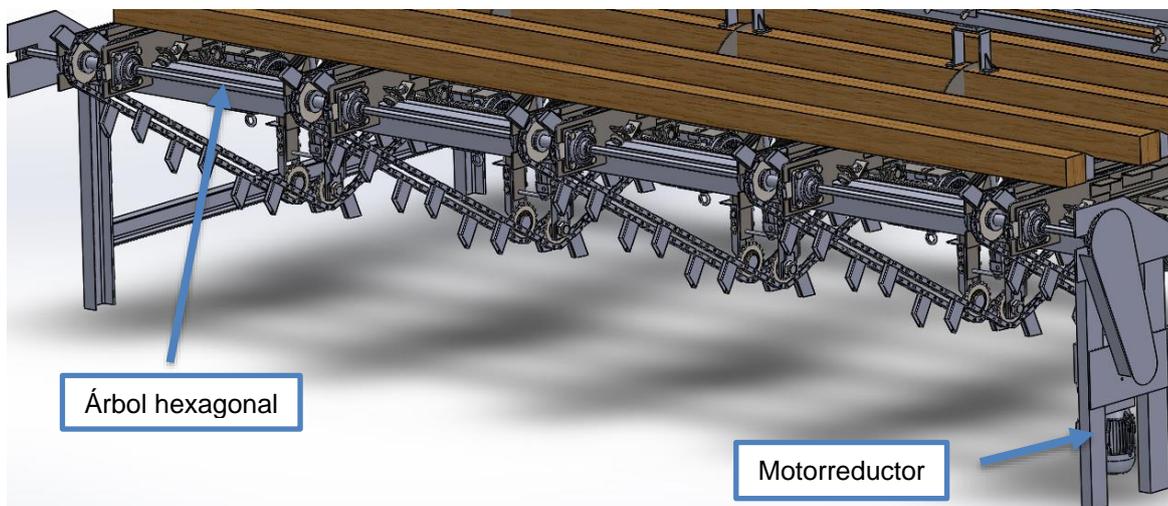


Ilustración 13. Sistema motriz de cadenas transportadoras

Finalmente, la traslación de los puentes se realiza de manera manual, mediante un sistema de piñón y cremallera. Específicamente se usa un sistema que consta de dos cremalleras ubicadas sobre los perfiles largueros de la estructura portante. Las mismas engranan en dos piñones solidarios a un eje ubicado en cada puente y sobre el que se actúa de manera manual. Con esto se logra que los puentes se mantengan alineados durante su traslación y no carguen el eje hexagonal. Además cada puente apoya, mediante cuatro rodamientos, sobre perfiles angulares a modo de carriles, colocados sobre los largueros de la estructura portante.

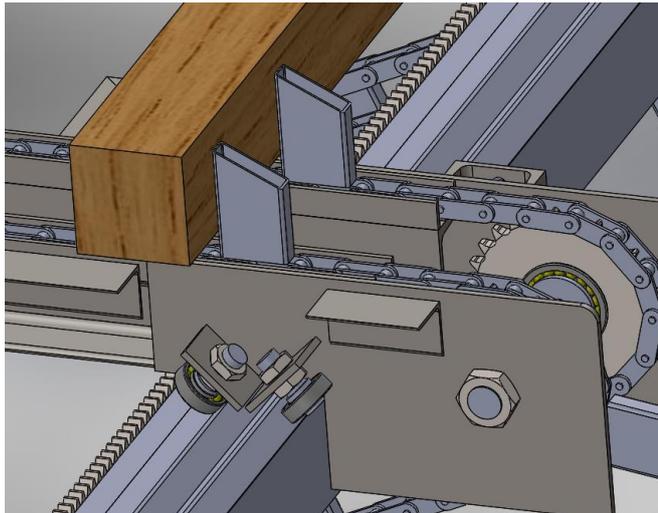


Ilustración 14. Sistema de traslación de puentes de corte

3. Ingeniería eléctrica

La instalación eléctrica hace referencia específicamente a la parte de potencia, lo correspondiente a automatización se trata en su capítulo correspondiente.

Básicamente la instalación se divide en tres conjuntos, según lo mostrado en la figura 11. Se colocan dos tableros eléctricos para la energización de la despuntadora múltiple. El primero es el **tablero principal** en donde se realiza la conexión de la máquina a la red eléctrica y se ubican las **protecciones principales**. El segundo es el **tablero de fuerza**, encargado específicamente del **comando y la protección de los motores que impulsan las sierras circulares**. Finalmente el conjunto **despuntadora** básicamente **hace referencia a los componentes de potencia eléctrica que quedan fuera de los tableros mencionados**.

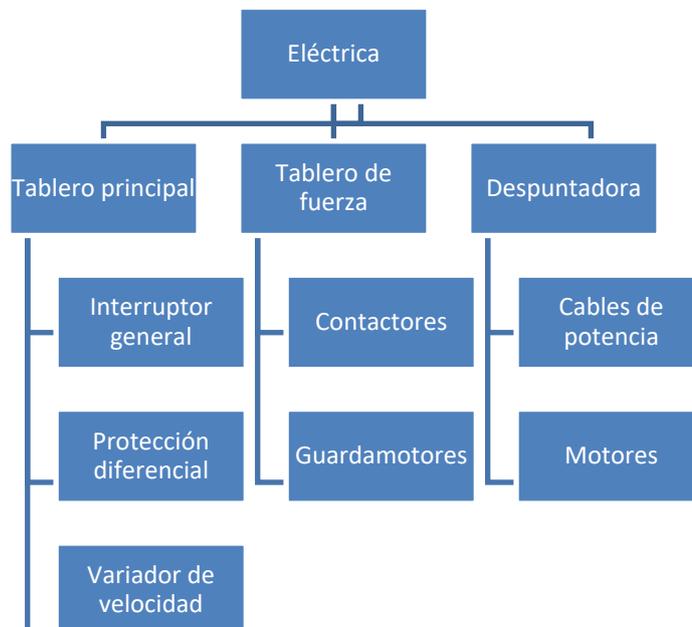


Ilustración 15. Conjuntos del área eléctrica

En el tablero principal se instala un interruptor automático general tetrapolar que aísla la despuntadora múltiple de la red eléctrica, según lo detallado en la norma IEC 60204 que se encarga de la seguridad del equipo eléctrico de las máquinas. De este tablero se deriva una línea para el tablero de control y otra para el tablero de fuerza.

El tablero principal también se encarga directamente de la alimentación de potencia del motorreductor que acciona las cadenas transportadoras. Esto lo realiza mediante la incorporación de un variador de frecuencia instalado en el mismo. La razón de esta ubicación subyace en el objetivo de aislarlo de la parte de control de la máquina por cuestiones de compatibilidad electromagnética.

Por razones de seguridad, este tablero también incorpora una llave seccionadora que se encarga de eliminar la alimentación de energía a todos los componentes de potencia, es decir motores de sierras circulares y motorreductor, y a los componentes encargados de la automatización. Dicha llave seccionadora se activa desde la puerta del tablero.

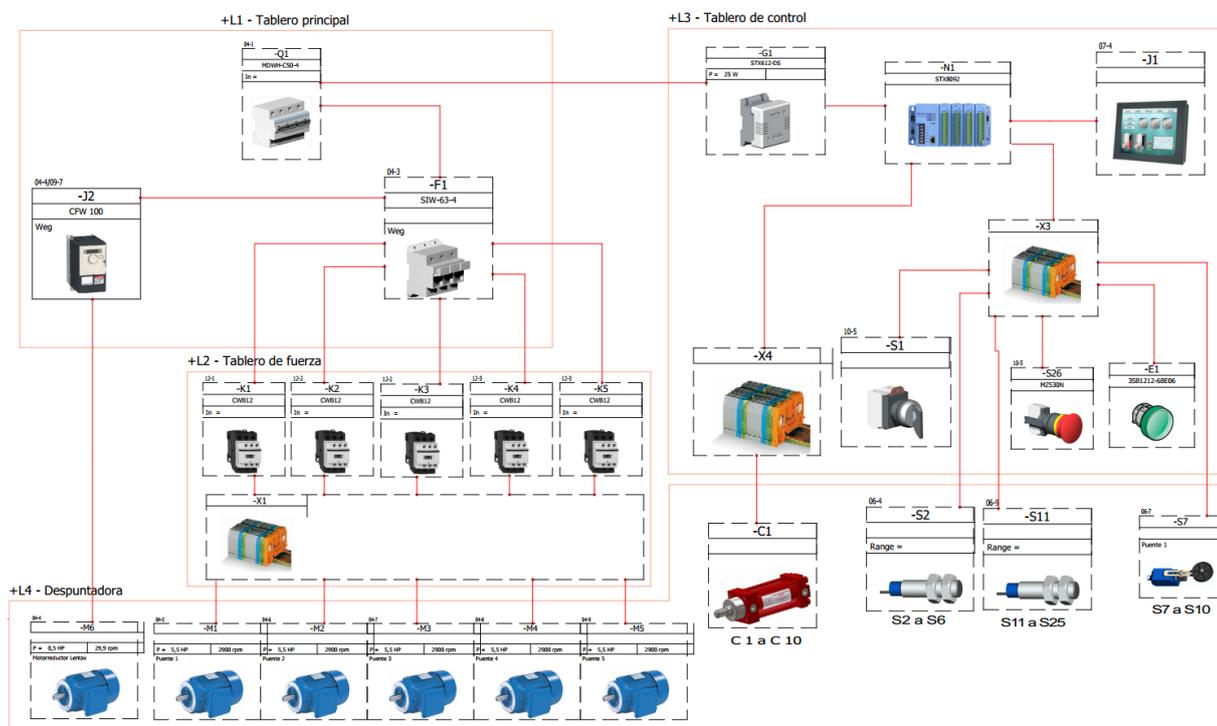


Ilustración 16. Diagrama esquemático con los elementos de cada conjunto del área eléctrica y de automatización

La presencia del tablero de fuerza se debe a razones constructivas, para simplificar la conexión de los motores de cada puente, considerando que los mismos pueden desplazarse. La ubicación de un tablero en la zona de descarga, en el centro de la máquina, permite minimizar la longitud de los cables que energizan los motores y reducir, por lo tanto, los riesgos de desconexión o rotura. Lo mismo es válido para los cables de comando, de sensores y las mangueras de aire del circuito neumático.

En el tablero de fuerza se instala un contactor y un dispositivo de protección para cada motor, de manera de poder comandar cada uno de ellos de manera autónoma. Esto permite el arranque secuenciado de los motores para evitar cargar la red de manera excesiva, además de la posibilidad de energizar solamente los que sean necesarios para el proceso de corte demandado.

4. Ingeniería de automatización

En el tablero de control se instalan los dispositivos de automatización de la máquina, además de los interruptores de comando, luces indicadoras y las alarmas.

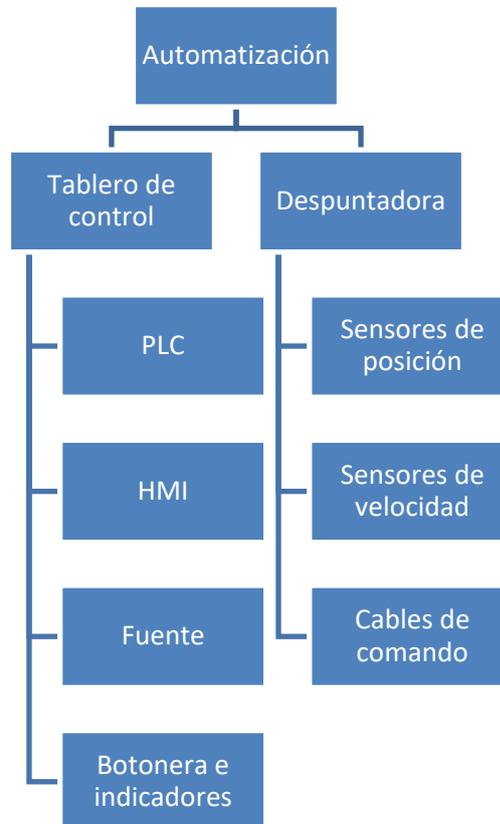


Ilustración 17. Conjuntos del área de automatización

La automatización de la máquina se realiza con un controlador lógico programable o PLC más los módulos de expansión necesarios. **A fin de poder realizar todas las configuraciones de funcionamiento necesarias se agrega un HMI (Human Machine Interface)** al PLC. El mismo es un panel que consta de un display gráfico y teclas de propósito general que se instala en la puerta del tablero de control. Se conecta al PLC a través de una conexión ModBus RTU y se programa desde un entorno gráfico para Windows, a fin de asignar acciones a las teclas del panel y los gráficos y textos que se desea mostrar en el display.

Desde el HMI se selecciona, de acuerdo al proceso de corte, los motores y los cilindros apretadores que deben funcionar. También se define, según lo mostrado en la figura 3, el ancho de las maderas a cortar, además de la velocidad de las cadenas y el tiempo de corte, con la finalidad de adaptar la máquina a la línea de producción.

El PLC, a partir de los datos ingresados en el panel HMI, se encarga de dar marcha a los motores de corte necesarios y de activar en el momento adecuado, los apretadores seleccionados y los cilindros elevadores correspondientes a los motores en funcionamiento. También, mediante las salidas del mismo, activa el variador de frecuencia en el momento adecuado en que se deben mover las cadenas de transporte.

Se utiliza un variador de frecuencia con un pequeño PLC y con entradas digitales incorporadas. El mismo se programa en lenguaje Ladder y permite agregar enorme versatilidad al sistema de transporte.

Se incorporan, en los puentes de corte, sensores tipo interruptores de posición cuya función es determinar la posición de los mazos de tablas y detener las cadenas de transporte en el lugar adecuado, sobre las sierras circulares. También se colocan **sensores de velocidad del tipo inductivo en cada sierra, como medida de seguridad**. El objetivo es asegurar que las sierras circulares suban por encima de los puentes y realicen el corte de las tablas sólo si están girando a la velocidad de diseño.

A todos los cilindros neumáticos se les añade interruptores de posición como medida necesaria para la automatización de la secuencia de corte. De esta manera se realiza enclavamientos lógicos, a nivel del software cargado en el PLC, que aumentan la seguridad de operación de la máquina.

Se instala en el tablero de control, una fuente de corriente continua para alimentar al PLC, los módulos de expansión, el panel HMI y las entradas. Para las salidas se utiliza un transformador de 24 V de corriente alterna.

5. Ingeniería neumática

La instalación neumática consta simplemente de tres partes principales, una línea que alimenta y comanda los cilindros que elevan las sierras de corte, otra línea para los apretadores y una línea principal sobre la que se realiza la alimentación y el tratamiento de aire.

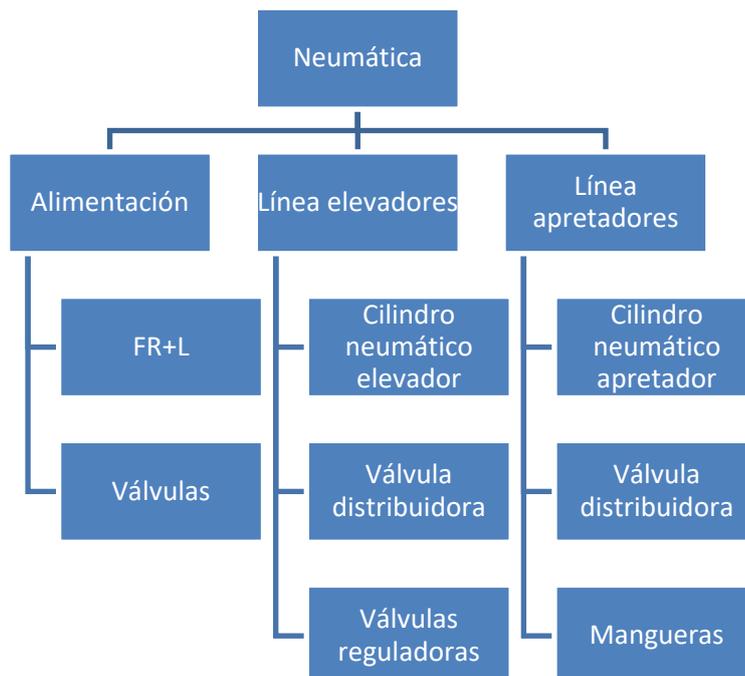


Ilustración 18. Divisiones de la instalación neumática

En la alimentación de aire comprimido a la despuntadora múltiple se instala un sistema de tratamiento de aire dotado de filtro, regulador y lubricador, **tipo FR+L**, que permite regular la presión de trabajo del sistema y prolonga la vida útil de los componentes. **A continuación del mismo, para corte de suministro de aire comprimido, se incorpora una válvula de mando manual de tres vías y dos posiciones tipo colizante.**

A la salida de la válvula de corte se tienden dos líneas de aire, una con destino a los cilindros neumáticos elevadores y la otra con destino a los apretadores. **En la segunda línea se coloca una válvula de retención que evita que los cilindros bajen cuando se desconecta el aire comprimido.**

La interacción entre los cilindros neumáticos y el PLC se realiza mediante electroválvulas ubicadas en la proximidad de cada cilindro, de manera de reducir, en la medida de lo posible, los tiempos de respuesta. Las mismas son de cinco vías y dos posiciones ya que, con el agregado de válvulas reguladoras de caudal, es el método más eficiente para poder controlar las velocidades de avance y retroceso de cada vástago. Este hecho es importante sobre todo en los actuadores neumáticos elevadores por la sensibilidad del proceso de ascenso de la sierra a través de la madera que está cortando.

Las válvulas reguladoras de caudal, dos por cada cilindro, se agregan en las salidas de aire del mismo, y se utilizan para lograr la velocidad de desplazamiento óptima, hecho sobre todo importante en los mecanismos de elevación de sierras.

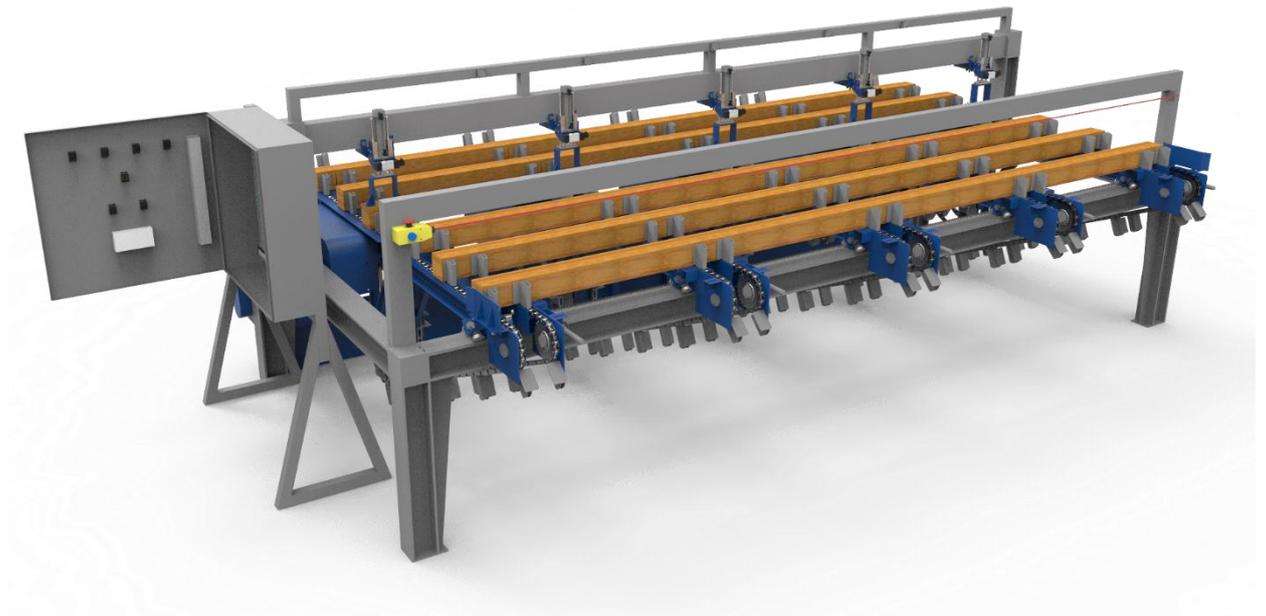
6. Normas utilizadas

- Ley Nacional Argentina N° 19587 – Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su Decreto Reglamentario 351/79
- EN 60204-1:2006+A1 Norma europea sobre Seguridad de maquinarias – Equipo eléctrico de máquinas
- AEA 90364-7-771 Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: 7/2/17 Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 23 de 133
------------------------------------	---------------------------------------	---------	------------------

INGENIERÍA DE DETALLES

MECÁNICA



Página en blanco.

Índice

1.	Introducción.....	29
2.	Estructura portante.....	29
3.	Estructura de puentes de corte	31
4.	Sierra circular	34
4.1.	Sistema de sujeción	34
5.	Motor	35
6.	Chapa portante.....	35
7.	Transmisión a correa.....	36
8.	Eje de sierra circular.....	37
9.	Cubre poleas	38
10.	Conjunto cilindro neumático elevador	38
11.	Cadenas de transporte.....	40
12.	Árbol hexagonal	43
13.	Cadena de transmisión y motorreductor	43
14.	Traslación de puentes	44
15.	Apretadores	45
16.	Cálculo de materiales manufacturados.....	48
17.	Códigos de componentes.....	49
18.	Listado de planos	51

Página en blanco.

1. Introducción

El área de ingeniería mecánica se divide en tres conjuntos principales: piezas generales, puentes de corte y apretadores. En lo sucesivo se describen los componentes pertenecientes a los conjuntos mencionados, con las debidas referencias a planos constructivos, códigos y hojas de datos.

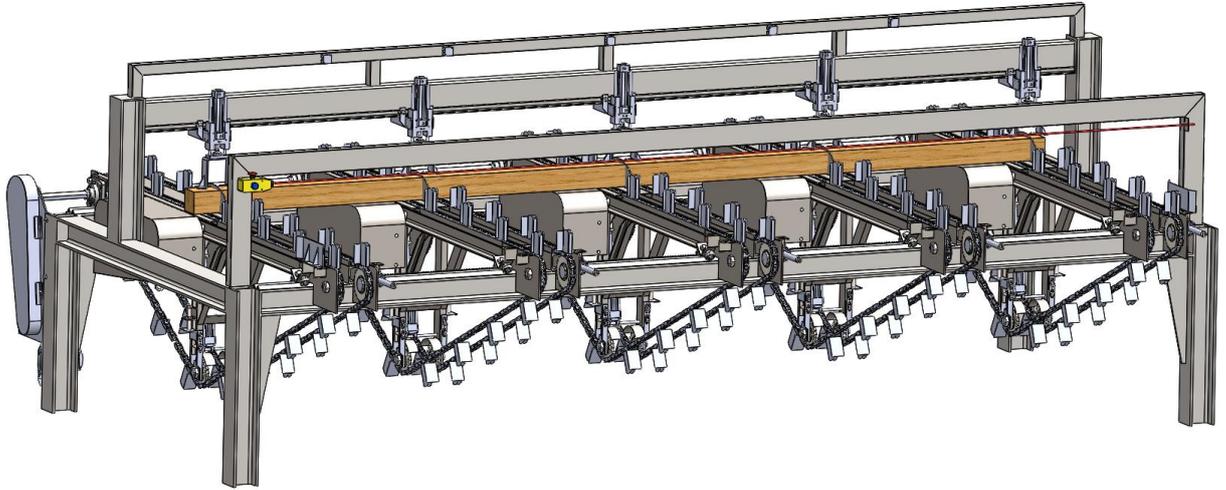


Ilustración 19. Despuntadora múltiple

2. Estructura portante

- Código de componente: M-PG-00

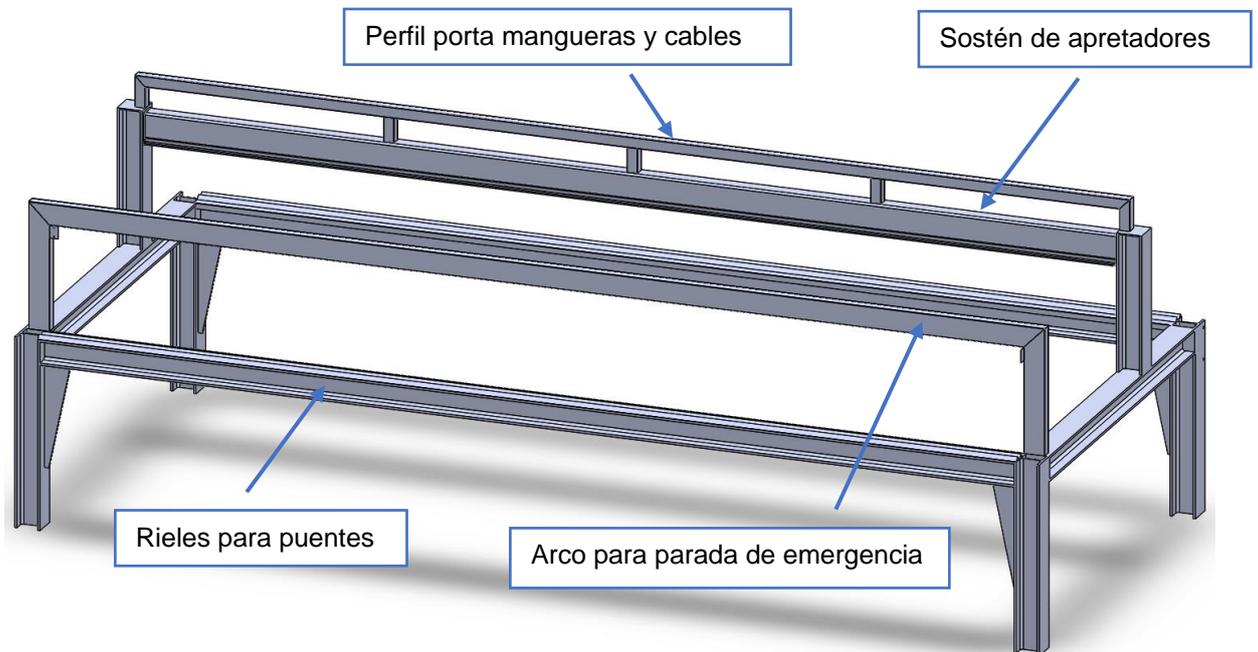


Ilustración 20. Estructura portante

La estructura portante tiene unas dimensiones de **4,84 m de largo, 2,07 m de ancho y 1,7 m en su parte más alta**. En la zona en la que se apoyan los puentes la altura es de 0,9 m. Está diseñada principalmente en **acero IRAM/SAE 1010** con un **perfil HEB 120, también llamado IPB 120 según IRAM-IAS U 500-215-2**. Las características de dicho perfil se encuentran en el anexo mecánica.

Entre los perfiles largueros y las patas de la estructura se sueldan nervios de chapa de 3/8" a modo de refuerzo. También se agregan chapas de 3/8" y 120 mm por 120 mm en la unión de los perfiles travesaños y las patas, por cuestiones constructivas a fin de aumentar la superficie de soldado.

En cada uno de los perfiles largueros, donde apoyan los puentes de corte, se agregan dos perfiles ángulo de 1" por 1/8" que cumplen la función de carriles. La longitud de dichos ángulos es de 4600 mm.

Como sostén de los dispositivos de apriete de los mazos de tablas, se utiliza un perfil estructural de sección rectangular de 80 mm por 140 mm por 4,75 mm de espesor, y un longitud de 4600 mm.

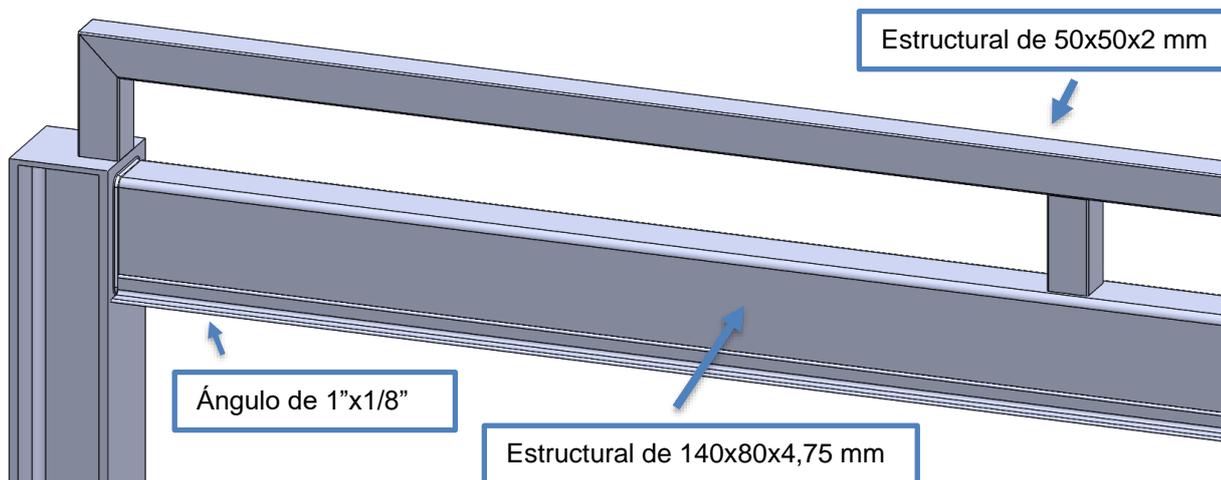


Ilustración 21. Detalle de estructura portante

Soldados al perfil rectangular se instalan dos perfiles ángulo de 1" por 1/8" a modo de carriles para las ruedas de los apretadores. Además, arriba se coloca un perfil cuadrado de 50 mm por 50 mm y 2 mm de espesor para soporte de las mangueras de alimentación neumática y los cables de comando y de sensores.

Como último detalle, y por razones de seguridad, se coloca **en el frente de la estructura un arco de perfil estructural rectangular de 50 mm por 100 mm que hace de soporte del sistema de parada de emergencia por cable. El peso de toda la estructura, calculada mediante software, es de 670 Kg.**

A continuación se muestra una tabla con los perfiles utilizados y los largos necesarios de cada uno.

Perfil	Longitud total
IPB 120	17,7 m
Tubo rectangular 80 mm x 140 mm x 4,75 mm	4,6 m
Tubo cuadrado 50 mm x 50 mm x 2 mm	6 m
Tubo cuadrado 50 mm x 50 mm x 2 mm	5,3 m
Perfil ángulo 1" x 1/8"	27,6 m

Tabla 1

Los planos involucrados llevan el nombre de "estructura portante" y tienen los siguientes códigos:

- A-1610B-M-001
- A-1610B-M-002
- A-1610B-M-003
- A-1610B-M-004
- A-1610B-M-005

3. Estructura de puentes de corte

- Código de componente: M-PC-00

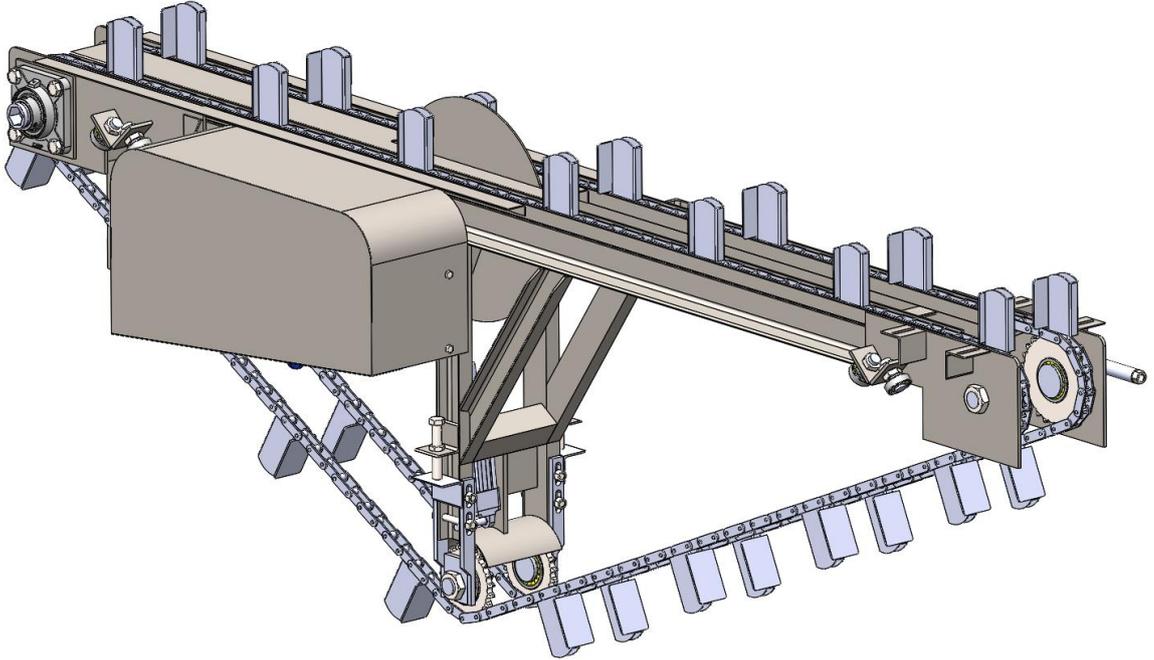


Ilustración 22. Puente de corte

La estructura de los puentes de corte se fabrica en **acero IRAM/SAE 1010** y está formada principalmente por **dos perfiles UPN 80 de 2250 mm de largo**, unidos entre sí con dos perfiles iguales de 100 mm en los extremos.

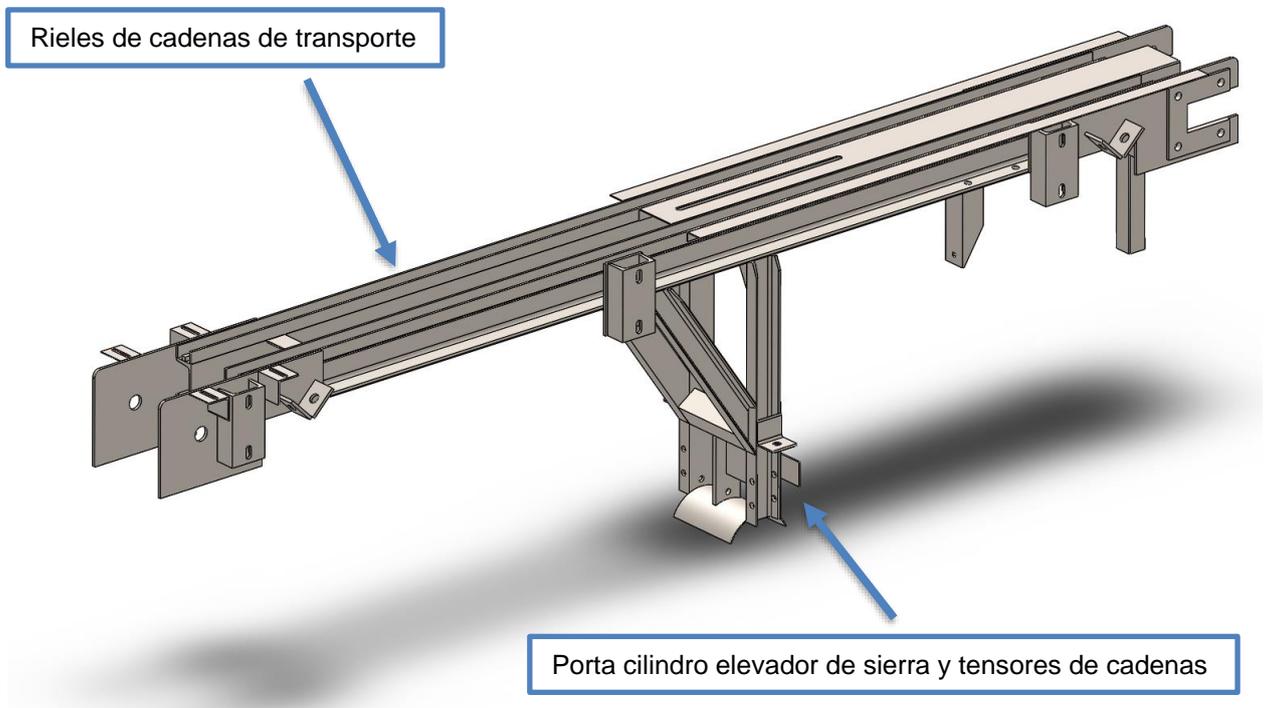


Ilustración 23. Estructura de puentes de corte

Como sostén del sistema de elevación de la sierra circular se utilizan dos perfiles perpendiculares a los ya mencionados, tipo **UPN 60 de 545 mm de largo**. Se agregan también dos perfiles del mismo tipo en dirección oblicua para aumentar la resistencia del conjunto. Los dos perfiles verticales su unen entre sí con un perfil ángulo de 2" por 1/8" y 170 mm de largo.

Si se realiza un corte en los largueros de UPN 80, como la figura 6, se puede observar que sobre cada uno se colocan dos planchuelas y un trefilado cuadrado. La función de las planchuelas es dar apoyo a las maderas que se ubican encima y hacer un cajón para las cadenas de transporte. Las mismas son de 1" por 3/16" y el largo de los UPN, es decir 2250 mm. Sobre el cuadrado trefilado de 3/8" apoyan los rodillos de la cadena de transporte.

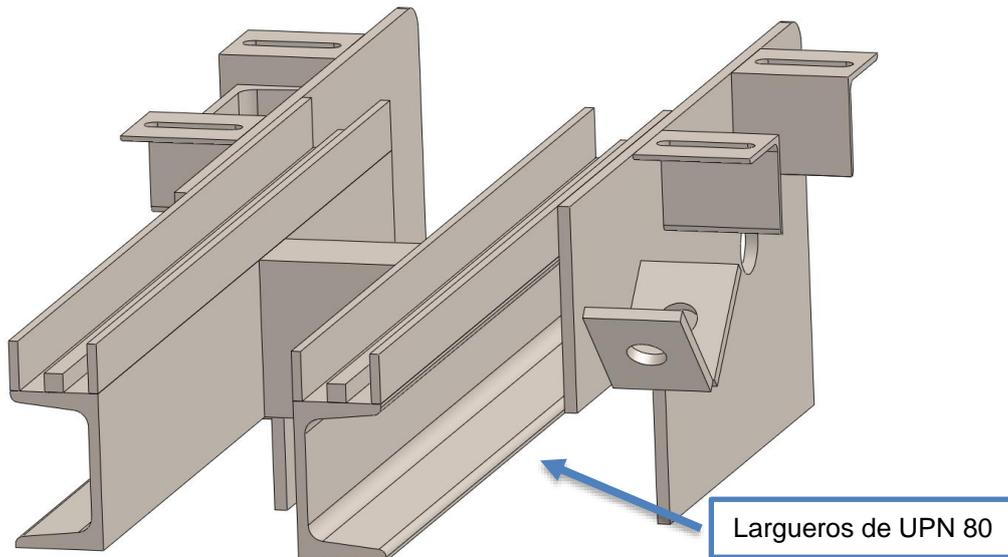


Ilustración 24. Detalle de estructura de puente

Para sujetar el eje de traslación de cada puente se colocan tres perfiles UPN 80 de 150 mm de largo, donde van atornilladas las cajas de rodamientos.

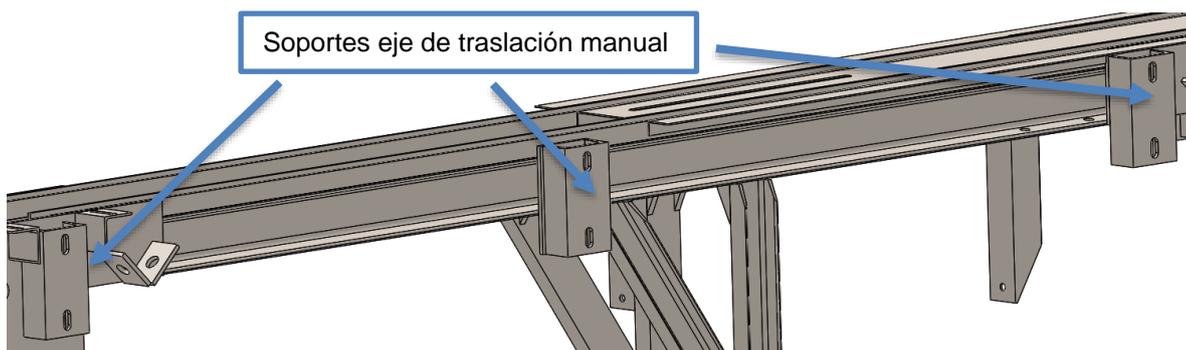


Ilustración 25.

También se agregan perfiles ángulo de 2" por 1/8" que realizar varias funciones. Una de ellas es como guías para la instalación de topes en la zona de carga, pueden observarse en la figura 6, con una longitud de 60 mm cada uno. Otra función es la de sujetar mediante tornillos una chapa de protección que cubre las correas, el motor y el eje de la sierra circular. El mismo tiene una longitud de 345 mm. También se utilizan dos perfiles de 60 mm para el sistema de tensado.

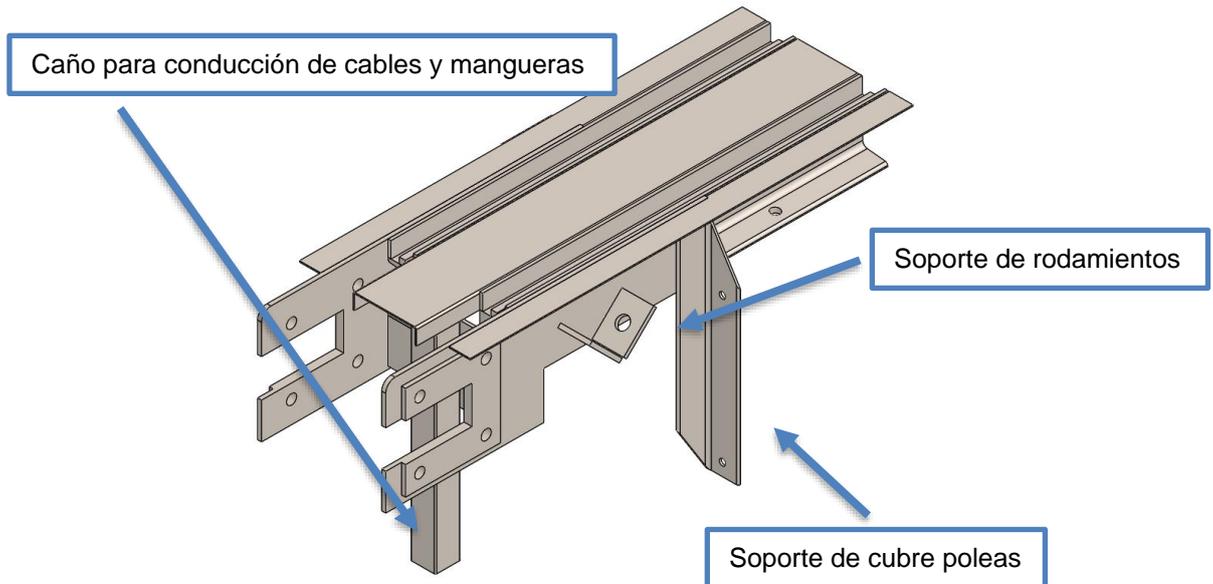


Ilustración 26. Detalle de estructura de puente

También se agrega un caño estructural cuadrado de 40 mm por 2 mm de espesor y 330 m de largo para conducir cables y mangueras de manera segura.

Para finalizar con las planchuelas y los perfiles, se usan planchuelas de 2" por 1/4" para sostener los rodamientos de traslación de los puentes. Las mismas tienen un largo de 67 mm y se colocan 8 por puente y pueden observarse en las figuras 7 y 8.

En los extremos de los perfiles largueros se sueldan chapas de 1/4" de espesor para el soporte de los piñones de las cadenas de transporte. En la zona de carga las chapas son como las que se muestran en la figura 6 y en la de descarga las chapas son las de la figura 8.

El peso de la estructura es de 90 Kg.

A continuación se muestra una tabla con los perfiles utilizados y los largos necesarios de cada uno para la construcción de los cinco puentes.

Perfil	Longitud para 1 puente [mm]	Longitud para 5 puentes [mm]
UPN 80	5150	25750
UPN 60	2050	10250
Planchuela 1" x 3/16"	9000	45000
Trefilado de 3/8"	4500	22500
Ángulo de 2" x 1/8"	875	4375
Planchuela 2" x 1/4"	536	2680
Estructural de 40 x 40 x 2 mm	330	1650

Tabla 2

Ver planos llamados "estructura puente", códigos:

- A-1610B-M-006 • A-1610B-M-008 • A-1610B-M-010 • A-1610B-M-012
- A-1610B-M-007 • A-1610B-M-009 • A-1610B-M-011 • A-1610B-M-013

4. Sierra circular

- **Código de componente: M-PC-01**

En los puentes de la despuntadora se colocan sierras de 400 mm de diámetro con placas de carburo de tungsteno (widia) y cuerpo de acero templado del fabricante Frund Stark. Se utiliza la hoja U04 universal con un paso de 19 mm y 64 dientes. En total se utilizan cinco sierras circulares, código de fabricante 2-01-002-010.

002

U04 UNIVERSALES (paso 19 mm)



	CÓDIGO	DIÁMETRO	ESPEJOR	DIENTES	EJE
1	2-01-002-004	150	3.2	24	30
2	2-01-002-005	180	3.2	28	30
3	2-01-002-006	200	3.2	32	30
4	2-01-002-007	250	3.2	40	30
5	2-01-002-008	300	3.2	48	30
6	2-01-002-009	350	3.5	54	30
7	2-01-002-010	400	3.8	64	30
8	2-01-002-011	450	4.2	72	30

Se emplean para el corte general en maderas macizas a lo largo ó en contraveta.

Ilustración 27. Sierra circular

4.1 Sistema de sujeción

La sierra se acopla al eje mediante dos bridas y una tuerca que aprieta el conjunto. Para esto el eje tiene la punta roscada.

Código	Componente	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-08	Brida de 100 mm	2	10
M-PC-09	Tuerca M 30 x 2	1	5

Tabla 3

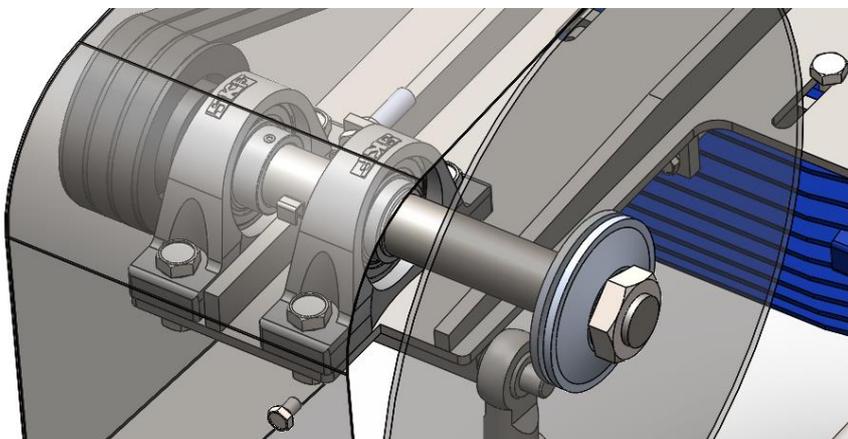


Ilustración 28. Sistema de sujeción de sierra

5. Motor

- **Código de componente: M-PC-02**

El motor que acciona cada sierra circular es de 5,5 HP marca Weg de 2 polos, 2900 rpm y carcasa estándar IEC 112M. Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo instalación eléctrica.

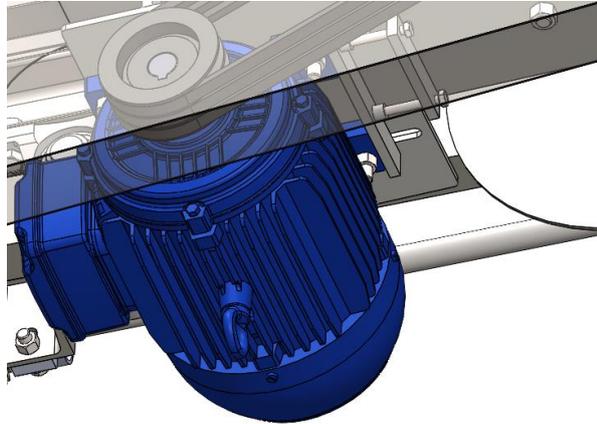


Ilustración 29. Motor de sierra

6. Chapa portante

- **Código de componente: M-PC-03**

La misma es una **chapa de 1/4" de espesor que pivota respecto a la estructura del puente mediante un eje de 30 mm soldado a la misma y dos unidades de rodamientos tipo UCP 206**. En el otro extremo se ubica un perno en donde se sujeta el cilindro neumático. Se encarga de soportar todo el sistema de corte cuando éste sube y baja. Código de unidades de rodamiento: M-PC-11.

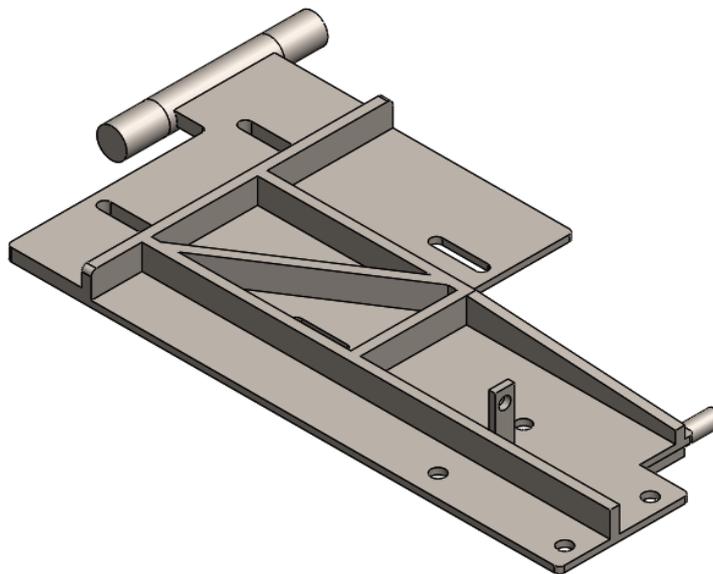


Ilustración 30. Chapa portante de motor, sistema de transmisión y sierra

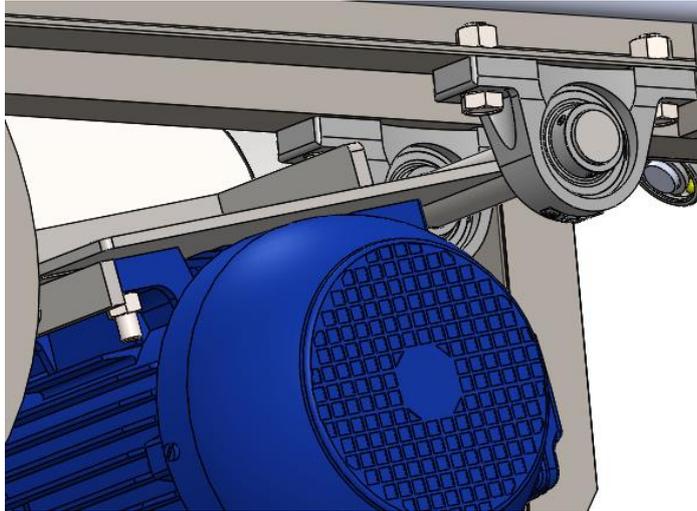


Ilustración 31. Pivot de chapa portante sobre cajas de rodamientos

Ver planos con el nombre de “chapa portante”, códigos:

- A-1610B-M-014
- A-1610B-M-015
- A-1610B-M-016
- A-1610B-M-017
- A-1610B-M-018

7. Transmisión a correa

La transmisión de potencia entre el motor y la sierra circular de cada puente se realiza mediante **tres correas de sección A número 32** del fabricante Dunlop. Las mismas van instaladas en **dos poleas triples de 110 mm de diámetro**, es decir la relación de transmisión es unitaria. Éstas se acoplan a los ejes del motor y de la sierra mediante chaveteros.

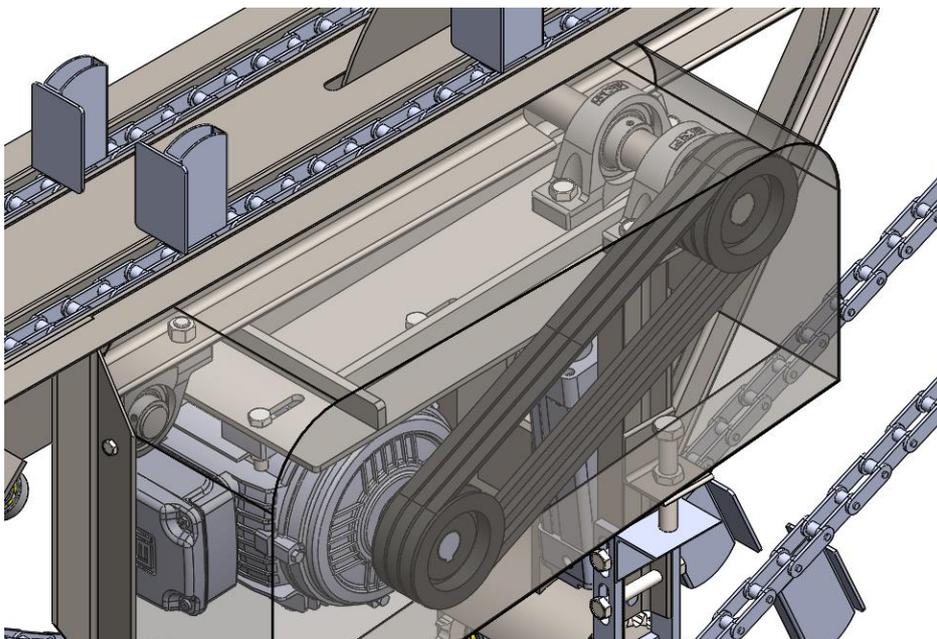


Ilustración 32. Sistema de transmisión a correa

El tensado de las correas se realiza moviendo el motor sobre ranuras de 50 mm, mediante dos tornillos fijados a la chapa portante. Dichos tornillos se colocan en agujeros roscados en una planchuela de 1" por 3/8" soldada a la chapa, y empujan otra planchuela con bujes que apoya en las patas del motor. Los tornillos son M8 x 50 mm.

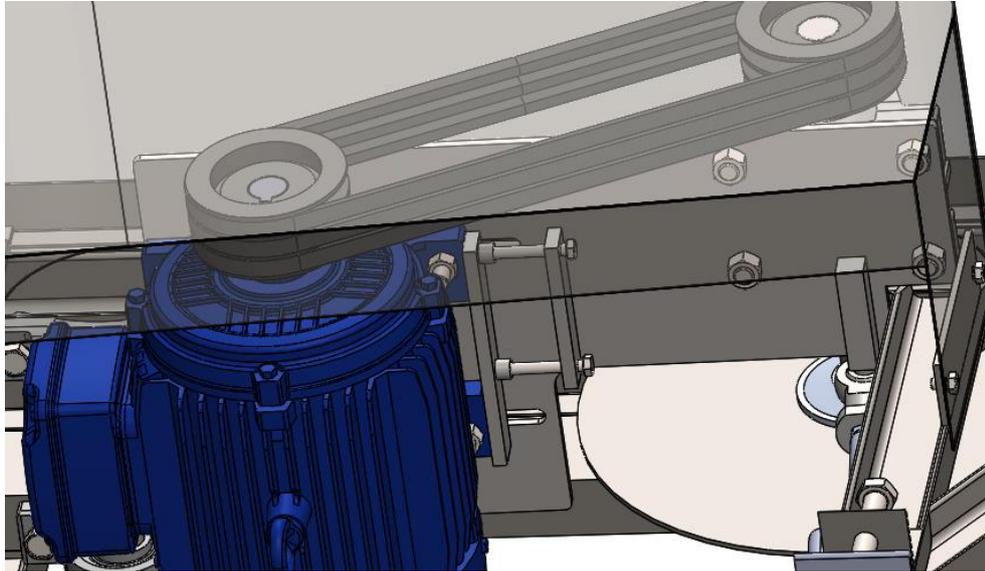


Ilustración 33. Sistema de tensado de correas

Código	Sistema de transmisión	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-04	Correa sección A n° 32	3	15
M-PC-05	Poleas triples conducida	1	5
M-PC-06	Poleas triples motriz	1	5

Tabla 4

8. Eje de sierra circular

El mismo **se encarga de sostener y transmitir la potencia a la sierra circular**. Es un macizo de 35 mm de diámetro en su parte más gruesa y 330 mm de largo. Presenta una rosca en un extremo para ajustar la sierra circular mediante un sistema de bridas. Se acopla a la chapa portante mediante dos unidades de rodamiento tipo UCP 207.

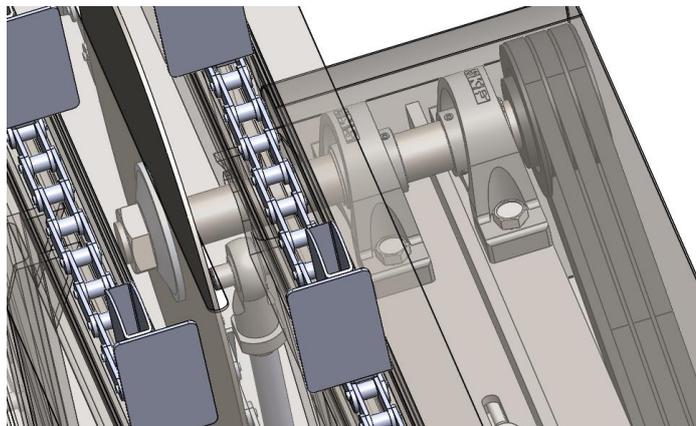


Ilustración 34. Eje de sierra circular

Código	Conjunto eje	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-10	Unidad de rodamientos UCP 207	2	10
M-PC-40	Anillos seeger para eje de 35 mm	2	10
M-PC-07	Eje de sierra circular	1	5

Tabla 5

Ver plano “eje de sierra circular”:

- A-1610B-M-019

9. Cubre poleas

- **Código de componente: M-PC-13**

El cubre poleas va fijo a la estructura del puente, mediante 4 tornillos M8 por 16 mm de largo.

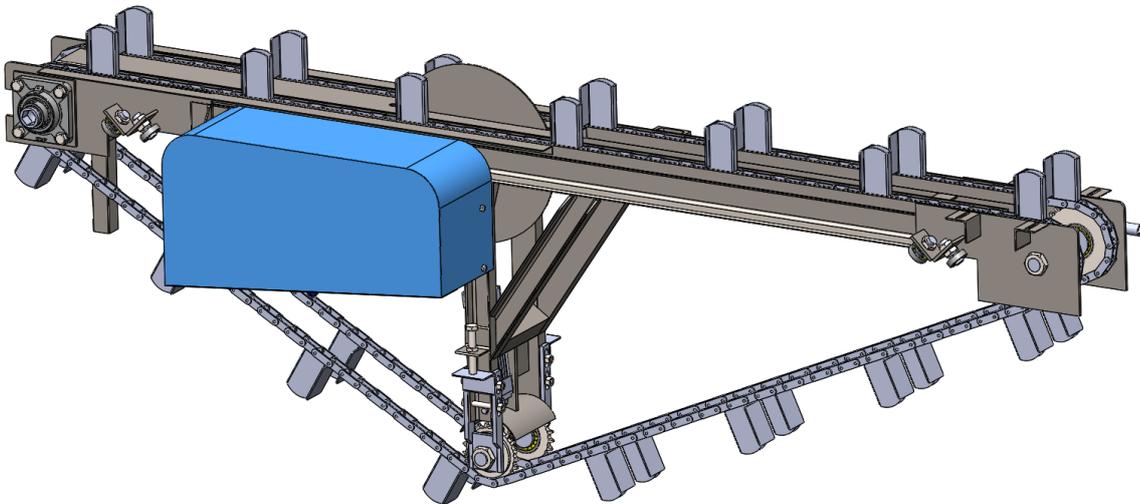


Ilustración 35. Cobertor de poleas y motor

Ver planos “cubre poleas”:

- A-1610B-M-020
- A-1610B-M-021
- A-1610B-M-022

10. Conjunto cilindro neumático elevador

El cilindro que mueve todo el sistema es marca micro modelo CN10 **de doble efecto de 125 mm de carrera y 50 mm de diámetro y cuenta con sistema de detección y de doble amortiguación.** El código de selección del producto es 0.049.260.125.

La instalación requiere de los siguientes accesorios:

- **Montaje basculante trasero hembra** para cilindro neumático de 50 mm de diámetro, código 0.029.000.004.
- **Horquilla con rótula para vástago de 20 mm**, M16 x 1,5, código 0.009.000.012.

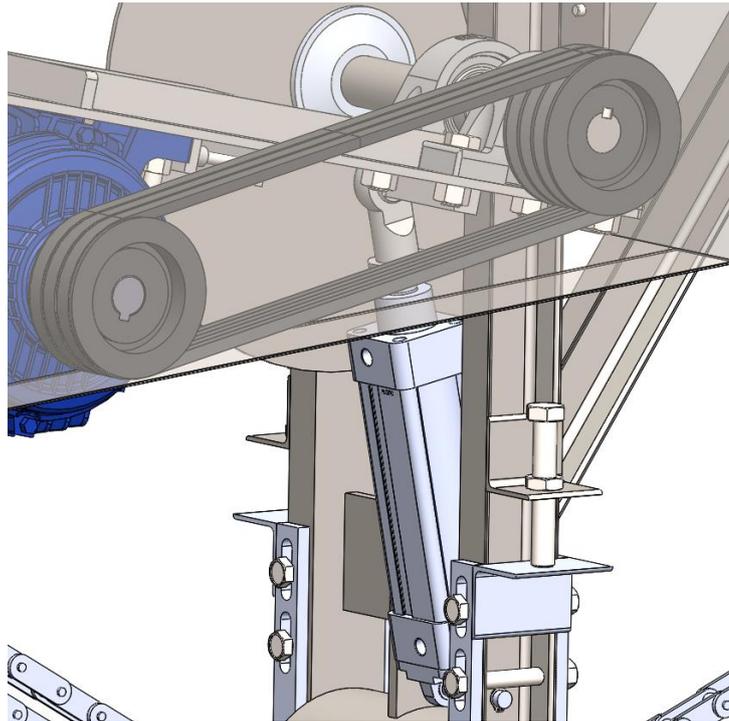


Ilustración 36. Cilindro neumático elevador y horquilla

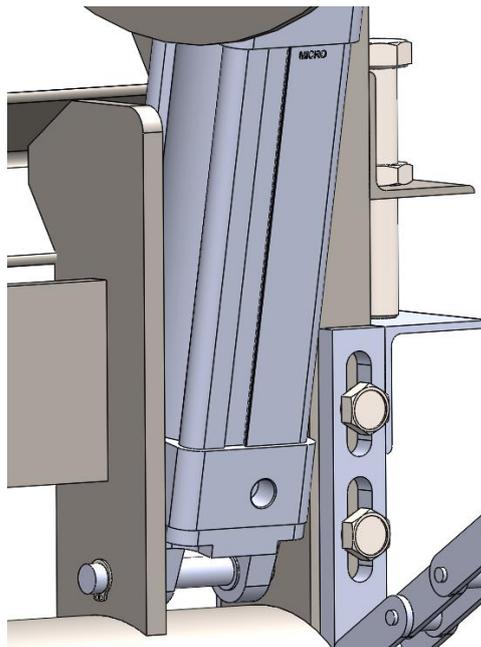


Ilustración 37. Eje cilindro elevador y basculante hembra.

El cilindro se monta a la estructura del puente mediante un eje de 12 mm de diámetro por 100 mm de largo con dos anillos elásticos, o anillos Seeger, para ejes DIN 471 que evitan su desplazamiento axial.

Código	Conjunto cilindro neumático	Código fabricante	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-36	Cilindro CN10 50 mm	0.049.260.125	1	5
M-PC-37	Basculante trasero hembra	0.029.000.004	1	5

M-PC-38	Horquilla con rótula	0.009.000.012	1	5
M-PC-39	Eje cilindro elevador	-	1	5
M-PC-41	Anillos seeger eje de 12 mm	-	2	10

Tabla 6

Ver plano de eje cilindro elevador en “ejes y cañonera”:

- A-1610B-M-024

11. Cadenas de transporte

- **Código de componente: M-PC-14**

Las cadenas de transporte son **cadenas de rodillo de paso doble modelo ANSI 2060**. Cada cadena tiene **150 eslabones de 38,1mm de largo**. Las características técnicas se encuentran en el anexo mecánica.

Cadena ANSI 2060	Largo de cadena	Longitud por puente	Longitud total
Número de eslabones	150	300	1500
Medida en mm	5715	11430	57150

Tabla 7

Las cadenas presentan empujadores cada 10 eslabones, o sea **15 empujadores por cadena**. Los mismos se sueldan a los eslabones gruesos de la cadena. Están formados por un caño rectangular estructural de 20 mm por 60 mm soldado a una chapa de 1/8”.

Empujadores	Por cadena	Por puente	Total
Cantidad	15	30	150

Tabla 8

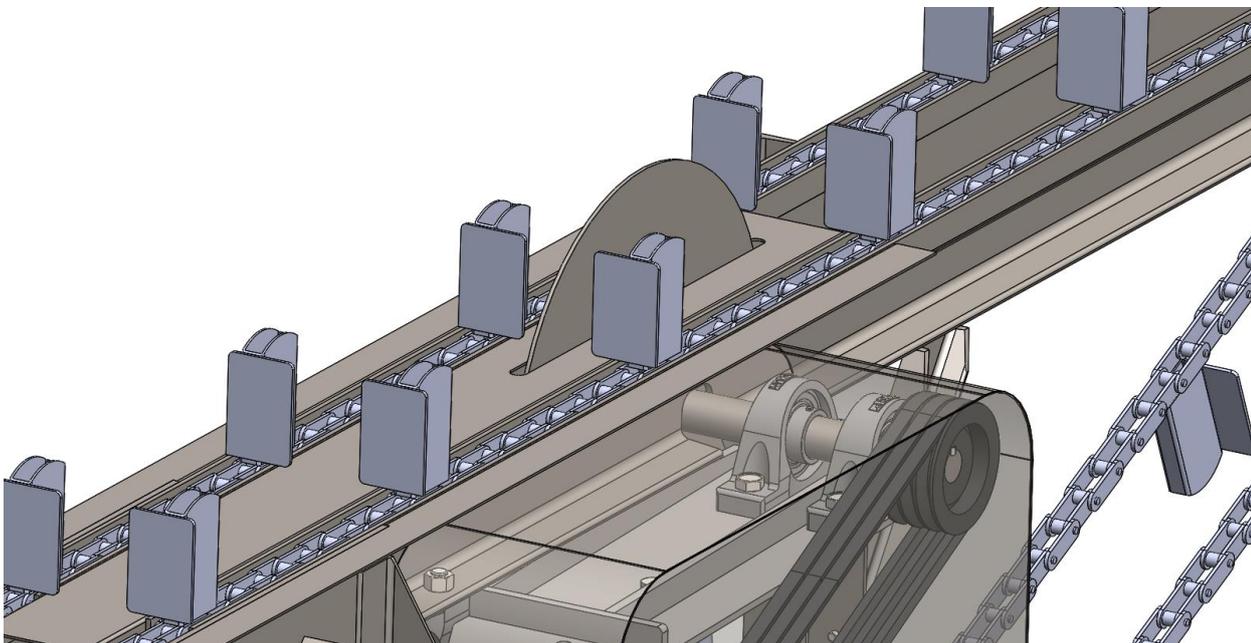


Ilustración 38. Cadenas de transporte con empujadores

El piñón conducido de cada cadena se aloja en un rodamiento de bolas oscilante de doble hilera **SKF 1208**. El rodamiento se instala en un perno fabricado a tal fin que se ajusta al puente mediante

una tuerca M30 x 2. El piñón es de **27 dientes** paso $\frac{3}{4}$ " **ASA 60**, diámetro externo del cubo de 4", espesor del cubo de 1" y diámetro interno del cubo de 80 mm donde calza el rodamiento.

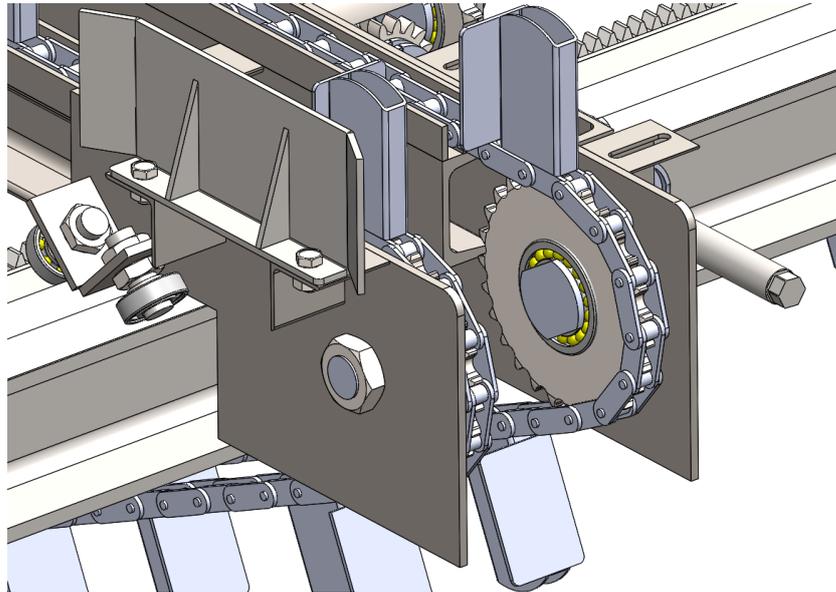


Ilustración 39. Piñón conducido, rodamiento oscilante y eje.

El sistema de tensado de cadenas consta de dos planchuelas de $\frac{3}{8}$ " por 1" y una chapa de $\frac{3}{8}$ " en la que va un eje donde se instala **un piñón con rodamiento SKF 1208**. El piñón es **de 21 dientes** paso $\frac{3}{4}$ " **ASA 60**, diámetro externo del cubo de 4", espesor del cubo de $\frac{3}{4}$ " y diámetro interno del cubo de 80 mm donde calza el rodamiento. Los piñones están protegidos mediante una chapa curva soldada a la estructura del puente.

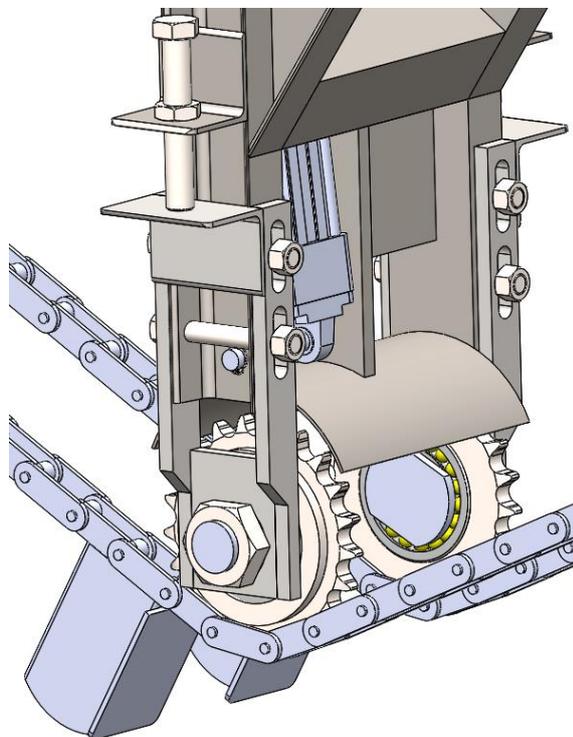


Ilustración 40. Tensor, piñón tensor, rodamiento oscilante y eje.

Los piñones motrices se ubican montados sobre acoples de bloqueo autocentrantes de 45 mm de diámetro interno. Los mismos se colocan en un caño de 45 mm de diámetro externo con dos hexagonales de 32 mm soldados en la punta. Dicho caño toma el nombre de cañonera y se utiliza para deslizarlo a través de un trefilado hexagonal de 32 mm que transmite la potencia a las cadenas de transporte. La cañonera se monta sobre unidades de rodamiento tipo UCF 209.

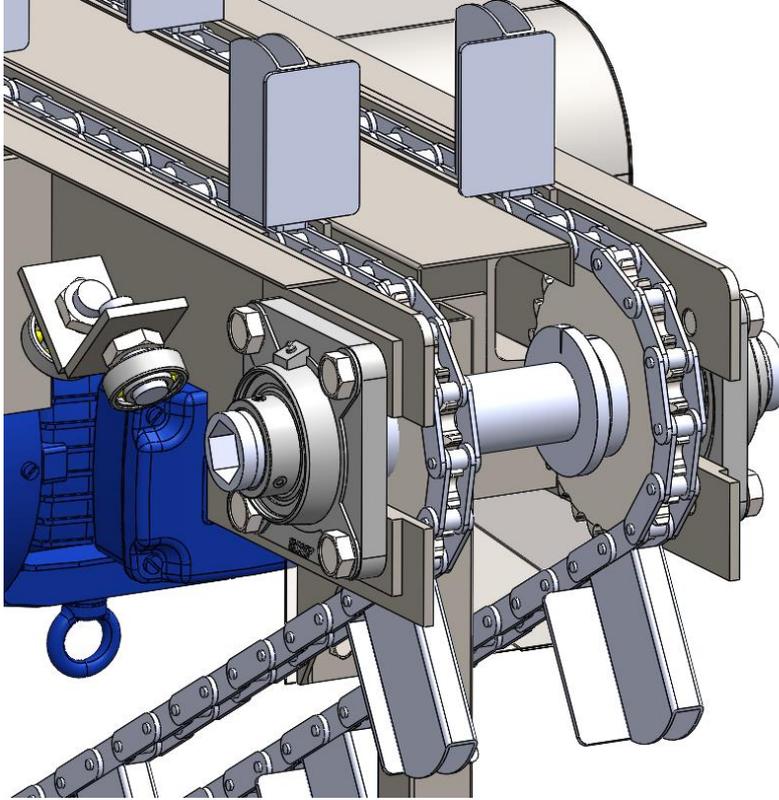


Ilustración 41. Piñones motrices, cañonera y conos autoblocantes

Código	Accesorios de cadenas transportadoras	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-22	Piñón conducido paso $\frac{3}{4}$ " 27 dientes	2	10
M-PC-25	Piñón motriz paso $\frac{3}{4}$ " 27 dientes	2	10
M-PC-19	Piñón tensor paso $\frac{3}{4}$ " 21 dientes	2	10
M-PC-20	Rodamientos SKF 1208 ETN9	4	20
M-PC-26	Acoples de bloqueo de 45 mm	2	10
M-PC-28	Unidades de rodamiento UCF 209	2	10
M-PC-15	Tensor de cadena	2	10
M-PC-16	Tornillo tensor de cadena	2	10
M-PC-17	Tornillo guía de tensor	4	20
M-PC-23	Tuerca guía de tensor	4	20
M-PC-18	Eje piñón tensor	2	10
M-PC-21	Eje piñón conducido	2	10
M-PC-24	Tuerca ejes piñones	4	20
M-PC-27	Cañonera	1	5

Tabla 9

Ver los planos de nombre “ejes y cañonera”, “empujadores” y “tensor de cadena”, códigos:

- A-1610B-M-023
- A-1610B-M-025
- A-1610B-M-026

12. Árbol hexagonal

Éste se encarga de transmitir la potencia del motorreductor a las cadenas transportadoras de manera que se muevan de manera sincronizada. A la vez permite el desplazamiento horizontal de los puentes. Esencialmente es un macizo hexagonal trefilado de 32 mm entre caras y 4885 mm de largo. En los extremos, la sección transversal es circular de 30 mm de diámetro, a fin de montarlo sobre dos unidades de rodamientos UCF 206. En el extremo del lado del motorreductor, incorpora un chavetero de 35 mm de largo, para acoplarlo a la corona de la cadena de transmisión.

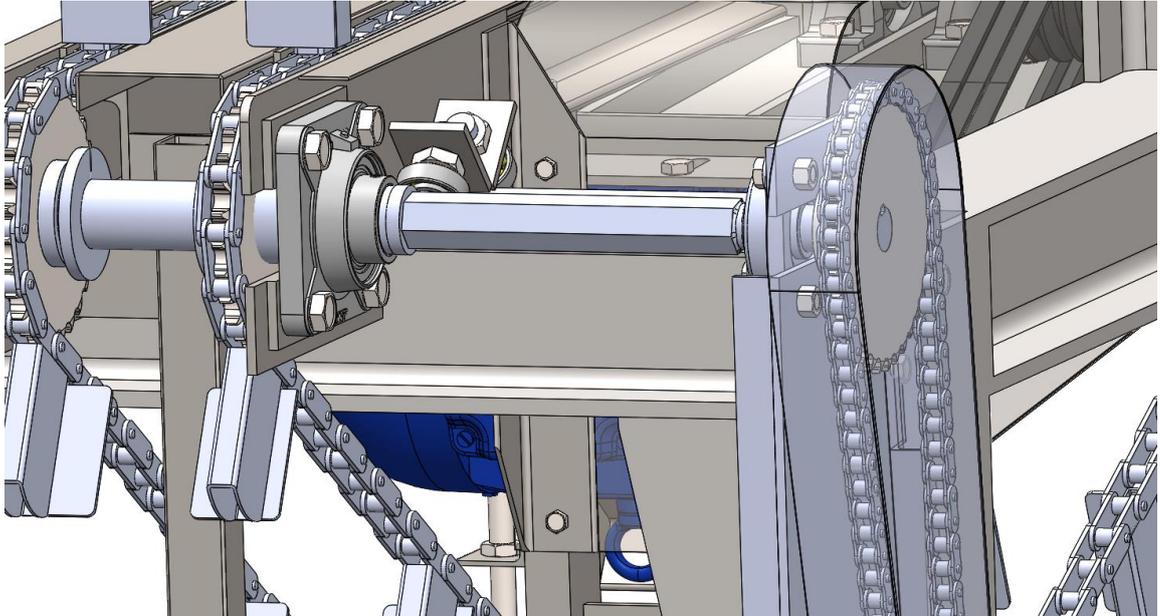


Ilustración 42. Árbol hexagonal y sistema de transmisión

Código	Componentes	Cantidad
M-PG-01	Árbol hexagonal	1
M-PG-09	Unidades de rodamiento UCF 206	2

Tabla 10

Ver plano “ejes y cañonera”:

- A-1610B-M-024

13. Cadena de transmisión y motorreductor

A continuación se muestra la disposición del conjunto de transmisión a cadena. El estiramiento se consigue bajando el motorreductor, a lo largo de ranuras dispuestas a tal fin, cada vez que el desgaste de la cadena lo justifique.

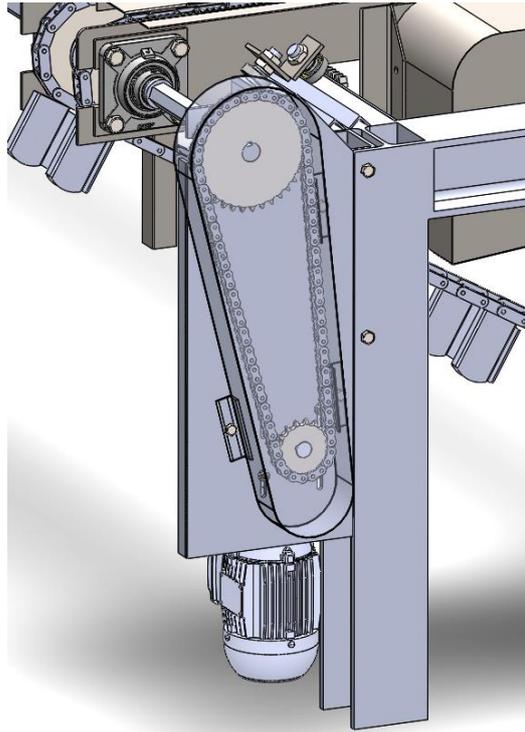


Ilustración 43. Sistema de transmisión y motorreductor

Se utiliza para el movimiento de las cadenas de transporte un **motorreductor con antecaja a engranajes marca Lentax, de 0,5 HP con una velocidad de salida de 29,9 rpm y un momento útil de 92 Nm**. Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo mecánica. La posición de instalación es la 5a con brida.

El código de fabricante: 22FR-50-29,9-B5a representa el modelo, el motor, la velocidad de salida y la posición de montaje con brida.

Código	Componentes	Cantidad
M-PG-08	Cadena de transmisión 5/8" ANSI 50	44 eslabones
M-PG-12	Piñón motriz 5/8" ANSI 50 de 17 dientes	1
M-PG-13	Piñón motriz 5/8" ANSI 50 de 35 dientes	1
M-PG-02	Motorreductor	1

Tabla 11

14. Traslación de puentes

Los rodamientos son 6204 y están montados en ejes, roscados y sujetos al puente mediante planchuelas de 1/4" por 2" ubicadas a 45°. Con el sistema de tuercas en el eje se logra la regulación en altura del rodamiento, y por lo tanto del puente, con la finalidad de compensar errores de fabricación.

Códigos	Rodamientos	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-30	SKF 6204	8	40
M-PC-29	Ejes apoyo puentes	8	40

Tabla 12

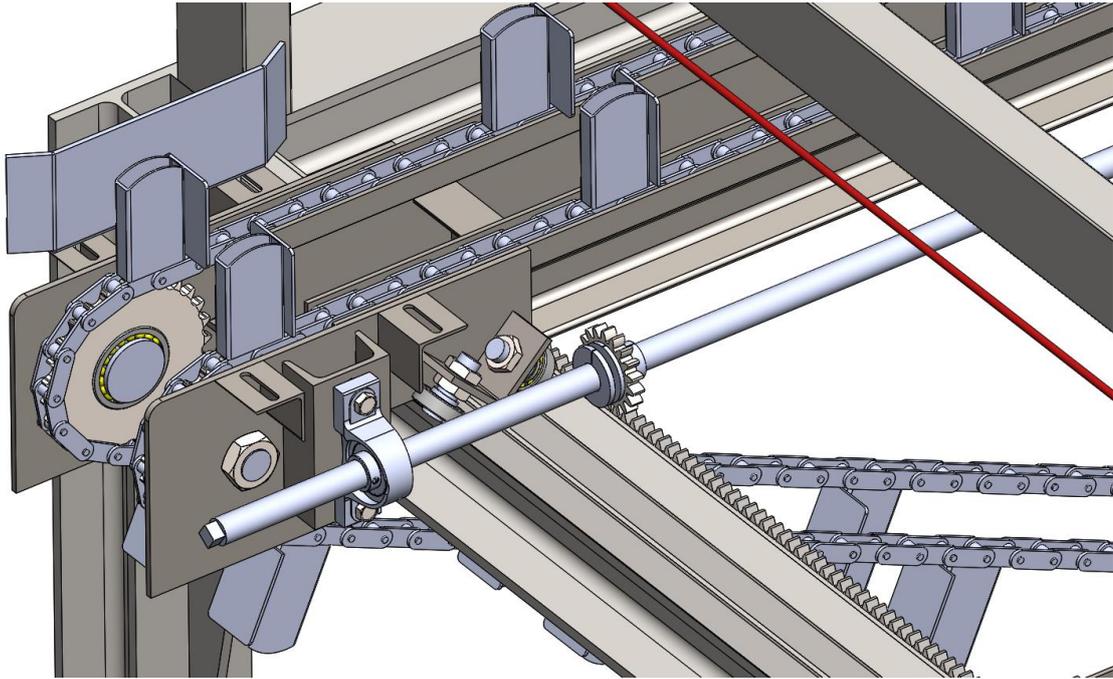


Ilustración 44. Eje de traslación de puentes, piñones y cremalleras

Se colocan **dos cremalleras en los largueros de la mesa** y **dos piñones** en la zona de los apoyos de cada puente, **unidos entre sí con un eje macizo de 25 mm soportado al puente mediante tres unidades de rodamientos UCP 205**. El eje dispone de un cuadrante en un extremo que permite el accionamiento de manera manual. Las cremalleras utilizadas son de módulo 4 y los piñones de 18 dientes.

Las unidades de soporte de rodamientos pueden desplazarse de manera vertical para posicionar el puente de manera exacta y lograr un engrane apropiado entre piñón y cremallera. Los piñones, además se montan en el eje mediante acoples de bloqueo autocentrantes de 25 mm.

Códigos	Componentes	Cantidad por puente	Cantidad total
M-PC-33	Piñón módulo 4 y 18 dientes	2	10
M-PG-10	Cremallera módulo 4	-	2
M-PC-34	Acoples de bloqueo de 25 mm	2	10
M-PC-35	Unidad de rodamiento UCP 205	3	15
M-PC-32	Eje de traslación manual	1	5

Tabla 13

Ver planos “ejes y cañonera”:

- A-1610B-M-024

15. Apretadores

El sistema cuenta de un carrito que se mueve a lo largo de la despuntadora. En el mismo se instala el cilindro neumático y las válvulas para su comando.

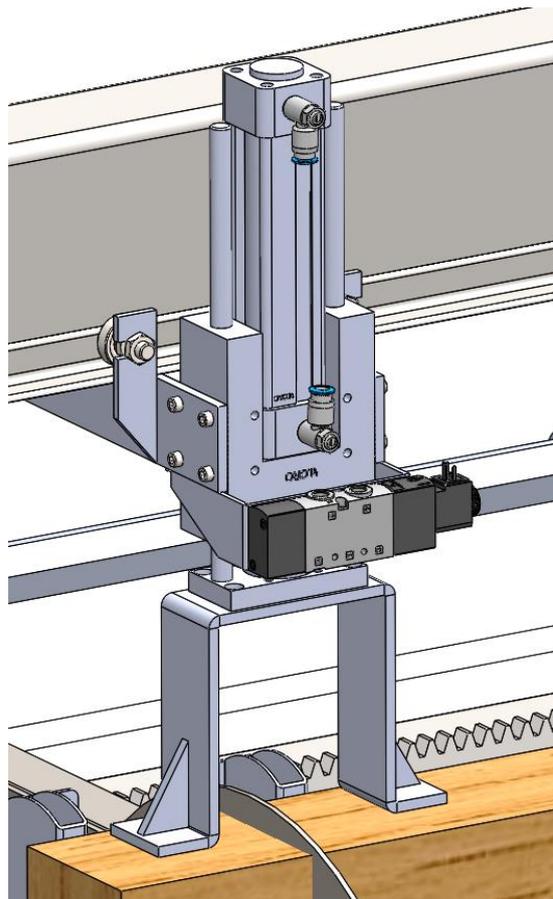


Ilustración 45. Conjunto apretador

El carrito se ajusta en la posición deseada mediante una tuerca mariposa M10 que aprieta el conjunto contra los carriles.

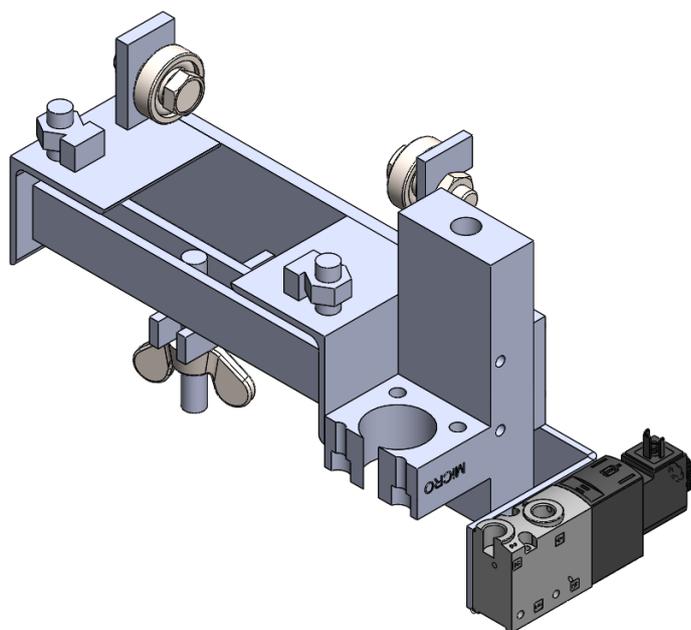


Ilustración 46. Corte de carro apretador

Específicamente el carro está formado por dos perfiles ángulo de 2" por 1/8" unidos mediante dos planchuelas de 2" por 1/4". Para desplazarse cuenta con cuatro rodamientos SKF 6200 ajustados mediante tornillos M10 colocados en planchuelas de 1" por 3/16", como se observa en la imagen siguiente.

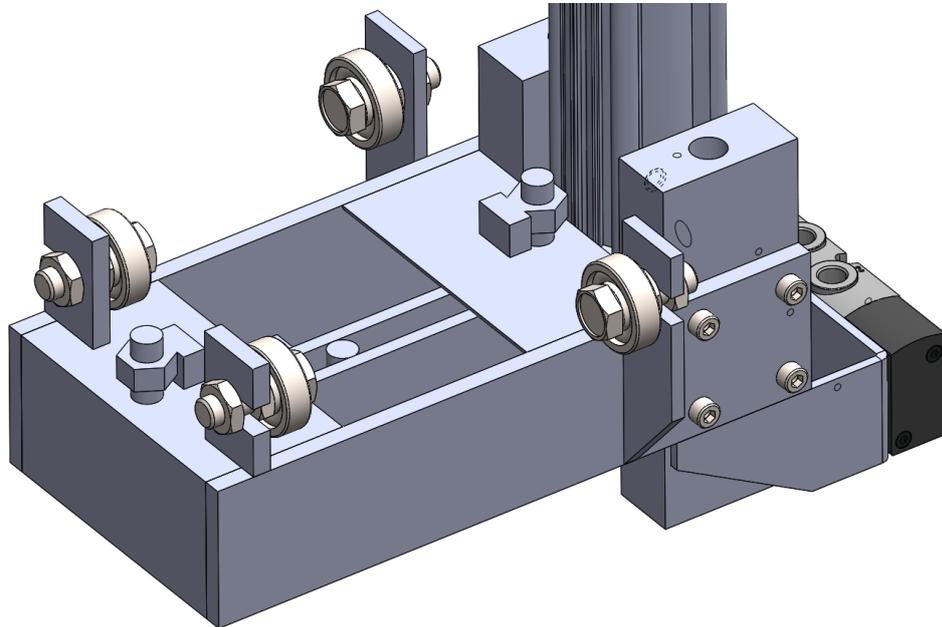


Ilustración 47. Carro apretador y rodamientos de traslación

Sobre la madera apoya una planchuela plegada de 2" por 1/4" atornillada a la guía que se le incorpora al cilindro neumático.

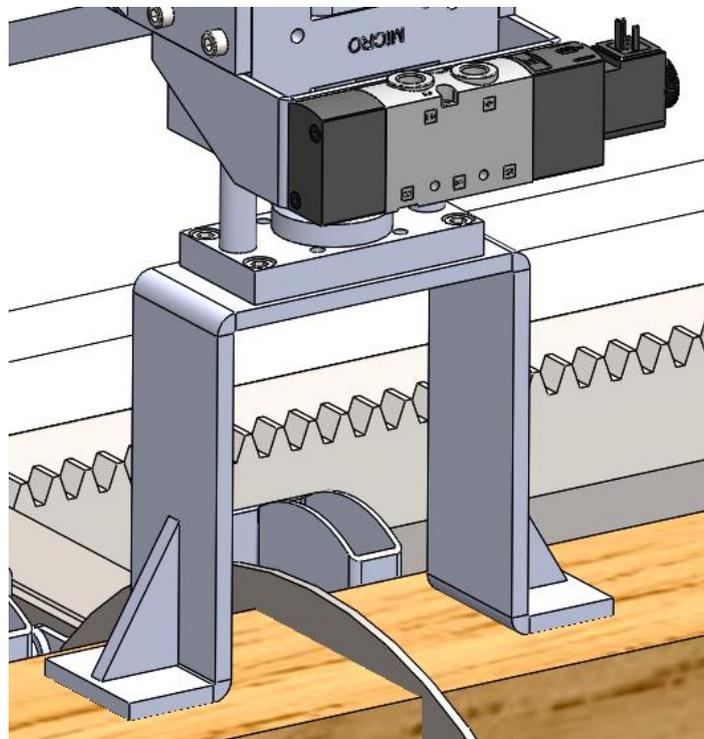


Ilustración 48. Planchuela de apretador

La tabla siguiente se muestra los perfiles utilizados y los largos necesarios de cada uno para la construcción de los apretadores.

Perfil	Longitud para 1 apretador [mm]	Longitud total [mm]
Ángulo de 2" x 1/8"	194	970
Planchuela 2" x 1/4"	944	4720
Planchuela 1" x 1/4"	260	1300
Planchuela 1/2" x 3/16"	194	970
Planchuela 1" x 3/16"	310	1550
Varilla roscada M10x1,5	190	950
Planchuela 1,5" x 1/8"	262	1310

Tabla 14

Código	Componente	Cantidad por apretador	Cantidad total	Código de fabricante
M-AP-08	Cilindro CN10 32	1	5	0.047.230.125
M-AP-07	Guía CN10	1	5	0.047.980.125

Tabla 15

Síntesis de elementos utilizados para la construcción de los apretadores.

Código	Conjunto apretador	Cantidad por unidad	Cantidad total
M-AP-00	Carro apretador	1	5
M-AP-01	Tornillo de ajuste	1	5
M-AP-02	Tuerca de tornillo M10x1,5 con tope	2	10
M-AP-03	Mariposa de ajuste	1	5
M-AP-04	Planchuela apretador	1	5
M-AP-05	Rodamiento SKF 6200	4	20
M-AP-06	Tornillo hexagonal M10x1,5x30	4	20
M-AP-09	Tuerca hexagonal M10x1,5	8	40
M-AP-10	Tornillo hueco hexagonal M5x0,8x16	8	40
M-AP-11	Tornillo hueco hexagonal M6x1x12	4	20

Tabla 16

Ver planos de nombres "base apretador", "tornillo apretador", "estructura portante" y "planchuela apretador", códigos:

- A-1610B-M-005
- A-1610B-M-028
- A-1610B-M-030
- A-1610B-M-027
- A-1610B-M-029
- A-1610B-M-031

16. Cálculo de materiales manufacturados

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal U\$S
M-PG-02	Motorreductor	1	410	410
M-PG-08	Cadena de transmisión	1 m	25	25
M-PG-09	Soporte y rodamiento árbol hexagonal	2	15,5	31
M-PG-10	Cremallera	9 m	28	252
M-PG-12	Piñón motriz	1	12	12
M-PG-12	Piñón conducido	1	18	18
M-PC-01	Sierra circular	5	100	500
M-PC-02	Motor de sierra	5	375	1875

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: GP y A De Carli 27/03/17	Aprobó:	Página 48 de 133
------------------------------------	----------------------------------	---------	------------------

M-PC-04	Correa de transmisión	15	12,5	187,5
M-PC-05	Polea motriz	5	31	155
M-PC-06	Polea conducida	5	31	155
M-PC-10	Soporte y rodamiento eje de sierra	10	17,5	175
M-PC-11	Soporte y rodamiento chapa portante	10	13,5	135
M-PC-14	Cadena de transporte con empujadores	60 m	25	1500
M-PC-19	Piñón tensor	10	20	200
M-PC-20	Rodamiento piñones	20	12	240
M-PC-22	Piñón conducido	10	25	250
M-PC-25	Piñón motriz	10	25	250
M-PC-26	Cono autoblocante para piñón motriz	10	100	1000
M-PC-28	Soporte y rodamiento para cañonera	10	30	300
M-PC-30	Rodamiento apoyo de puente	40	4	160
M-PC-33	Piñón de traslación	10	25	250
M-PC-34	Cono autoblocante de traslación	10	50	500
M-PC-35	Soporte y rodamiento eje de traslación	15	11,25	168,75
M-PC-36	Cilindro neumático de elevación	5	200	1000
M-PC-37	Basculante cilindro de elevación	5	28,125	140,6
M-PC-38	Horquilla cilindro de elevación	5	18,75	93,75
M-AP-05	Rodamiento	20	3	60
M-AP-07	Guía de cilindro neumático	5	85	425
M-AP-08	Cilindro neumático	5	175	875
-	Accesorios	-	125	125
Total U\$S				11468,6

17. Códigos de componentes

Código	Descripción corta	Descripción larga
M-PG-00	Estructura portante	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-01	Árbol hexagonal	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-02	Motorreductor	0,5 HP, salida: 30 rpm, Par útil 92 Nm
M-PG-03	Soporte motorreductor	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-04	Soporte hexagonal	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-05	Cubre cadena	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-06	Bandeja porta cables	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-07	Estructura tableros	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-08	Cadena de transmisión	ANSI Paso 5/8", 44 eslabones
M-PG-09	Soporte y rodamiento árbol hexagonal	UCF 206
M-PG-10	Cremallera	Módulo 4, largo: 4,5 m
M-PG-11	Tope de alimentación	Especificaciones en planos correspondientes
M-PG-12	Piñón motriz	Paso 5/8", ANSI 50 de 17 dientes
M-PG-12	Piñón conducido	Paso 5/8", ANSI 50 de 35 dientes
M-PC-00	Estructura puentes	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-01	Sierra circular	Diámetro: 400 mm, paso: 19 mm, 64 dientes
M-PC-02	Motor de sierra	5,5 HP, 2 polos, 2900 rpm, IEC 112M

M-PC-03	Chapa portante	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-04	Correa de transmisión	Trapezoidal, sección A, n° 32
M-PC-05	Polea motriz	Triple, sección A, 110 mm, eje 30 mm
M-PC-06	Polea conducida	Triple, sección A, 110 mm, eje 28 mm
M-PC-07	Eje de sierra circular	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-08	Brida de sierra circular	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-09	Tuerca de sierra circular	M30 x 2
M-PC-10	Soporte y rodamiento eje de sierra	UCP 207
M-PC-11	Soporte y rodamiento chapa portante	UCP 206
M-PC-12	Tensor de poleas	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-13	Cubre poleas	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-14	Cadena de transporte con empujadores	ANSI 2060, 150 eslabones
M-PC-15	Tensor de cadena	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-16	Tornillo tensor de cadena	M16 x 1 x 100
M-PC-17	Tornillo guía tensor de cadena	M12 x 1,75 x 90
M-PC-18	Eje piñón tensor	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-19	Piñón tensor	ANSI 60, paso 3/4", 21 dientes
M-PC-20	Rodamiento piñones	SKF 1208 ETN9
M-PC-21	Eje piñón conducido	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-22	Piñón conducido	ANSI 60, paso 3/4", 27 dientes
M-PC-23	Tuerca guía tensor de cadena	M12 x 1,75
M-PC-24	Tuerca ejes piñones	M30 x 3,5
M-PC-25	Piñón motriz	ANSI 60, paso 3/4", 27 dientes
M-PC-26	Cono autoblocante para piñón motriz	Diámetro 45 mm
M-PC-27	Cañonera	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-28	Soporte y rodamiento para cañonera	UCF 209
M-PC-29	Eje de apoyo de puente	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-30	Rodamiento apoyo de puente	SKF 6204
M-PC-31	Tuerca de apoyo de puente	M20 x 2,5
M-PC-32	Eje de traslación	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-33	Piñón de traslación	Módulo 4, 18 dientes
M-PC-34	Cono autoblocante de traslación	Diámetro 25 mm
M-PC-35	Soporte y rodamiento eje de traslación	UCP 205
M-PC-36	Cilindro neumático de elevación	ISO 15552, diámetro 50 mm, carrera 125 mm
M-PC-37	Basculante cilindro de elevación	Basculante trasero hembra, CN10, 50 mm
M-PC-38	Horquilla cilindro de elevación	CN10, diámetro 50 mm
M-PC-39	Eje cilindro de elevación	Especificaciones en planos correspondientes
M-PC-40	Anillos seeger	Para eje de 35 mm, DIN 471
M-PC-41	Anillos seeger	Para eje de 12 mm, DIN 471
M-AP-00	Carro	Especificaciones en planos correspondientes
M-AP-01	Tornillo de ajuste	Especificaciones en planos correspondientes
M-AP-02	Tuerca tornillo de ajuste	Especificaciones en planos correspondientes

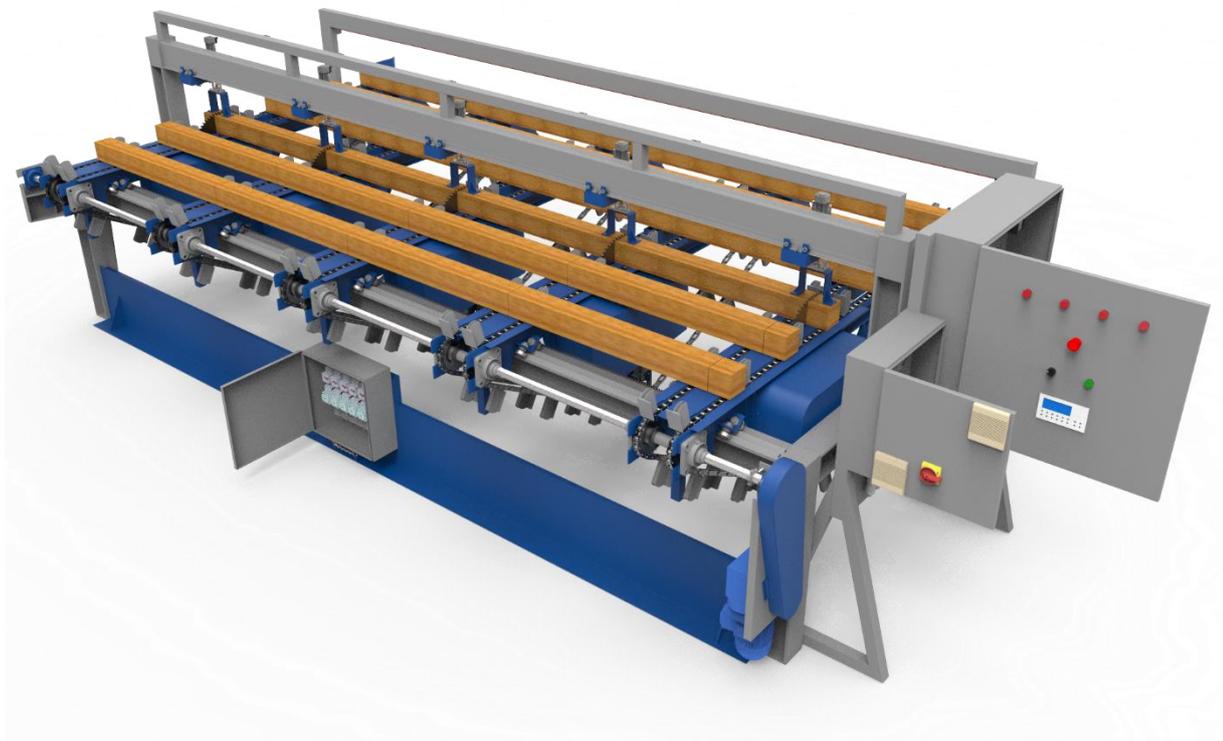
M-AP-03	Mariposa de ajuste	DIN 315, M10
M-AP-04	Planchuela apretador	Especificaciones en planos correspondientes
M-AP-05	Rodamiento	SKF 6200
M-AP-06	Tornillo porta rodamiento	M10 x 1,5 x 30
M-AP-07	Guía de cilindro neumático	Guía H tipo JB, cilindro 32 mm, carrera 125 mm
M-AP-08	Cilindro neumático	ISO 15552, diámetro 32 mm, carrera 125 mm
M-AP-09	Tuerca hexagonal	M10x1,5
M-AP-10	Tornillo hueco hexagonal	M5x0,8x16
M-AP-11	Tornillo hueco hexagonal	M6x1x12

18. Listado de planos

- **A-1610B-M-001** Estructura portante
- **A-1610B-M-002** Estructura portante
- **A-1610B-M-003** Estructura portante
- **A-1610B-M-004** Estructura portante
- **A-1610B-M-005** Estructura portante
- **A-1610B-M-006** Estructura puente
- **A-1610B-M-007** Estructura puente
- **A-1610B-M-008** Estructura puente
- **A-1610B-M-009** Estructura puente
- **A-1610B-M-010** Estructura puente
- **A-1610B-M-011** Estructura puente
- **A-1610B-M-012** Estructura puente
- **A-1610B-M-013** Estructura puente
- **A-1610B-M-014** Chapa portante
- **A-1610B-M-015** Chapa portante
- **A-1610B-M-016** Chapa portante
- **A-1610B-M-017** Chapa portante
- **A-1610B-M-018** Chapa portante
- **A-1610B-M-019** Eje de sierra circular
- **A-1610B-M-020** Cubre poleas
- **A-1610B-M-021** Cubre poleas
- **A-1610B-M-022** Cubre poleas
- **A-1610B-M-023** Ejes y cañonera
- **A-1610B-M-024** Ejes y cañonera
- **A-1610B-M-025** Empujadores
- **A-1610B-M-026** Tensor de cadena
- **A-1610B-M-027** Carro apretador
- **A-1610B-M-028** Carro apretador
- **A-1610B-M-029** Carro apretador
- **A-1610B-M-030** Tornillo de ajuste
- **A-1610B-M-031** Planchuela apretador
- **A-1610B-M-032** Soporte motorreductor
- **A-1610B-M-033** Soporte motorreductor
- **A-1610B-M-034** Soporte hexagonal
- **A-1610B-M-035** Soporte hexagonal
- **A-1610B-M-036** Tope de alimentación
- **A-1610B-M-037** Tope de alimentación
- **A-1610B-M-038** Bandeja porta cables
- **A-1610B-M-039** Cubre cadenas
- **A-1610B-M-040** Estructura tableros

INGENIERÍA DE DETALLES

NEUMÁTICA



Página en blanco.

Índice

1.	Instalación neumática.....	57
2.	Alimentación de aire comprimido	57
3.	Elevadores	58
4.	Apretadores.....	60
5.	Cálculo de materiales y presupuesto	61
6.	Códigos de líneas.....	62
7.	Códigos de componentes	62
8.	Listado de planos	63

Página en blanco.

1. Instalación neumática

La instalación de aire se divide en dos líneas principales, una para los cilindros elevadores y otra para los apretadores. Ambas surgen de la entrada de aire al sistema, la primera va hasta el tablero de fuerza y a partir de ahí se divide para alimentar los cinco puentes de corte, la segunda se tiende sobre la estructura principal a lo largo de un perfil dispuesto a tal fin, y alimenta todos los cilindros apretadores.

Ver planos:

- **A-1603B-N-001 Rev00** Croquis neumático entrada
- **A-1603B-N-002 Rev00** Croquis neumático elevadores
- **A-1603B-N-003 Rev00** Croquis neumático apretadores

2. Alimentación de aire comprimido

La conexión de aire comprimido a 6,3 bar a la despuntadora múltiple se realiza a través de una unidad FR+L. A la salida de la unidad FR+L se ubica una válvula tipo colizante 3/2 de acción manual que se utiliza como dispositivo de apertura y cierre de entrada de aire.



Ilustración 49. FR+L

Código	Componente	Características y conexión	Código micro	Cantidad
N-LP-00	FR+L	QBM1 G 1/4"	0.103.003.532	1
N-LP-01	Válvula colizante	3/2 R 1/4"	0.400.000.922	1
N-CM-00	Cupla	G 1/4"	0.000.008.913	1
N-CM-01	Conector T	R 1/4" a 10	0.451.980.013	1

Tabla 17



Ilustración 50. Válvula colizante 3/2

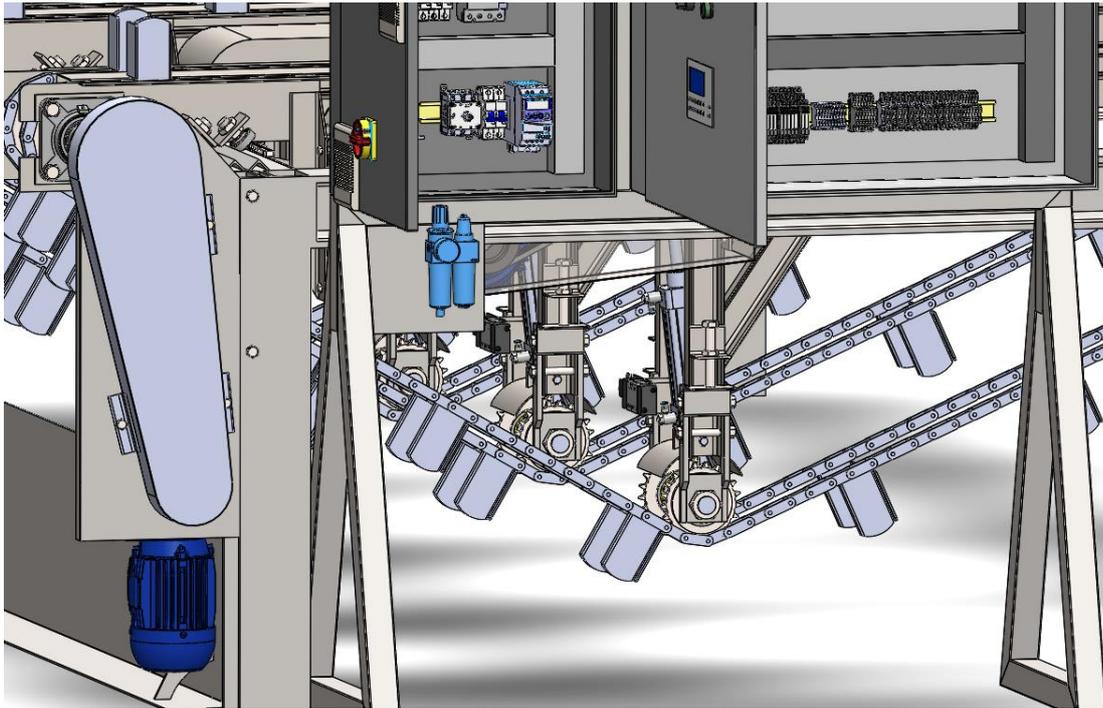


Ilustración 51. Ubicación de alimentación de aire comprimido y FR+L.

Ver plano:

- **A-1603B-N-001 Rev00** Croquis neumático entrada

3. Elevadores

En el caso de los cilindros elevadores, el recorrido de las mangueras coincide con el de los cables de potencia y comando en cada uno de los puentes.

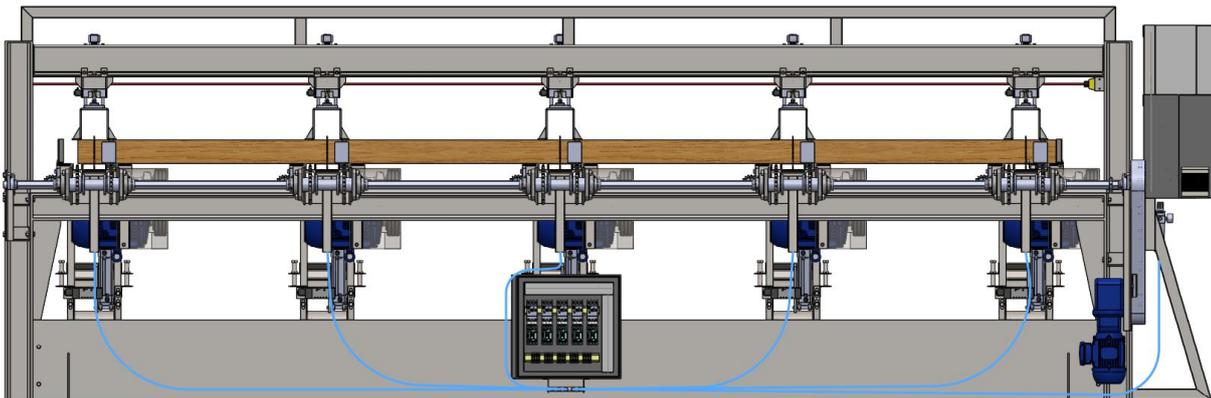


Ilustración 52. Distribución de mangueras de aire para cada cilindro elevador.

Las mangueras PU 6 correspondientes a cada puente se conectan a la manguera PU 10 perteneciente a la línea de alimentación a través de un distribuidor de cinco vías ubicado en el tablero de fuerza. A partir del distribuidor se tienden mangueras de PU de 6 mm hacia cada válvula de comando del cilindro elevador correspondiente a cada puente.

En la tabla 2 se detallan los componentes que incorpora la línea de alimentación de aire de los cilindros elevadores. Además, en la tabla 3 se detallan los tipos y longitudes de mangueras usadas en esta línea.

Componente	Características y conexión	Código micro	Cantidad	Código
Distribuidor de alimentación	Para 5 válvulas G 1/4"	0.200.000.165	1	N-LE-00
Conector recto rosca R	R 1/4" a 10	0.451.011.013	1	N-CM-03
Conector recto rosca R	R 1/4" a 6	0.451.010.613	20	N-CM-04
Válvulas de distribución	5/2 SB1 Global Class 1/4"	0.220.002.522/203	5	N-LE-01
Válvulas reguladoras	Tipo banjo G 1/4" a 6	0.470.600.613	10	N-LE-02
Silenciadores de escape	SBR G 1/4"	0.400.001.322	10	N-LE-03

Tabla 18

Componente	Características y conexión	Código micro	Longitud [m]	Código
Manguera PU 10	Azul 10 mm	0.000.012.531	4	N-CM-02
Manguera PU 6	Azul 6 mm	0.000.012.529		N-CM-05

Tabla 19

El distribuidor de alimentación se conecta a la línea mediante un conector recto de rosca cónica R 1/4" a manguera n° 10. A partir de ahí, las conexiones se realizan con el conector recto R 1/4" a manguera n° 6. A la salida de las válvulas de distribución de cada cilindro elevador se usa el mismo conector mencionado para las mangueras que alimentan el cilindro.

Cada válvula de distribución se ubica en la estructura del puente en la cercanía del cilindro neumático que comanda. Las válvulas reguladoras de caudal se montan directamente en el cilindro neumático. A la salida de las válvulas de distribución se colocan silenciadores de escape tipo SBR de bronce sinterizado y aluminio.

Finalmente en la tabla 4 se resumen las características de los cilindros neumáticos elevadores y los accesorios necesarios para su instalación.

Código	Componente	Características y conexión	Código micro	Cantidad
M-PC-36	Cilindro neumático	CN10 50x125 mm G 1/4"	0.049.260.125	5
M-PC-38	Horquilla	M16 x 1,5	0.009.000.012	5
M-PC-37	Basculante hembra	CN10 50	0.029.000.004	5

Tabla 20

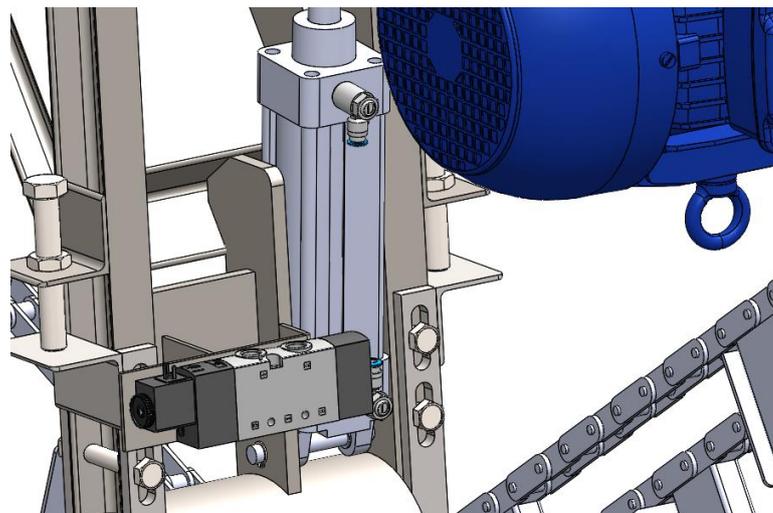


Ilustración 53. Disposición de cilindro elevador, electroválvula de distribución y reguladoras de caudal.

Ver planos

- **A-1603B-N-002 Rev00** Croquis neumático elevadores
- **A-1603B-N-004 Rev00** Croquis neumático en puentes

4. Apretadores

La alimentación de aire a los cilindros neumáticos apretadores se realiza tendiendo una línea de manguera de 10 mm sobre un tubo estructural ubicado arriba de los mismos. Para cada uno de los cilindros neumáticos se coloca un tubo en espiral conectado a la línea mencionada mediante un distribuidor de 4 caras.

El recorrido de la línea de alimentación de los cilindros apretadores se observa en el plano:

- A-1603B-N-003 Rev00

En la tabla 5 se detallan los componentes de la línea de alimentación de aire de los cilindros apretadores y en la tabla 6 los tipos y longitudes de mangueras usadas en esta línea. En la tabla 7 se encuentra el cilindro usado en los dispositivos de apriete.

Código	Componente	Características y conexión	Código micro	Cantidad
N-LA-00	Válvula de retención	VA G 1/4"	0.400.000.622	1
N-CM-03	Conector recto rosca R	R 1/4" a 10	0.451.011.013	11
N-LA-01	Distribuidor de 4 caras	G 1/4"	0.000.008.931	5
N-LA-06	Regulador de presión	QBM1, 0 a 10 bar, G 1/4"	0.103.000.832	1
N-CM-06	Conector recto rosca R	R 1/4" a 8	0.451.010.813	5
N-CM-07	Conector recto rosca R	R 1/8" a 8	0.451.010.810	15
N-LA-02	Válvulas de distribución	5/2 SB0 Global Class 1/8"	0.220.002.511/203	5
N-LA-03	Válvulas reguladoras	Tipo banjo G 1/8" a 8	0.470.600.810	10

Tabla 21

Código	Componente	Características y conexión	Código micro	Longitud [m]
N-CM-02	Manguera PU 10	Azul 10 mm	0.000.012.531	5
N-CM-08	Manguera PU 8	Azul 8 mm	0.000.012.530	1,5
N-LA-05	Tubo en espiral PUH	Azul 8mm y 2 m extendido	0.403.000.138	5

Tabla 22

Código	Componente	Características y conexión	Código micro	Cantidad
M-AP-08	Cilindro neumático	CN10 32x125 mm G 1/4"	0.047.260.125	5
M-AP-07	Guía CN10	Guía H tipo JB-I	0.047.980.125	5

Tabla 23

Atornillados al tubo estructural mencionado se encuentran los 5 distribuidores de 4 caras a los que se conectan los tubos en espiral. La ubicación exacta de los distribuidores está definida en los planos mecánicos de la estructura portante, específicamente en el plano:

- A-1610B-M-004

La conexión entre los tubos en espiral y los distribuidores se realiza con conectores para mangueras. Los mismos son rosca R1/4" para mangueras de 8 mm. Finalmente, los utilizados para conectar las mangueras en espiral a las válvulas de comando de los cilindros apretadores son rosca R 1/8" para manguera de 8 mm.

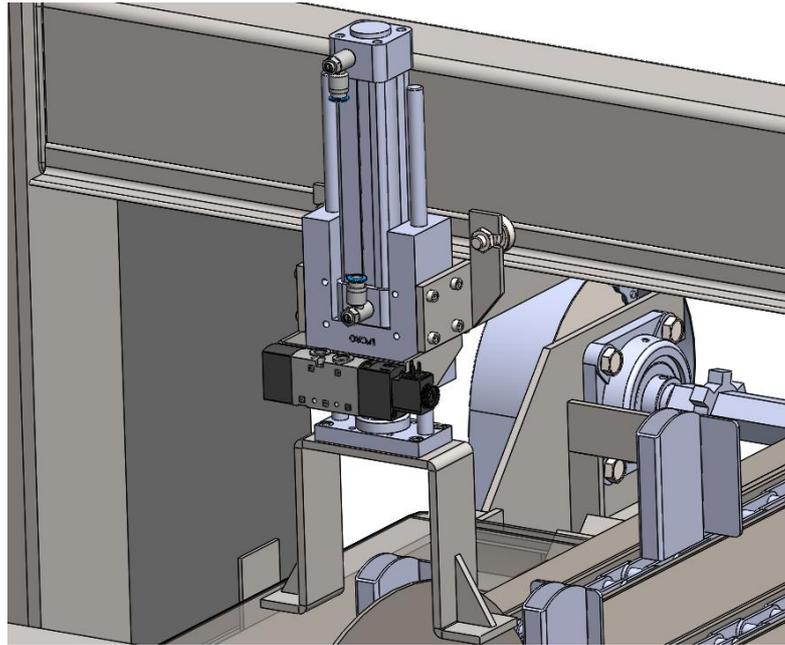


Ilustración 54. Disposición de cilindro apretador, electroválvula de distribución y reguladoras de caudal.

Ver plano:

- **A-1603B-N-003 Rev00** Croquis neumático apretadores

5. Cálculo de materiales y presupuesto

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal U\$S
N-LP-00	FR+L	1	116	116
N-LP-01	Válvula colizante	1	60	60
N-LE-00	Distribuidor de alimentación	1	15	15
N-LE-01	Válvula de distribución	5	170	850
N-LE-02	Válvula reguladora	10	9	90
N-LE-03	Silenciador de escape	10	4	40
N-LA-00	Válvula de retención	1	50	50
N-LA-01	Distribuidor de 4 caras	5	10	50
N-LA-02	Válvula de distribución	5	160	800
N-LA-03	Válvula reguladora	10	10	100
N-LA-04	Silenciador de escape	10	4	40
N-LA-05	Tubo en espiral	5	3	15
N-LA-06	Regulador de presión	1	50	50
N-CM-00	Cupla	1	1	1
N-CM-01	Conector T 10	1	1	1
N-CM-02	Manguera PU 10	4	3	12
N-CM-03	Conector recto R 1/4" a 10	12	1	12
N-CM-04	Conector recto R 1/4" a 6	20	1	20
N-CM-05	Manguera PU 6	45	1,5	67,5

N-CM-06	Conector recto R 1/4" a 8	5	1	5
N-CM-07	Conector recto R 1/8" a 8	15	1	15
N-CM-08	Manguera PU8	16	2	32
Total U\$S				2324

6. Códigos de líneas

Códigos	Origen	Destino	Longitud [m]
EN-00	Zona de tableros	Tablero de fuerza	4
AN-00	Zona de tableros	Elevador 1	9,1
AN-01	Zona de tableros	Elevador 2	8,5
AN-02	Zona de tableros	Elevador 3	7,9
AN-03	Zona de tableros	Elevador 4	8,5
AN-04	Zona de tableros	Elevador 5	9,1
N-00	Zona de tableros	Distribuidor de 4 caras 5	6
N-01	Distribuidor de 4 caras 1	A apretador 1	2
N-02	Distribuidor de 4 caras 2	A apretador 2	2
N-03	Distribuidor de 4 caras 3	A apretador 3	2
N-04	Distribuidor de 4 caras 4	A apretador 4	2
N-05	Distribuidor de 4 caras 5	A apretador 5	2

7. Códigos de componentes

Código	Descripción corta	Descripción larga
N-LP-00	FR+L	0 a 10 bar, G 1/4", filtro 40 microm
N-LP-01	Válvula colizante	Tipo 3/2, conexión R 1/4"
N-LE-00	Distribuidor de alimentación	Para 5 válvulas G 1/4"
N-LE-01	Válvula de distribución	Tipo 5/2, conexión G 1/4", 24 Vca
N-LE-02	Válvula reguladora	Tipo banjo G 1/4" a 6
N-LE-03	Silenciador de escape	Bronce sinterizado y aluminio G 1/4"
N-LA-00	Válvula de retención	Conexión G 1/4"
N-LA-01	Distribuidor de 4 caras	Conexión G 1/4"
N-LA-02	Válvula de distribución	Tipo 5/2, conexión G 1/8", 24 Vca
N-LA-03	Válvula reguladora	Tipo banjo G 1/8" a 8
N-LA-04	Silenciador de escape	Bronce sinterizado y aluminio G 1/8"
N-LA-05	Tubo en espiral	Azul, diámetro 8 mm, 2 m extendido
N-LA-06	Regulador de presión	0 a 10 bar, G 1/4"
N-CM-00	Cupla	Conexión G 1/4"
N-CM-01	Conector T 10	Conexión R 1/4" a 10
N-CM-02	Manguera PU 10	Azul, diámetro 10 mm
N-CM-03	Conector recto R 1/4" a 10	R 1/4" a manguera n° 10
N-CM-04	Conector recto R 1/4" a 6	R 1/4" a manguera n° 6
N-CM-05	Manguera PU 6	Azul, diámetro 6 mm
N-CM-06	Conector recto R 1/4" a 8	R 1/4" a manguera n° 8

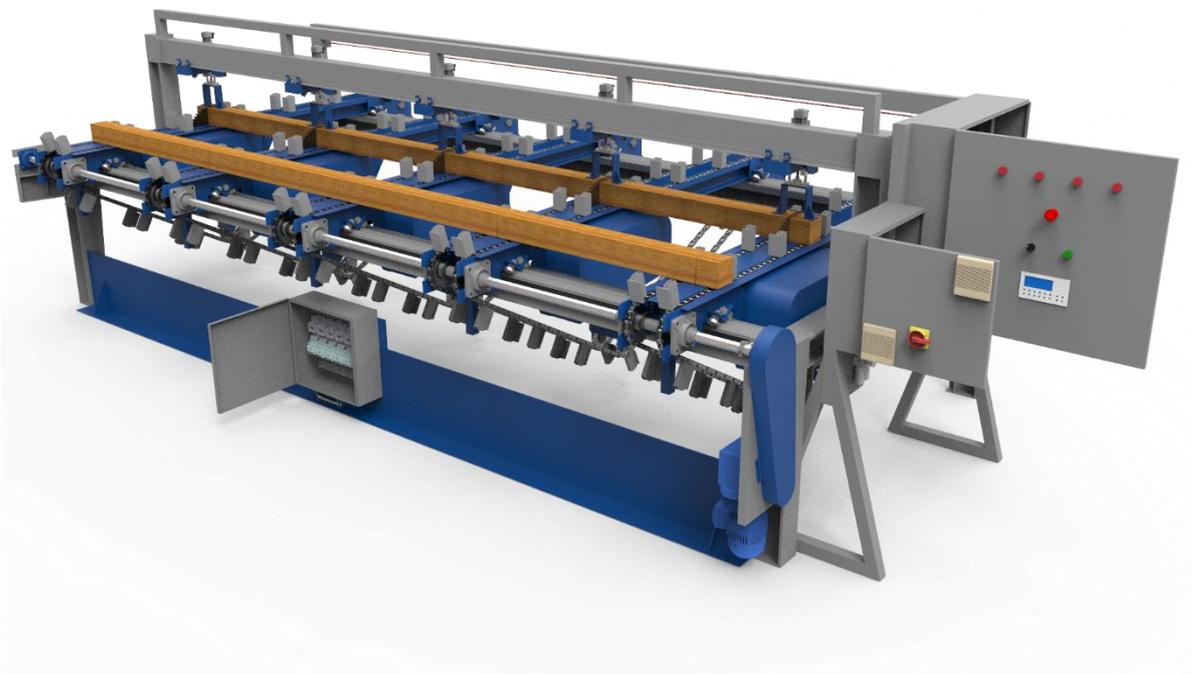
N-CM-07	Conector recto R 1/8" a 8	R 1/8" a manguera n° 8
N-CM-08	Manguera PU8	Azul, diámetro 8 mm

8. Listado de planos

- **A-1610B-N-001** Croquis neumático entrada
- **A-1610B-N-002** Croquis neumático elevadores
- **A-1610B-N-003** Croquis neumático apretadores
- **A-1610B-N-004** Croquis neumático en puentes
- **B-1610B-N-005** Comando cilindros apretadores
- **B-1610B-N-006** Comando cilindros elevadores

INGENIERÍA DE DETALLES

INSTALACIÓN ELÉCTRICA



Página en blanco.

Índice

1.	Introducción.....	69
2.	Tablero principal.....	69
2.1.	Sistema de ventilación	70
2.2.	Gabinete	70
3.	Tablero de fuerza	70
3.1.	Gabinete.....	71
4.	Disposición de tableros	71
5.	Conductores	73
5.1.	Conductor principal	73
5.2.	Cables de alimentación de motores.....	73
5.3.	Cable de alimentación de motorreductor	73
6.	Cálculo de materiales y presupuesto	74
7.	Códigos de líneas.....	74
8.	Códigos de componentes	74
9.	Listado de planos	75

Página en blanco.

1. Introducción

Toda la instalación eléctrica y de automatización se puede dividir en cuatro partes: los tres tableros; el principal, el de control y el de fuerza; y la despuntadora múltiple. Por el tablero principal se realiza la alimentación de energía a la máquina, el de fuerza se encarga del comando y la protección de los motores de las sierras circulares y el de control alberga toda la instrumentación necesaria para la automatización. En la despuntadora múltiple, propiamente hablando, se ubica el resto de los elementos correspondientes a la instalación, es decir motores, sensores y electroválvulas. El tablero de control se especifica en la ingeniería de detalle de automatización.

Ver plano:

- **B-1610B-E-001 Rev00** Sinóptico de cableado

2. Tablero principal

Los instrumentos que se instalan el tablero principal se detallan en la tabla 1.

Código	Instrumentos	Características	Marca	Código fabricante
E-TP-01	Interruptor termomagnético general	Tetrapolar de 50 A	Weg	MDWH-C50-4
E-TP-02	Interruptor diferencial	Tetrapolar de 63 A	Weg	RDW30-63-4
E-TP-03	Interruptor seccionador	Tripolar de 63 A	Weg	MSW 63B-3H
E-TP-04	Interruptor termomagnético variador	Bipolar de 10 A	Weg	MDWH-C10-2
E-TP-05	Variador de frecuencia	Motor de 0,5 HP	Weg	CFW100 B02P6S2
E-TP-07	Riel DIN de 35 mm	400 mm	-	-
E-TP-08	Canaleta para cableado de 50x50 mm	1100 mm	-	-

Tabla 24

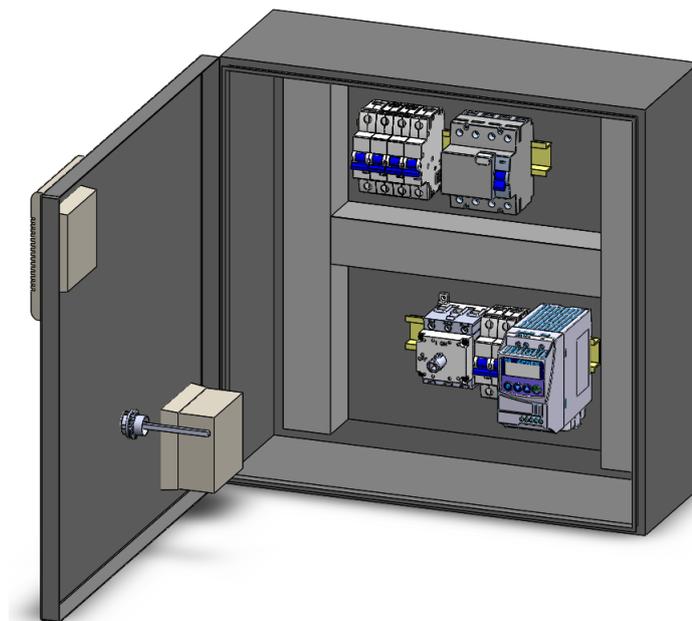


Ilustración 55. Tablero principal con instrumentos

2.1. Sistema de ventilación

Este tablero dispone además de un sistema de ventilación propio.

Código	Ubicación	Marca	Tamaño	Caudal en rejilla de salida [m ³ /h]	Número de rejillas
E-TP-06	Puerta TP	Genrod	80 mm	20	2

Tabla 25

2.2. Gabinete

El gabinete del tablero principal tiene las siguientes características:

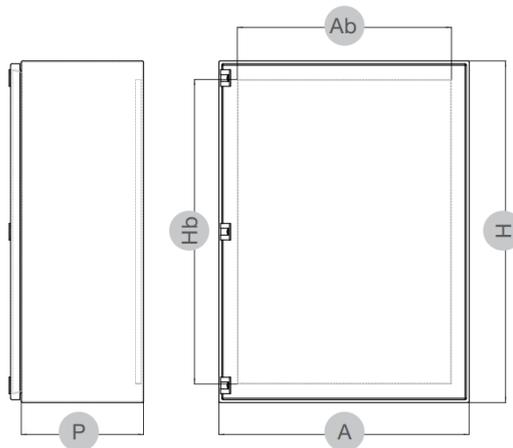


Ilustración 56

Código	A	H	P	AbxHb	Marca	Modelo	Código fabricante
E-TP-00	450	450	150	384x390	Genrod	S9000	09 09156

Tabla 26. Medidas en mm

3. Tablero de fuerza

Los instrumentos que se instalan en este tablero se detallan en la tabla 4:

Código	Instrumentos	Características	Marca	Código fabricante	Cantidad
E-TF-02	Guardamotor	Trifásico de 6,3 A a 10 A	Weg	MPW18-3-U010	5
E-TF-01	Contactador AC-3	Tripolar 12 A y bobina 24 Vca	Weg	CWB12-11-30 D02	5
E-TF-03	Riel DIN 35 mm	Longitud total 650 mm	-	-	-
E-TF-04	Canaleta 50 mm	Longitud total 750 mm	-	-	-
E-TF-05	Bornes simples	Sección 2,5 mm ²	Weg	BTWP 2,5	20

Tabla 27

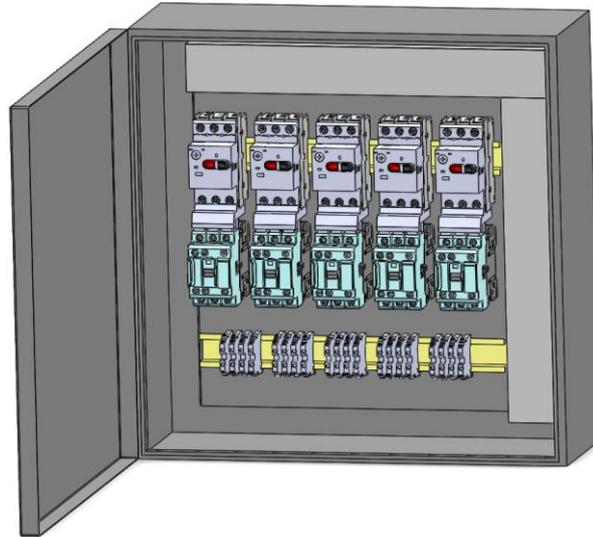


Ilustración 57. Tablero de fuerza con instrumentos de protección y comando

3.1. Gabinete

Los mismos tienen las siguientes características:

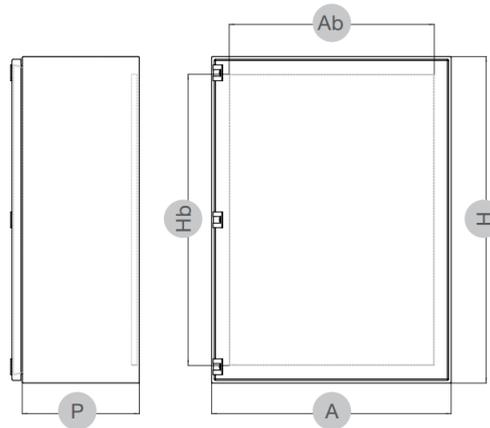


Ilustración 58

Código	A	H	P	AbxHb	Marca	Modelo	Código fabricante
E-TF-00	450	450	150	384x390	Genrod	S9000	09 09156

Tabla 28. Medidas en mm

4. Disposición de tableros

Tanto el tablero principal como el de control se ubican montados en un marco de caño estructural independiente de la despuntadora múltiple y en la zona izquierda de la máquina, cerca del motorreductor que acciona las cadenas transportadoras.

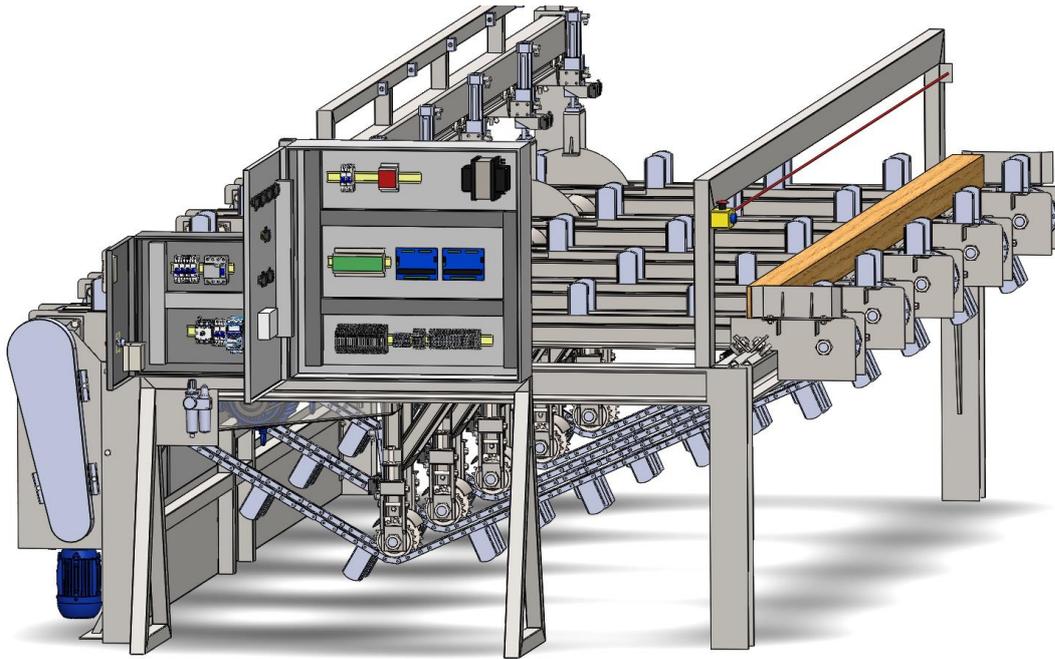


Ilustración 59

El tablero de fuerza, por otro lado, se instala en la estructura portante, en la zona de descarga de la máquina, de manera de llegar a todos los puentes desde un punto conveniente.

Ver planos:

- **A-1610B-M-040** Estructura tableros
- **A-1610B-M-038** Bandeja porta cables

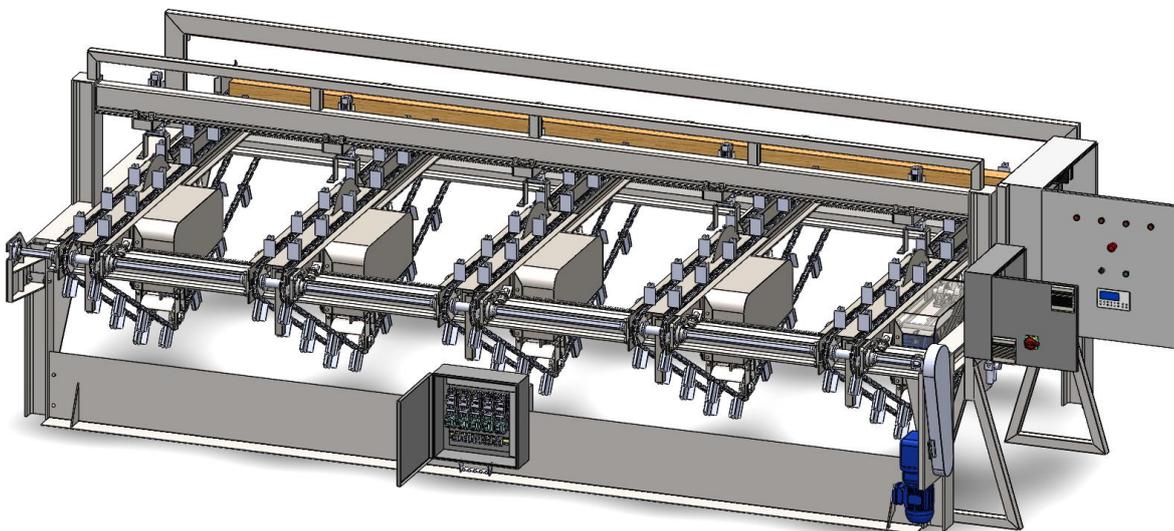


Ilustración 60

5. Conductores

5.1. Conductor principal

La alimentación del principal consumo de la despuntadora múltiple, es decir, todos los motores de las sierras circulares, se realiza mediante un cable que se deriva del tablero principal hasta el tablero de fuerza. Para poder alimentar los cinco motores de manera simultánea se utiliza un cable tripolar tipo Sintenax Valio marca Prysmian de 16 mm² de sección. Acompañando a éste se tiende un conductor de protección tipo Superastic Flex, marca Prysmian, de 16 mm² y color verde/amarillo. Las características de ambos cables se detallan en la tabla 6.

Código	Línea	Conductor	Marca	Sección	Colores
E-DM-00	EN-00	Sintenax Valio	Prysmian	3x16 mm ²	Marrón, negro y rojo
E-DM-01	EN-00	Superastic Flex	Prysmian	1x16 mm ²	Verde y amarillo.

Tabla 29

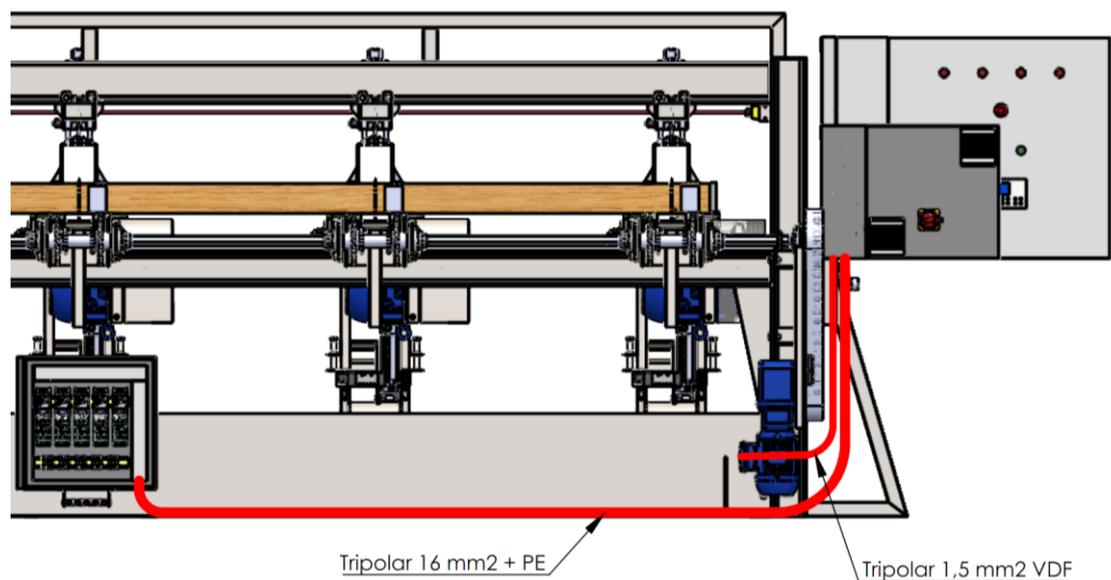


Ilustración 61. Alimentación motores de sierras y motorreductor

5.2. Cables de alimentación de motores

Partiendo del tablero de fuerza hacia cada uno de los motores ubicados en los puentes, se instalan cables tipo TPR ecoplus tetrapolares de 2,5 mm². Los colores son marrón, negro, celeste y verde/amarillo, de modo que éste último se utiliza como conductor de protección. Las longitudes necesarias de los cinco cables varían en función del puente de la despuntadora múltiple, y se definen en la tabla de líneas. La longitud total resulta en 15,6 m.

Código	Líneas	Conductores	Marca	Sección [mm ²]	Intensidad admisible [A]
E-DM-02	E-00 a E-04	TPR ecoplus	Prysmian	4x2,5	16

Tabla 30

5.3. Cable de alimentación de motorreductor

Para alimentar el motorreductor que mueve las cadenas transportadoras, se utiliza un cable especial tipo Sintenax Valio VDF de Prysmian. El mismo es un cable blindado especialmente diseñado para la

alimentación de motores con variador de frecuencia. Las características se muestran en la tabla 9. El recorrido de este cable puede observarse en la figura 7.

Código	Línea	Conductor	Marca	Sección	Blindaje
E-DM-03	E-05	Sintenax Valio VDF	Prysmian	3x1,5 mm ²	B2

Tabla 31

6. Cálculo de materiales y presupuesto

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal U\$S
E-TP-00	Gabinete	1	60	60
E-TP-01	Interruptor termomagnético	1	25	25
E-TP-02	Interruptor diferencial	1	80	80
E-TP-03	Interruptor seccionador	1	45	45
E-TP-04	Interruptor termomagnético	1	10	10
E-TP-05	Variador de frecuencia	1	218,75	218,75
E-TP-06	Cooler y rejilla de ventilación	1	95	95
E-TF-00	Gabinete	1	60	60
E-TF-01	Contactador	5	37,5	187,5
E-TF-02	Guardamotor	5	87,5	437,5
E-TF-05	Borne simple	20	0,625	15
E-DM-00	Cable tripolar de 16 mm ²	4 m	8	32
E-DM-01	Cable unipolar de 16 mm ²	4 m	2	16
E-DM-02	Cable tetrapolar de 2,5 mm ²	16 m	1,5	24
E-DM-03	Cable tripolar VDF 1,5 mm ²	1 m	1,25	1,25
Total U\$S				1307

7. Códigos de líneas

Códigos	Origen	Destino	Longitud [m]
EN-00	Zona de tableros	Tablero de fuerza	4
E-00	Tablero de fuerza	A motor puente 1	3,6
E-01	Tablero de fuerza	A motor puente 2	3
E-02	Tablero de fuerza	A motor puente 3	2,4
E-03	Tablero de fuerza	A motor puente 4	3
E-04	Tablero de fuerza	A motor puente 5	3,6
E-05	Tablero de fuerza	Motorreductor	1

8. Códigos de componentes

Código	Descripción corta	Descripción larga
E-TP-00	Gabinete	450x450x150 mm
E-TP-01	Interruptor termomagnético	Tetrapolar 50 A, curva C
E-TP-02	Interruptor diferencial	Tetrapolar 63 A, curva C
E-TP-03	Interruptor seccionador	Tripolar 63 A, con manija para puerta en tablero
E-TP-04	Interruptor termomagnético	Bipolar 10 A, curva C
E-TP-05	Variador de frecuencia	0,5 HP, 220 V, motor trifásico 220 V, 4 polos

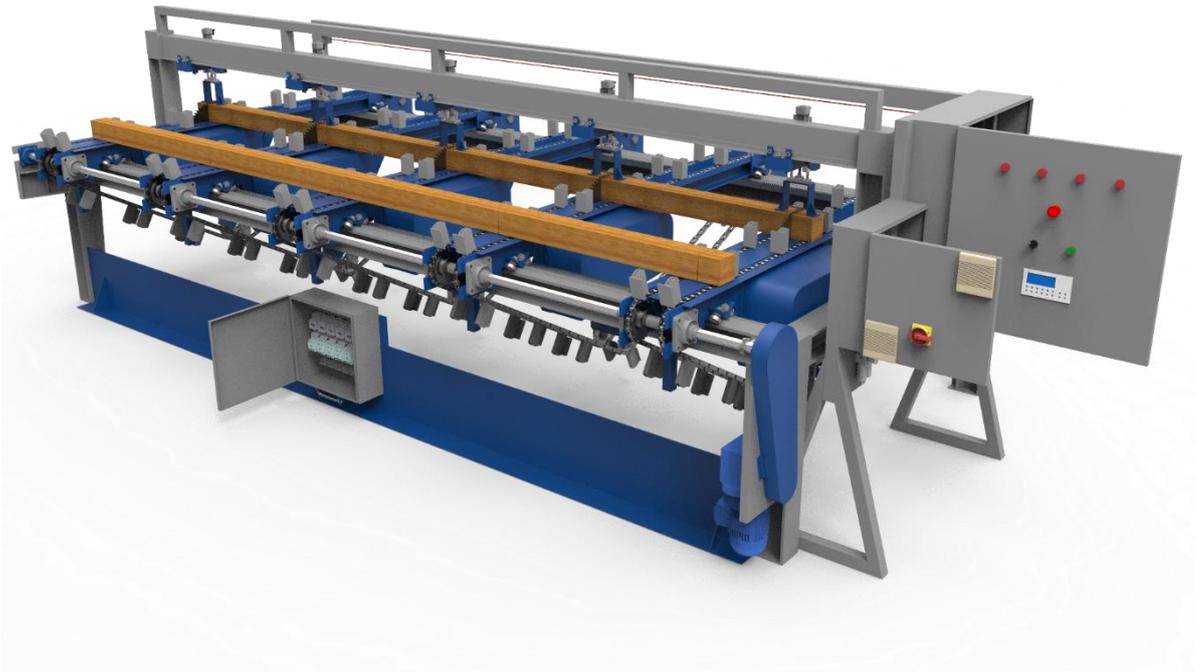
E-TP-06	Cooler y rejilla de ventilación	Diámetro 80 mm, 20 m ³ /h
E-TP-07	Riel DIN	Riel de 35 mm, longitud 400 mm
E-TP-08	Canaleta para cableado	50x50 mm, longitud 1100 mm
E-TF-00	Gabinete	450x450x150 mm
E-TF-01	Contactador	AC-3, tripolar 12 A, bobina de 24 Vca
E-TF-02	Guardamotor	Trifásico de 6,3 A a 10 A
E-TF-03	Riel DIN	Riel de 35 mm, longitud 650 mm
E-TF-04	Canaleta para cableado	50x50 mm, longitud 750 mm
E-TF-05	Borne simple	Sección 2,5 mm ²
E-DM-00	Cable tripolar de 16 mm ²	Tipo Sintenax, merrón, negro y rojo
E-DM-01	Cable unipolar de 16 mm ²	Tipo Superastic flex, verde y amarillo
E-DM-02	Cable tetrapolar de 2,5 mm ²	Tipo TPR
E-DM-03	Cable tripolar VDF 1,5 mm ²	Tipo Sintenax blindado para VDF

9. Listado de planos

- **B-1610B-E-001 Rev00** Sinóptico de cableado
- **B-1610B-E-002 Rev00** Esquema eléctrico de potencia
- **B-1610B-E-003 Rev00** Conexiones de relés de interface
- **A-1610B-M-040 Rev00** Estructura tableros
- **A-1610B-M-038 Rev00** Bandeja porta cables
- **A-1610B-E-004 Rev00** Croquis cable principal

INGENIERÍA DE DETALLES

AUTOMATIZACIÓN



Página en blanco.

Índice

1.	Descripción.....	81
1.1.	Diagrama de bloques funcional.....	82
1.2.	Salidas.....	83
1.3.	Entradas.....	83
1.4.	Diagramas de flujo de procesos.....	84
2.	Gabinete de tablero de control.....	87
3.	Interruptor termomagnético.....	87
4.	PLC.....	87
5.	Módulo de expansión E/S.....	88
6.	Interfaz hombre máquina (HMI).....	88
7.	Fuente de alimentación de 12 Vcc.....	88
8.	Transformador de 24 Vca.....	88
9.	Relés de interface.....	89
10.	Bornes simples.....	89
11.	Bornes dobles.....	89
12.	Mando y señalización.....	90
12.1.	Accesorios.....	90
13.	Tablero de control.....	90
14.	Sensores.....	91
14.1.	Interruptores magnéticos DSL.....	91
14.2.	Final de carrera.....	91
14.3.	Sensores inductivos.....	92
15.	Cables de comando.....	92
16.	Cálculo de materiales y presupuesto.....	93
17.	Códigos de líneas.....	94
18.	Códigos de componentes.....	94
19.	Listado de planos.....	95

Página en blanco.

1. Descripción

La lógica de la automatización se realiza con un PLC y dos módulos de expansión de entradas y salidas, conectados a una HMI para realizar las configuraciones pertinentes. Todos los componentes mencionados se ubican dentro del tablero de control, específico para la automatización. A su vez, el mismo se ubica, junto con el tablero principal en una estructura independiente a la estructura portante de la despuntadora.

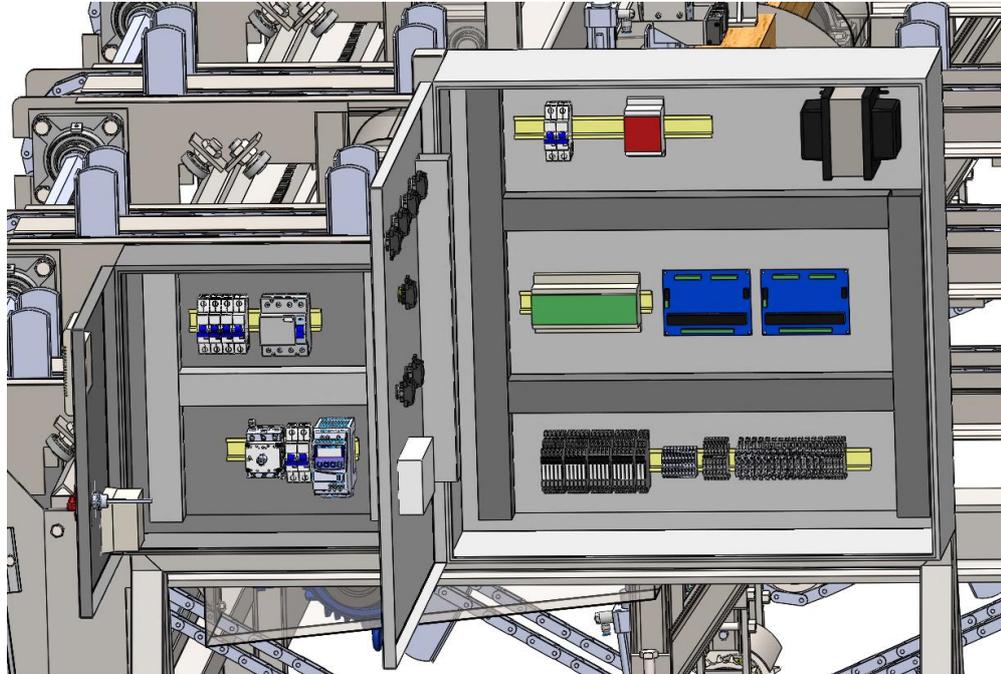


Ilustración 62. Tableros principal y de control

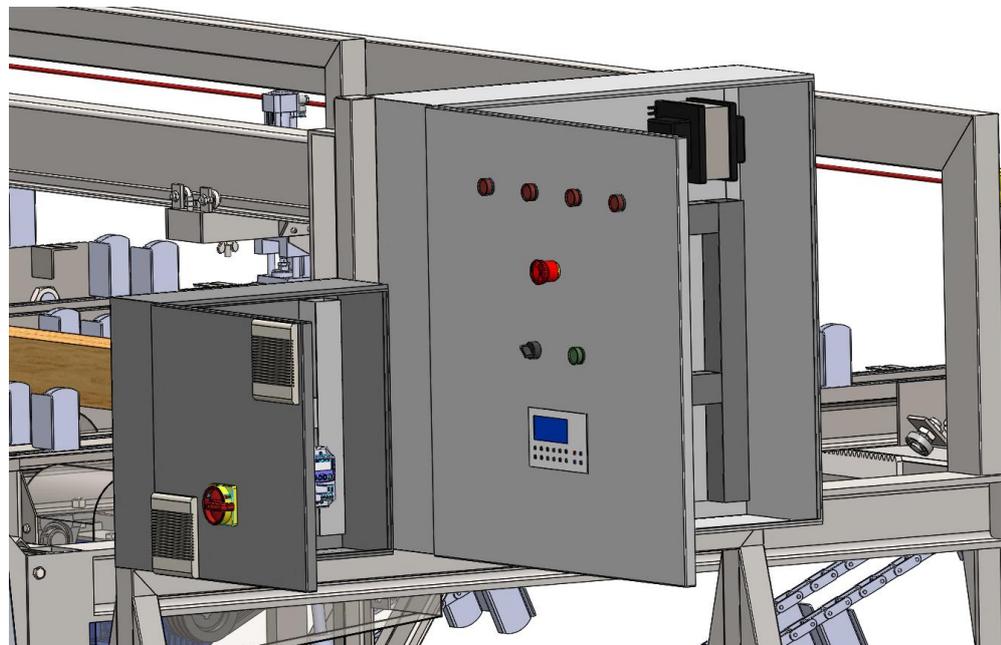


Ilustración 63. Puertas de tableros

1.1. Diagrama de bloques funcional

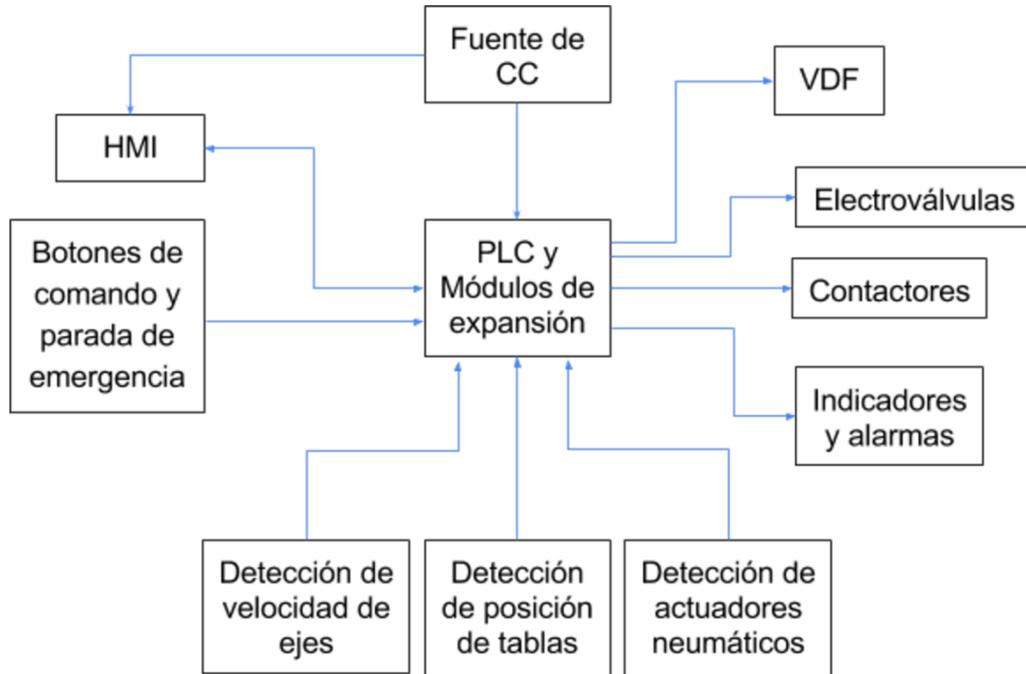


Ilustración 64

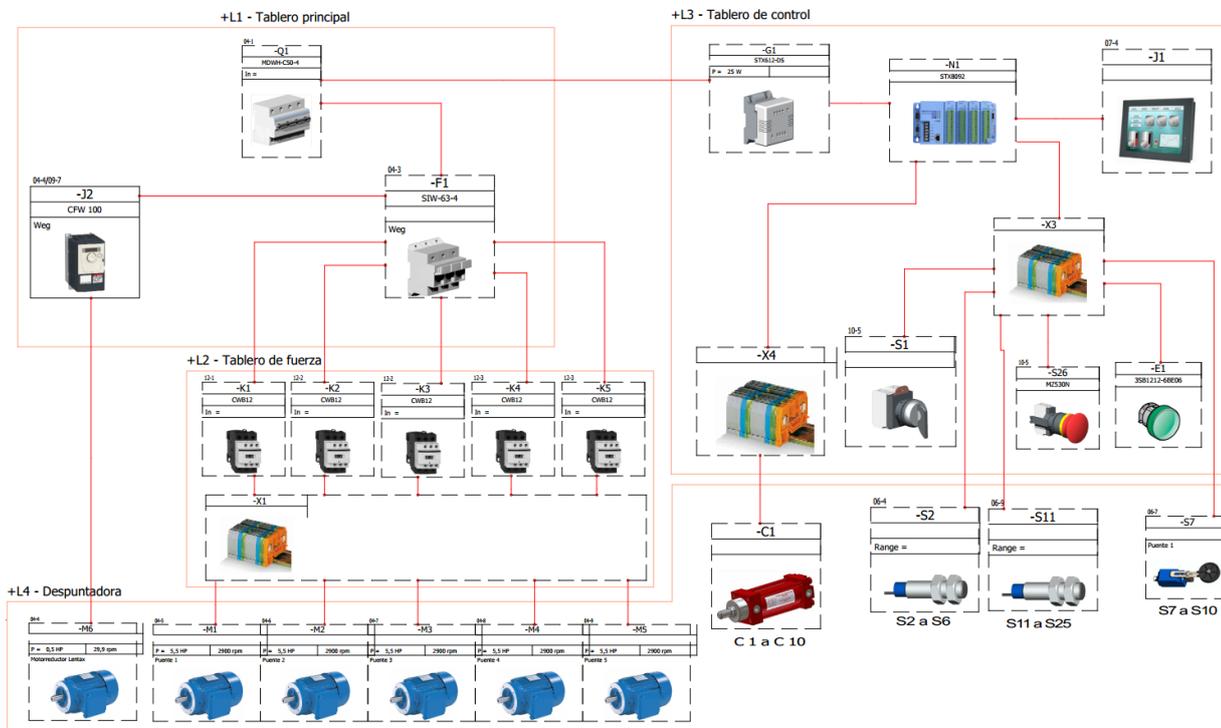


Ilustración 65. Sinóptico de cableado

Las entradas y salidas las constituyen los sensores y los dispositivos de comando ubicados en la despuntadora múltiple propiamente dicha. En total suman 22 salidas y 28 entradas.

1.2. Salidas

- Encendido y apagado de las sierras circulares: 5 contactores
- Marcha y velocidad del motorreductor con variador de frecuencia: 2 salidas
- Activación de cilindros neumáticos de elevación de sierras: 5 electroválvulas
- Activación de cilindros neumáticos apretadores: 5 electroválvulas
- Alarmas: 4 luces indicadoras rojas
- Indicación de encendido: 1 luz indicadora verde

1.3. Entradas

- Detección de tablas: 4 sensores final de carrera
- Detección de vástago de apretadores: 5 interruptores magnéticos
- Detección de vástago de elevadores: 10 interruptores magnéticos
- Detección de velocidad de giro de sierras: 5 sensores inductivos
- Detección de giro de eje motriz de cadenas transportadoras: 1 sensor inductivo
- Interruptor de 2 posiciones: 1 entrada
- Parada de emergencia en tablero de control: 1 entrada
- Parada de emergencia por cable: 1 entrada

1.4. Diagramas de flujo de procesos

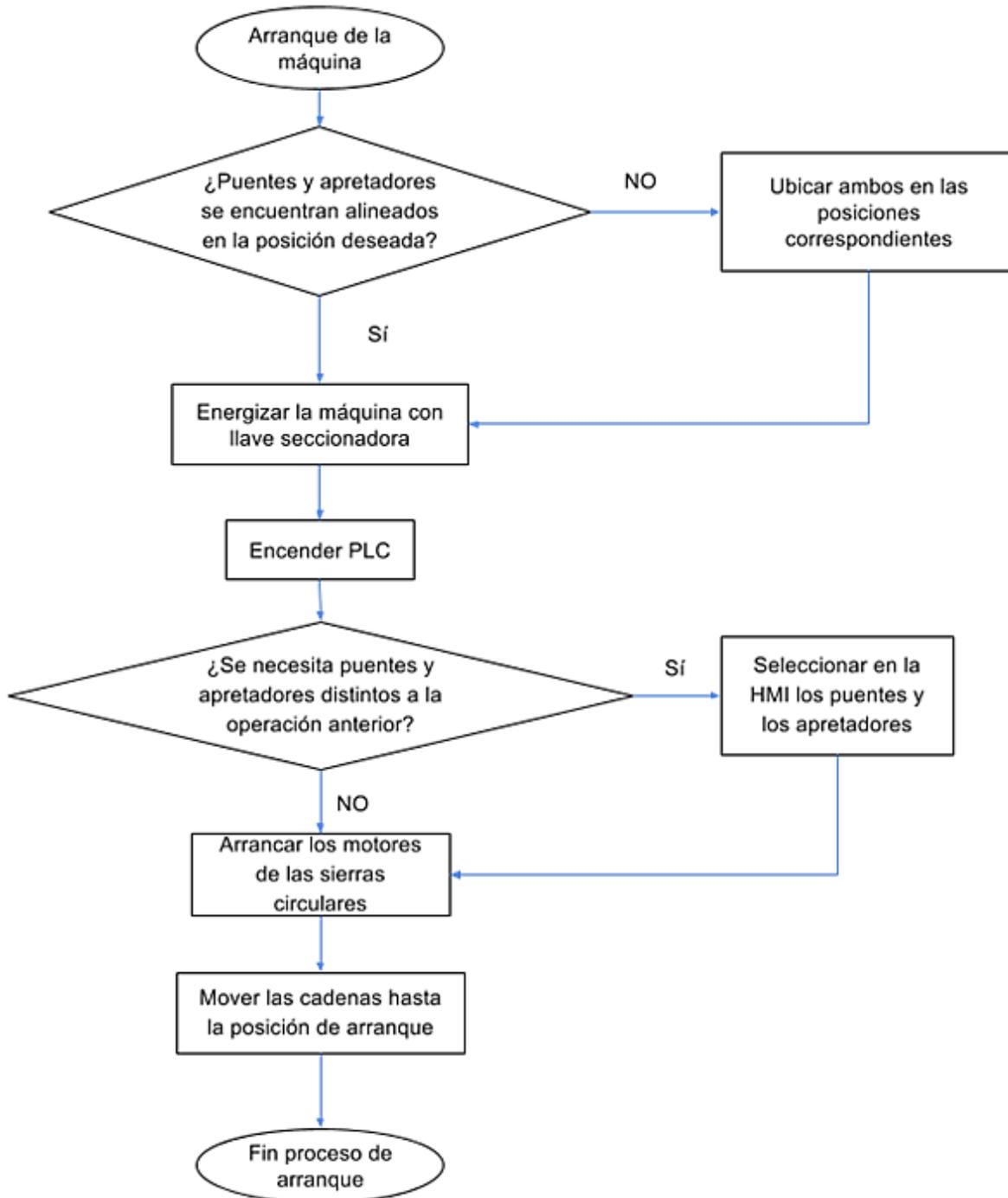
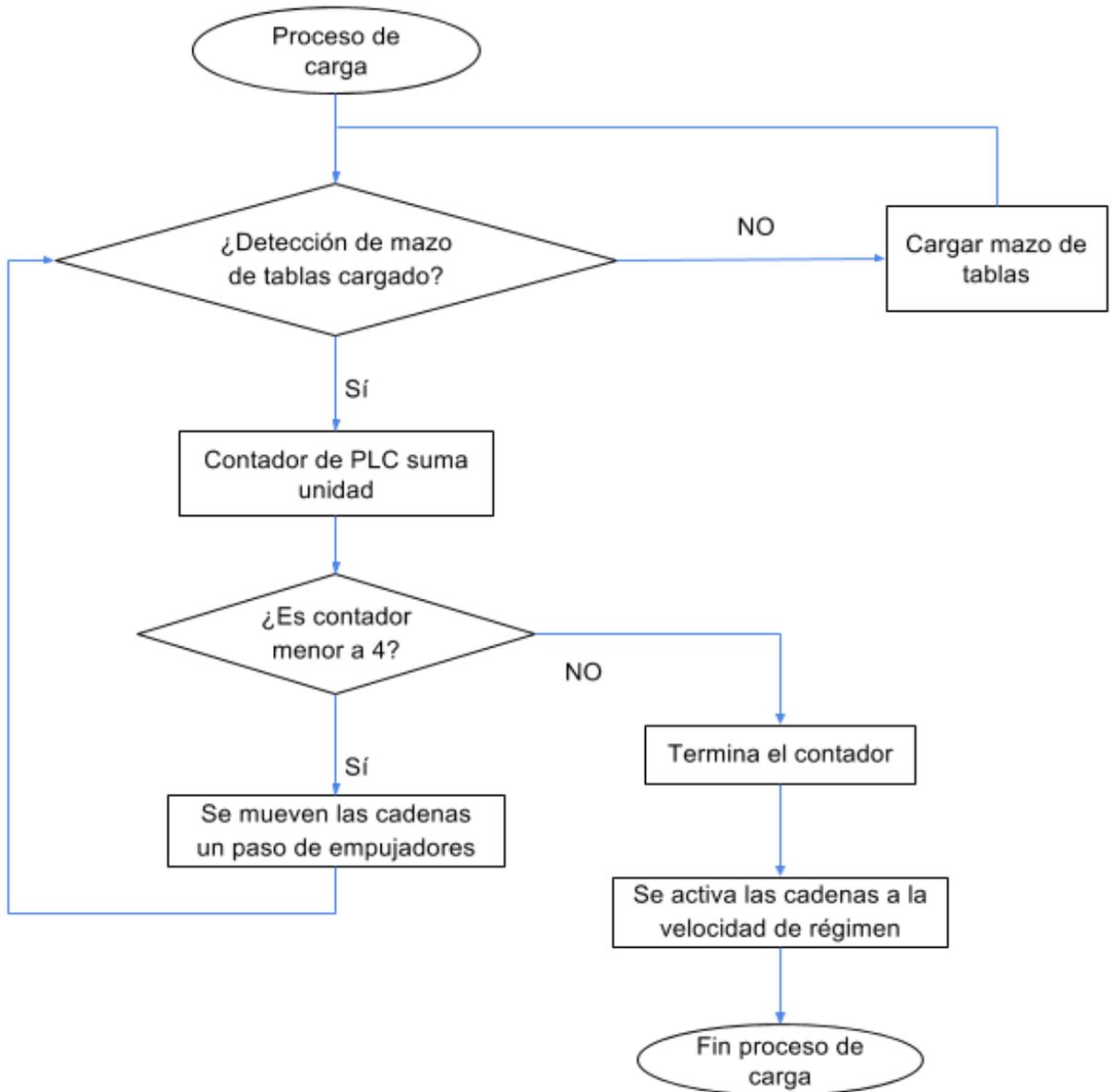


Ilustración 66. Proceso de arranque de despuntadora múltiple

*Ilustración 67. Proceso de carga*

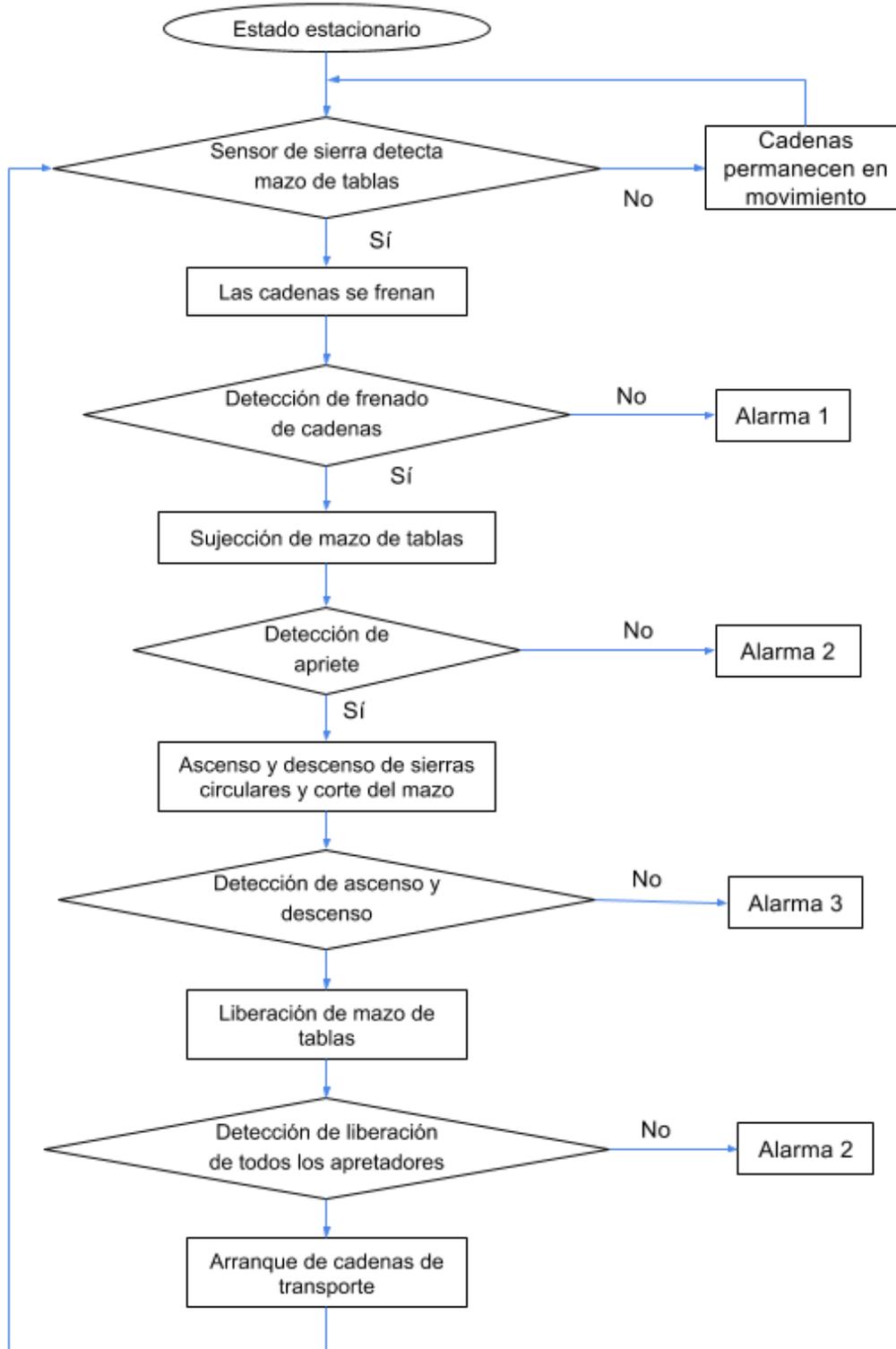
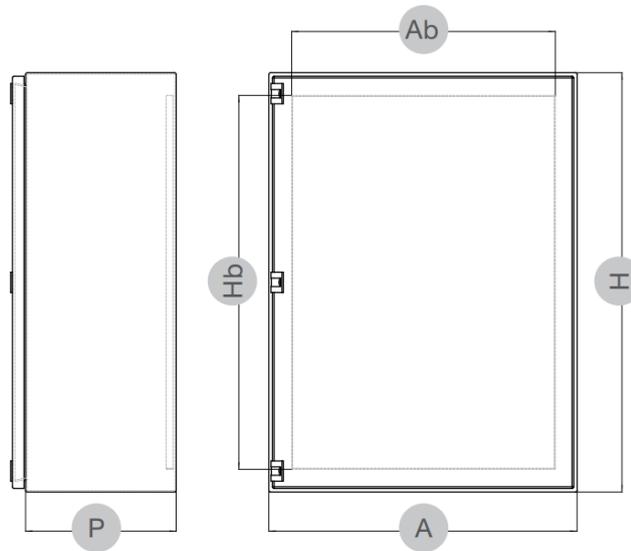


Ilustración 68. Funcionamiento en estado estacionario.

Ver plano:

- **B-1610B-E-001** Sinóptico de cableado

2. Gabinete de tablero de control



Código	Tablero	A	H	P	Ab x Hb	Marca	Modelo	Código fabricante
A-TC-00	Control (TC)	750	750	225	684x690	Genrod	S9000	09 09213

Tabla 32. Medidas en mm.

3. Interruptor termomagnético

Como entrada de alimentación al circuito de control. Ver plano: **B-1610B-E-002**



Código	Características	Marca	Código fabricante
A-TC-01	Bipolar de 6 A	Weg	MDWH-B6-2

4. PLC

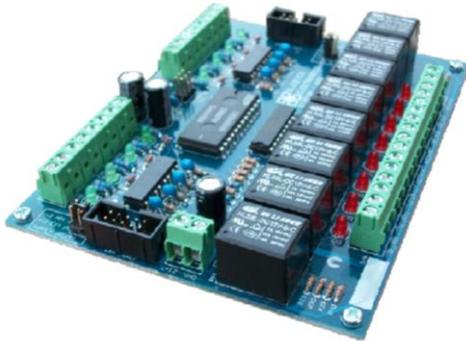
El PLC es el modelo STX8092 D1 PLC de Slicetex Electronics. Las especificaciones técnicas detalladas se encuentran en el anexo automatización.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-02	STX8092 D1 PLC	Slicetex Electronics	1

5. Módulo de expansión E/S

Se conecta al PLC mediante su puerto de expansión para aumentar la cantidad de entradas y salidas disponibles. Especificaciones técnicas en el anexo automatización.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-03	STX570A	Slicetex Electronics	2

6. Interfaz hombre máquina (HMI)

Permite realizar las configuraciones necesarias evitando la adición de numerosas entradas y salidas al PLC. Se instala en la puerta del tablero de control.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-04	SH-300	Array	1

Las especificaciones técnicas detalladas se encuentran en el anexo automatización.

7. Fuente de alimentación de 12 Vcc

La alimentación del autómatas programable y sus componentes accesorios se realiza con una fuente de 12 Vcc. Las especificaciones técnicas detalladas se encuentran en el anexo automatización.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-05	STX612	Slicetex Electronics	1

8. Transformador de 24 Vca

Para alimentar las salidas, como dispositivos de comando y luces indicadoras, se utiliza un transformador de 24 Vca.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-06	Trafo 300 VA	Indumec	1

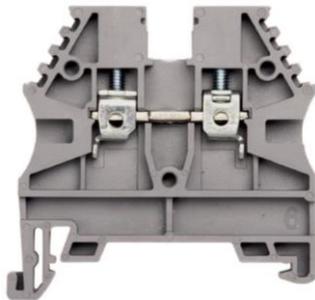
9. Relés de interface

Se utilizan relés de interface (o de interposición) estrechos para aislación y protección de las salidas del PLC. Las especificaciones técnicas detalladas se encuentran en el anexo automatización.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-07	BTWR P16E26	Weg	22

10. Bornes simples

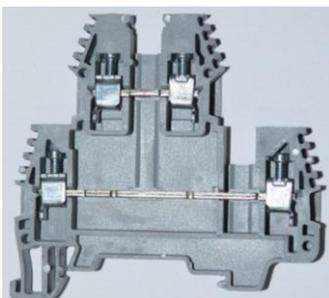


Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-08	BTWP 2,5	Weg	24

La cantidad mencionada es específica del tablero de control, ya que en el tablero de fuerza se instalan 20 más de los mismos, lo que resulta en 44 bornes necesarios.

11. Bornes dobles

Permiten realizar dos conexiones en cada uno.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-09	BTWD 2,5N	Weg	26

12. Mando y señalización

Se instalan en la puerta del tablero de control, excepto la parada de emergencia por cable que se ubica en la zona de carga de madera.



Código	Componente	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-10	Selector de dos posiciones	CSW-CK2F90W WH	Weg	1
A-TC-11	Luz indicadora roja	CSW-SD2 WH	Weg	4
A-TC-12	Luz indicadora verde	CSW-SD1 WH	Weg	1
A-TC-13	Parada de emergencia	CSW-BESG WH	Weg	1
A-TC-14	Parada de emergencia por cable	ER5018	Omron	1

12.1. Accesorios

Código	Componente	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-TC-15	Portabloques	AF3F	Weg	7
A-TC-16	Bloque de contacto simple	BC10F-CSW	Weg	2
A-TC-17	Bloques de iluminación LED verde	CSW-BIDLF-2E26	Weg	1
A-TC-18	Bloques de iluminación LED rojo	CSW-BIDLF-1E26	Weg	4

13. Tablero de control

A modo de resumen en la tabla siguiente se describen los elementos que se incorporan en el tablero de control.

Código	Dispositivo	Cantidad
A-TC-01	Interruptor termomagnético	1
A-TC-02	PLC	1
A-TC-03	Módulo de expansión	2
A-TC-04	HMI	1
A-TC-05	Fuente de 12 Vcc	1
A-TC-06	Transformador de 24 Vca	1
A-TC-07	Relé de interface	1
A-TC-08	Borne simple	24
A-TC-09	Borne doble	26
A-TC-10	Selector de dos posiciones	22
A-TC-11	Luz indicadora roja	4
A-TC-12	Luz indicadora verde	1
A-TC-13	Parada de emergencia a botón	1
A-TC-15	Portabloques	7
A-TC-16	Bloque de contacto simple	1
A-TC-17	Bloque LED verde	1
A-TC-18	Bloque LED rojo	4

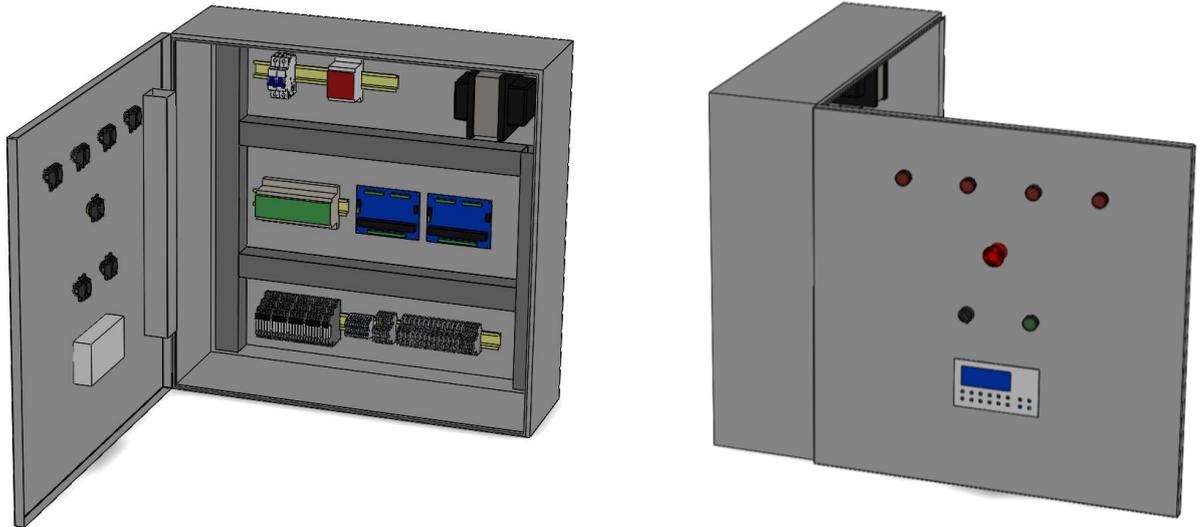


Ilustración 69. Vistas de tablero de control con componentes

14. Sensores

Las especificaciones técnicas detalladas de cada sensor se encuentran en el anexo automatización.

14.1. Interruptores magnéticos DSL

Se instalan en los cilindros neumáticos elevadores y apretadores.

Código	Modelo	Fabricante	Tipo	Cantidad
A-DM-00	DSL 2	Micro	Reed-switch	15



14.2. Final de carrera

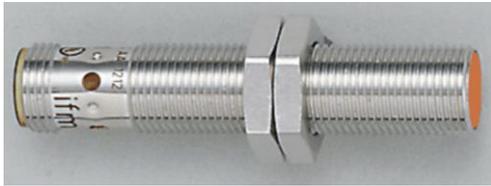
Se ubican en los puentes uno y cinco, en la zona de carga y cerca de las sierras correspondientes.



Código	Modelo	Fabricante	Cantidad
A-DM-01	XCKJ10513H29	Schneider Electric	4

14.3. Sensores inductivos

Cinco de ellos se instalan en las chapas portantes para medir la velocidad de los ejes de las sierras y el otro en la estructura de la despuntadora y mide la velocidad del eje motriz hexagonal.



Código	Modelo	Fabricante	Tipo	Cantidad
A-DM-02	IFS242	IFM	NPN	6

Ver planos:

- B-1610B-E-001 Sinóptico de cableado
- B-1610B-A-001 (5)
- B-1610B-A-002 (6)

15. Cables de comando

Se utilizan cables del tipo Instrumax del fabricante Prysmian. En la tabla siguiente se muestra el tipo de cable utilizado para la conexión de sensores, electroválvulas y contactores; y la longitud total de cable requerida.

Código	Origen	Destino	Tipo	Código	Cantidad	Longitud total [m]
A-DM-03	TC	Sensores inductivos	Terna blindada	I BG 1x3x20	6	42
A-DM-04	TC	Finales de carrera	Par blindado	I BG 1x2x20	4	36
A-DM-04	TC	Electroválvulas elevadores	Par blindado	I BG 1x2x20	5	44
A-DM-05	TC	Interruptores DSL elevadores	Cuadrete blindado	I BG 1x4x20	5	44
A-DM-04	TC	Electroválvulas apretadores	Par blindado	I BG 1x2x20	5	27
A-DM-04	TC	Interruptores DSL apretadores	Par blindado	I BG 1x2x20	5	27
A-DM-06	TC	Contactores	Multipar de 3 pares	I BG 3x2x16	1	4
A-DM-03	TC	Variador de frecuencia	Terna blindada	I BG 1x3x20	1	1

Además, las longitudes de los trayectos de los cables para cada componente específico se describen en las tablas siguientes (ver sección 17 “Códigos de líneas”):

Sensores inductivos de velocidad – Cable I BG 1x3x20

- A-09
- A-10
- A-11
- A-12
- A-13
- A-14

Electroválvulas de cilindros elevadores – Cable I BG 1x2x20 y Sensores de cilindros elevadores – Cable I BG 1x4x20

- AN-00
- AN-01
- AN-02
- AN-03
- AN-04

Electroválvulas de cilindros apretadores – Cable I BG 1x2x20 y Sensores de cilindros apretadores – Cable I BG 1x2x20

- A-00
- A-01
- A-02
- A-03
- A-04

Sensores finales de carrera – Cable I BG 1x2x20

- A-05
- A-06
- A-07
- A-08

Para mayor claridad se añade la tabla siguiente que define la longitud total necesaria para cada tipo de cable de comando y control.

Cables Instrumax de Prysmian		
Código	Longitud [m]	Código de fabricante
A-DM-04	134	I BG 1x2x20
A-DM-03	41	I BG 1x3x20
A-DM-05	44	I BG 1x4x20
A-DM-06	4	I BG 3x2x20

16. Cálculo de materiales y presupuesto

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal U\$S
A-TC-00	Gabinete	1	75	75
A-TC-01	Interruptor termomagnético	1	10	10
A-TC-02	PLC	1	350	350
A-TC-03	Módulo de expansión	2	100	200
A-TC-04	HMI	1	280	280
A-TC-05	Fuente de 12 Vcc	1	72	72
A-TC-06	Transformador de 24 Vca	1	32	32
A-TC-07	Relé de interface	22	8	176
A-TC-08	Borne simple	24	0,625	15
A-TC-09	Borne doble	26	0,8	20,8
A-TC-10	Selector de dos posiciones	1	12,5	12,5
A-TC-11	Luz indicadora roja	4	4	16
A-TC-12	Luz indicadora verde	1	4	4
A-TC-13	Parada de emergencia a botón	1	12,5	12,5

A-TC-14	Parada de emergencia por cable	1	125	125
A-DM-00	Interruptor magnético DSL	20	12,5	250
A-DM-01	Final de carrera	4	50	200
A-DM-02	Sensor inductivo	6	18,75	112,5
A-DM-03	Cable terna blindada	41 m	4	164
A-DM-04	Cable par blindado	134 m	3	402
A-DM-05	Cable cuadrete blindado	44 m	5,5	242
A-DM-06	Cable multipar de 3 pares	4 m	8	32
Total U\$S				2803,3

17. Códigos de líneas

Códigos	Origen	Destino	Longitud [m]
A-00	Tablero de control	A apretador 1	4
A-01	Tablero de control	A apretador 2	4,6
A-02	Tablero de control	A apretador 3	5,4
A-03	Tablero de control	A apretador 4	6,2
A-04	Tablero de control	A apretador 5	6,8
A-05	Tablero de control	A sensor alimentación 1	9,5
A-06	Tablero de control	A sensor de corte 1	8,5
A-07	Tablero de control	A sensor alimentación 2	9,5
A-08	Tablero de control	A sensor de corte 2	8,5
AN-00	Zona de tableros	Elevador 1	9,1
AN-01	Zona de tableros	Elevador 2	8,5
AN-02	Zona de tableros	Elevador 3	7,9
AN-03	Zona de tableros	Elevador 4	8,5
AN-04	Zona de tableros	Elevador 5	9,1
A-09	Tablero de control	A sierra puente 1	8,6
A-10	Tablero de control	A sierra puente 2	8
A-11	Tablero de control	A sierra puente 3	7,4
A-12	Tablero de control	A sierra puente 4	8
A-13	Tablero de control	A sierra puente 5	8,6
A-14	Tablero de control	Eje motriz hexagonal	1

18. Códigos de componentes

Código	Descripción corta	Descripción larga
A-TC-00	Gabinete	750x750x225mm
A-TC-01	Interruptor termomagnético	Bipolar 6 A, curva B
A-TC-02	PLC	12 entradas y 16 salidas digitales, Interfaz RS232
A-TC-03	Módulo de expansión	8 entradas y 8 salidas digitales, 12 Vcc
A-TC-04	HMI	Interfaz RS232, alimentación 12 Vcc
A-TC-05	Fuente de 12 Vcc	Potencia 25 W, 220 Vca 50 Hz
A-TC-06	Transformador de 24 Vca	Potencia 300 VA, 220 Vca 50 Hz

A-TC-07	Relé de interface	Tensión bobina 24 Vca/cc, I nominal 6 A 250 Vca
A-TC-08	Borne simple	Sección 2,5 mm ²
A-TC-09	Borne doble	Sección 2,5 mm ²
A-TC-10	Selector de dos posiciones	Diámetro 22 mm, IP66
A-TC-11	Luz indicadora roja	Diámetro 22 mm, IP66
A-TC-12	Luz indicadora verde	Diámetro 22 mm, IP66
A-TC-13	Parada de emergencia a botón	Diámetro 22 mm, IP66
A-TC-14	Parada de emergencia por cable	Con cable de 5 m
A-TC-15	Portabloques	Diámetro 22 mm
A-TC-16	Bloque de contacto simple	Diámetro 22 mm
A-TC-17	Bloque LED verde	Diámetro 22 mm
A-TC-18	Bloque LED rojo	Diámetro 22 mm
A-DM-00	Interruptor magnético DSL	Reed-switch para cilindro neumático, 3..30 Vca/cc
A-DM-01	Final de carrera	NC+NO, M16x1,5, con roldana metálica
A-DM-02	Sensor inductivo	NPN, 10 a 30 V, f. hasta 700 Hz, enrasable, M12x1
A-DM-03	Cable terna blindada	Tipo Instrumax, AWG 20
A-DM-04	Cable par blindado	Tipo Instrumax, AWG 20
A-DM-05	Cable cuadrete blindado	Tipo Instrumax, AWG 20
A-DM-06	Cable multipar de 3 pares	Tipo Instrumax, AWG 16

19. Listado de planos

- **B-1610B-E-001** Sinóptico de cableado
- **B-1610B-E-002** Esquema eléctrico de potencia
- **B-1610B-E-003** Conexiones de relés de interface
- **B-1610B-A-001** Salidas PLC
- **B-1610B-A-002** Entradas PLC
- **B-1610B-A-003** Conexión PLC a HMI
- **B-1610B-A-004** Módulo de expansión 1a
- **B-1610B-A-005** Módulo de expansión 1b
- **B-1610B-A-006** Módulo de expansión 2a
- **B-1610B-A-007** Módulo de expansión 2b

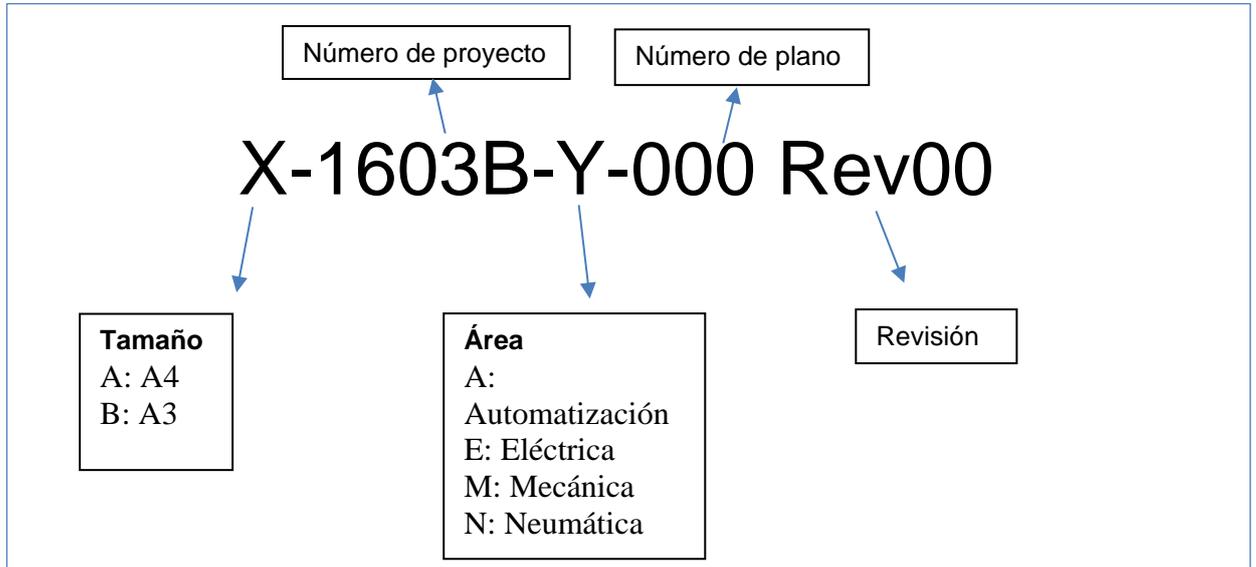
NOMENCLATURAS Y CÓDIGOS

Índice

Codificación de planos	99
Codificación de componentes	99
Subconjuntos y siglas	99
Área mecánica	99
Área neumática	100
Área eléctrica	100
Área automatización	100
Codificación de líneas	100
Glosario	101

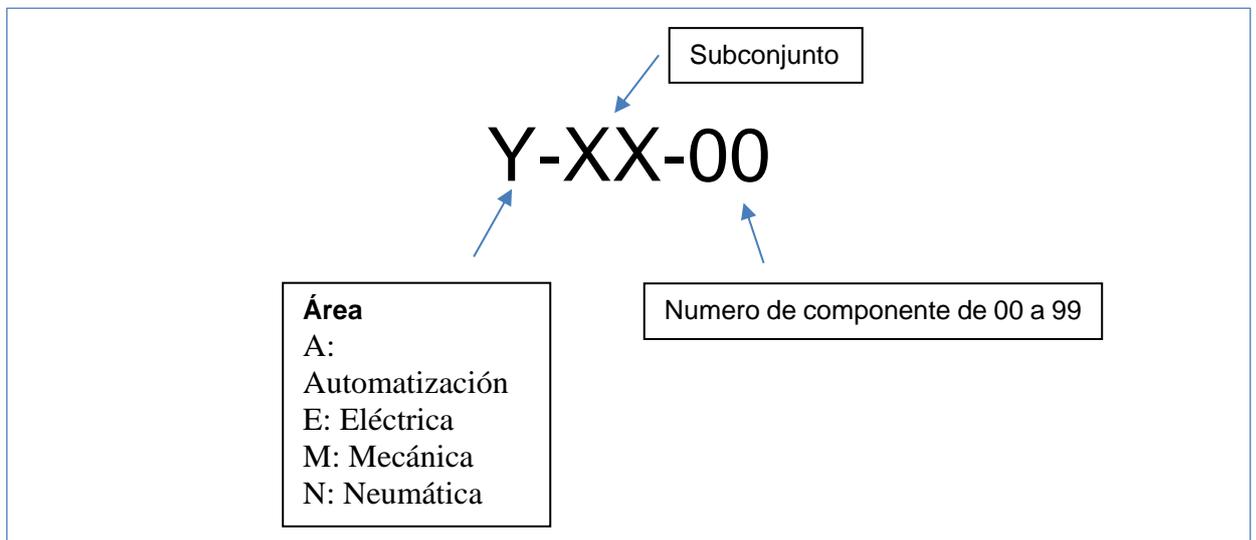
Página en blanco.

Codificación de planos



Codificación de componentes

Todos los componentes que integran la despuntadora múltiple se codifican discriminando, primero, el área al que pertenecen y luego un subconjunto específico dentro de dicho área.



Los subconjuntos utilizados se presentan en forma de siglas que se describen a continuación.

Subconjuntos y siglas

Área mecánica

- AP : Apretadores
- PC: Puente de corte
- PG: Piezas generales

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 99 de 133
------------------------------------	-----------------------------	---------	------------------

Área neumática

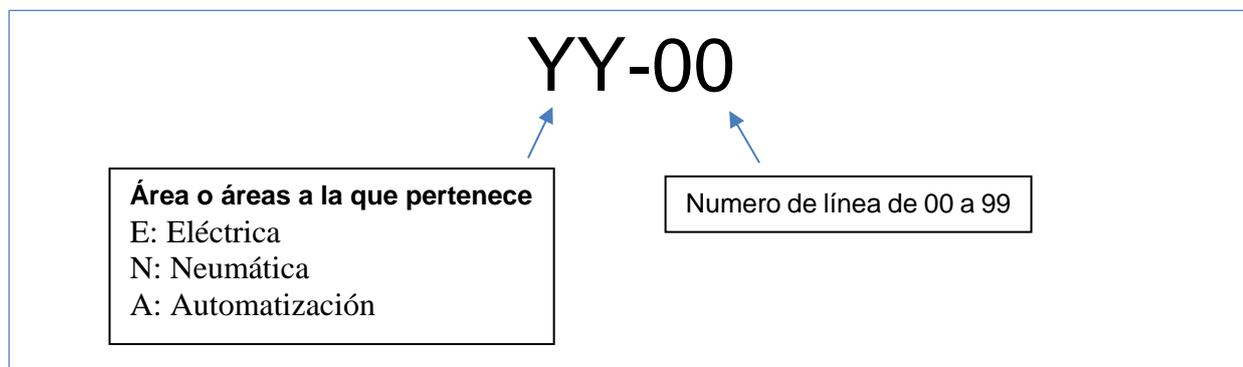
- LP: Alimentación y línea principal
- LA: Línea apretadores
- LE: Línea elevadores
- CM: Conectores y mangueras

Área eléctrica

- TP: Tablero principal
- TF: Tablero de fuerza
- DM: Despuntadora múltiple

Área automatización

- TC: Tablero de control
- DM: Despuntadora múltiple

Codificación de líneas

En lo que respecta al código de líneas se utilizan tres áreas: automatización, eléctrica y neumática. Una línea que corresponde simultáneamente a ambas áreas se codifica yuxtaponiendo las letras de las áreas involucradas.

Ejemplo: EN-00 hace referencia a una línea que se corresponde tanto con el circuito eléctrico como neumático.

Glosario

HMI: (Human Machine Interface) Interfaz hombre máquina

PLC: (*Programmable Logic Controller*) Controlador Lógico Programable

EM: Módulos de expansión de entradas salidas del PLC

VDF: Variador de frecuencia

CC: Corriente continua

CA: Corriente alterna

TCP: (*Transmission Control Protocol*) Protocolo de control de transmisión

RTU: (*Remote Terminal Unit*) Unidad terminal remota

I2C: (*Inter-integrated circuit*) Circuito interintegrado

RS232: (Recommended Standard 232) Protocolo de comunicación estándar recomendado 232

RS485: (Recommended Standard 485) Protocolo de comunicación estándar recomendado 485

EEPROM: (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) Memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente

Ladder: Lenguaje de programación de PLC

Reed Switch: Interruptor magnético de lengüeta

EMC: (Electromagnetic Comptatibility) Compatibilidad electromagnética

EMI: (Electromagnetic Interference) Interferencias electromagnéticas

CÁLCULO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO

Página en blanco.

Índice

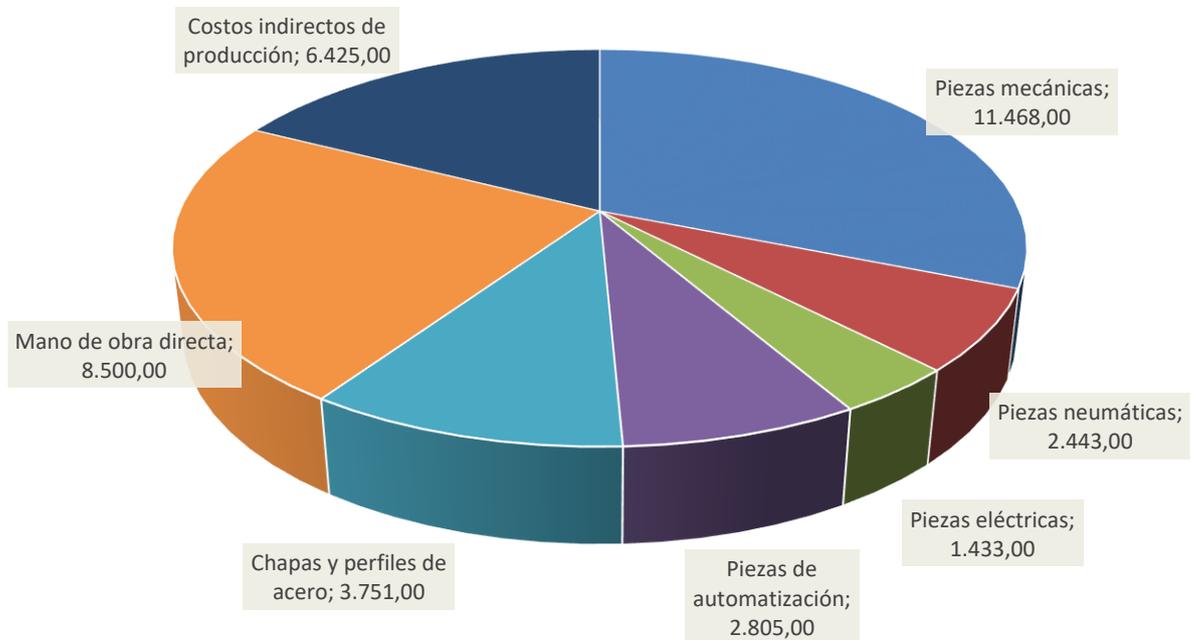
1.	Resumen acotado de costos.....	107
2.	Costo de materia prima directa	107
2.1.	Resumen costo de piezas mecánicas:.....	107
2.2.	Resumen costo de piezas neumáticas:	108
2.3.	Resumen costo de piezas eléctricas:.....	109
2.4.	Resumen costo de piezas para automatización:	109
2.5.	Total materia prima	110
3.	Costo de mano de obra directa.....	110
4.	Costos indirectos de producción	111
5.	Total costos de producción	111
6.	Valor de venta	111

Página en blanco.

1. Resumen acotado de costos

El siguiente es un resumen de los costos involucrados en la máquina, luego se realiza un análisis extensivo del tema.

Componente del costo	Valor US\$	Valor %
Piezas mecánicas	11.468,00	31%
Piezas neumáticas	2.443,00	7%
Piezas eléctricas	1.433,00	4%
Piezas de automatización	2.805,00	8%
Chapas y perfiles de acero	3.751,00	10%
Mano de obra directa	8.500,00	23%
Costos indirectos de producción	6.425,00	17%
Total costos de producción	36.825,00	100%



2. Costo de materia prima directa

A continuación se observan las tablas de costos de materiales para cada área involucrada, omitiendo las piezas que deben fabricarse específicamente para la despuntadora. En dicha categoría se encuentran las estructuras de acero, ejes, cobertores y piezas mecánicas en general. El costo de materiales y fabricación de estos elementos se agrega más adelante.

2.1. Resumen costo de piezas mecánicas:

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario US\$	Subtotal
M-PG-02	Motorreductor	1	410	410

M-PG-08	Cadena de transmisión	1 m	25	25
M-PG-09	Soporte y rodamiento árbol hexagonal	2	15,5	31
M-PG-10	Cremallera	9 m	28	252
M-PG-12	Piñón motriz	1	12	12
M-PG-12	Piñón conducido	1	18	18
M-PC-01	Sierra circular	5	100	500
M-PC-02	Motor de sierra	5	375	1875
M-PC-04	Correa de transmisión	15	12,5	187,5
M-PC-05	Polea motriz	5	31	155
M-PC-06	Polea conducida	5	31	155
M-PC-10	Soporte y rodamiento eje de sierra	10	17,5	175
M-PC-11	Soporte y rodamiento chapa portante	10	13,5	135
M-PC-14	Cadena de transporte con empujadores	60 m	25	1500
M-PC-19	Piñón tensor	10	20	200
M-PC-20	Rodamiento piñones	20	12	240
M-PC-22	Piñón conducido	10	25	250
M-PC-25	Piñón motriz	10	25	250
M-PC-26	Cono autoblocante para piñón motriz	10	100	1000
M-PC-28	Soporte y rodamiento para cañonera	10	30	300
M-PC-30	Rodamiento apoyo de puente	40	4	160
M-PC-33	Piñón de traslación	10	25	250
M-PC-34	Cono autoblocante de traslación	10	50	500
M-PC-35	Soporte y rodamiento eje de traslación	15	11,25	168,75
M-PC-36	Cilindro neumático de elevación	5	200	1000
M-PC-37	Basculante cilindro de elevación	5	28,125	140,6
M-PC-38	Horquilla cilindro de elevación	5	18,75	93,75
M-AP-05	Rodamiento	20	3	60
M-AP-07	Guía de cilindro neumático	5	85	425
M-AP-08	Cilindro neumático	5	175	875
-	Accesorios	-	125	125
Total				11468,6

2.2. Resumen costo de piezas neumáticas

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal U\$S
N-LP-00	FR+L	1	116	116
N-LP-01	Válvula colizante	1	60	60
N-LE-00	Distribuidor de alimentación	1	15	15
N-LE-01	Válvula de distribución	5	170	850
N-LE-02	Válvula reguladora	10	9	90
N-LE-03	Silenciador de escape	10	4	40
N-LA-00	Válvula de retención	1	50	50
N-LA-01	Distribuidor de 4 caras	5	10	50
N-LA-02	Válvula de distribución	5	160	800
N-LA-03	Válvula reguladora	10	10	100

N-LA-04	Silenciador de escape	10	4	40
N-LA-05	Tubo en espiral	5	3	15
N-LA-06	Regulador de presión	1	50	50
N-CM-00	Cupla	1	1	1
N-CM-01	Conector T 10	1	1	1
N-CM-02	Manguera PU 10	4	3	12
N-CM-03	Conector recto R 1/4" a 10	12	1	12
N-CM-04	Conector recto R 1/4" a 6	20	1	20
N-CM-05	Manguera PU 6	45	1,5	65,5
N-CM-06	Conector recto R 1/4" a 8	5	1	5
N-CM-07	Conector recto R 1/8" a 8	15	1	15
N-CM-08	Manguera PU8	16	2	32
Total				2441,5

2.3. Resumen costo de piezas eléctricas

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal
E-TP-00	Gabinete	1	60	60
E-TP-01	Interruptor termomagnético	1	25	25
E-TP-02	Interruptor diferencial	1	80	80
E-TP-03	Interruptor seccionador	1	45	45
E-TP-04	Interruptor termomagnético	1	10	10
E-TP-05	Variador de frecuencia	1	218,75	218,75
E-TP-06	Cooler y rejilla de ventilación	1	95	95
E-TF-00	Gabinete	1	60	60
E-TF-01	Contactador	5	37,5	187,5
E-TF-02	Guardamotor	5	87,5	437,5
E-TF-05	Borne simple	20	0,625	15
E-DM-00	Cable tripolar de 16 mm ²	4 m	8	32
E-DM-01	Cable unipolar de 16 mm ²	4 m	2	16
E-DM-02	Cable tetrapolar de 2,5 mm ²	16 m	1,5	24
E-DM-03	Cable tripolar VDF 1,5 mm ²	1 m	1,25	1,25
-	Accesorios	-	125	125
Total				1432

2.4. Resumen costo de piezas para automatización

Código	Descripción corta	Cantidad	Precio unitario U\$S	Subtotal
A-TC-00	Gabinete	1	75	75
A-TC-01	Interruptor termomagnético	1	10	10
A-TC-02	PLC	1	350	350
A-TC-03	Módulo de expansión	2	100	200
A-TC-04	HMI	1	280	280
A-TC-05	Fuente de 12 Vcc	1	72	72
A-TC-06	Transformador de 24 Vca	1	32	32

A-TC-07	Relé de interface	22	8	176
A-TC-08	Borne simple	24	0,625	15
A-TC-09	Borne doble	26	0,8	20,8
A-TC-10	Selector de dos posiciones	1	12,5	12,5
A-TC-11	Luz indicadora roja	4	4	16
A-TC-12	Luz indicadora verde	1	4	4
A-TC-13	Parada de emergencia a botón	1	12,5	12,5
A-TC-14	Parada de emergencia por cable	1	125	125
A-DM-00	Interruptor magnético DSL	20	12,5	250
A-DM-01	Final de carrera	4	50	200
A-DM-02	Sensor inductivo	6	18,75	112,5
A-DM-03	Cable terna blindada	41 m	4	164
A-DM-04	Cable par blindado	134 m	3	402
A-DM-05	Cable cuadrete blindado	44 m	5,5	242
A-DM-06	Cable multipar de 3 pares	4 m	8	32
Total				2803,3

2.5. Total materia prima

Con la finalidad de cuantificar el costo de tornillos, tuercas, prensacables y demás elementos necesarios para el armado de la despuntadora múltiple, se agrega la categoría accesorios con un valor estimado para cada caso. Todos los valores mencionados son en dólares americanos y tienen el IVA incluido.

El total de las áreas mencionadas, sin considerar piezas fabricadas por la metalúrgica, resulta:

Área	Subtotal U\$S
Mecánica	11468,6
Neumática	2441,5
Eléctrica	1432
Automatización	2803,3
Total	18145,4

El valor total anterior se refiere exclusivamente al costo de compra de materiales ya manufacturados. El costo del acero necesario para fabricar la máquina se calcula a partir del valor del acero por unidad de masa. La masa de acero de la totalidad de los productos a fabricar es de aproximadamente 1300 Kg. Considerando un rendimiento por corte de perfiles de 0,85 se tiene 1500 Kg de acero, a un valor promedio de U\$S 2,5 el kilogramo, resultan U\$S 3750 de costo de acero. Por lo tanto el costo de materia prima directa es:

Costo materia prima directa	Subtotal U\$S
Total piezas manufacturadas	18145,4
Acero	3750
Total	21895,4

3. Costo de mano de obra directa

El costo de mano de obra directa se obtiene consultando a una metalúrgica de la zona especializada en fabricación de máquinas para la industria maderera. A partir de una estimación de una cantidad de 40 días hábiles necesarios para la fabricación de todos los componentes, se obtiene un costo de mano

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: GP y A De Carli 27/03/17	Aprobó:	Página 110 de 133
------------------------------------	----------------------------------	---------	-------------------

de obra directa que incluye la fabricación de las piezas de acero, tornería, el armado de la máquina y la programación. Dicho costo incluye el pago de salarios e impuestos sobre productos del trabajo a un oficial y un ayudante durante dos meses y un electricista y programador durante un mes.

Mano de obra directa	Salarios e impuestos U\$\$	Meses	Subtotal U\$\$
Oficial	1375	3	4125
Ayudante	1000	3	3000
Electricista y programador	1375	1	1375
Total			8500

4. Costos indirectos de producción

Con excepción del costo de la materia prima directa y de la mano de obra directa, son el conjunto de todos aquellos gastos generados en el área de producción para la elaboración de los productos. Los elementos que no quedan integrados a la máquina, pero que son necesarios para la producción de la misma, como discos de corte o de pulido, entre otros, no se consideran directos y por lo tanto se computan en esta categoría. Los sueldos de los empleados que no trabajan directamente en la transformación de la materia prima no se consideran mano de obra directa, por lo que también se cuantifican en esta categoría. Finalmente, los gastos por concepto de electricidad, teléfonos, mantenimiento de equipos e insumos también se consideran costos indirectos de fabricación.

En este caso particular, según los datos obtenidos de la metalúrgica consultada, se tienen los siguientes gastos indirectos de producción:

Costo indirectos de producción	Importe U\$\$	Meses	Subtotal U\$\$
Alquiler	800	3	2400
Administrativos	1000	3	3000
Electricidad	125	3	375
Insumos varios	650	-	650
Total			6425

Los insumos varios representan los gastos de elementos de producción y se calculan como el 3 % del costo de materia prima directa aplicado a todo el período de fabricación de la máquina. Esto último según la experiencia de metalúrgica consultada. En los costos administrativos se incluyen los costos de internet, teléfono, impresión, etc.

5. Total costos de producción

Sumando los costos anteriores se obtiene el costo de producción de la despuntadora múltiple:

Costos	Subtotal U\$\$
Costo materia prima directa (redondeado)	21900
Mano de obra directa	8500
Costos indirectos de producción	6425
Total	36825

6. Valor de venta

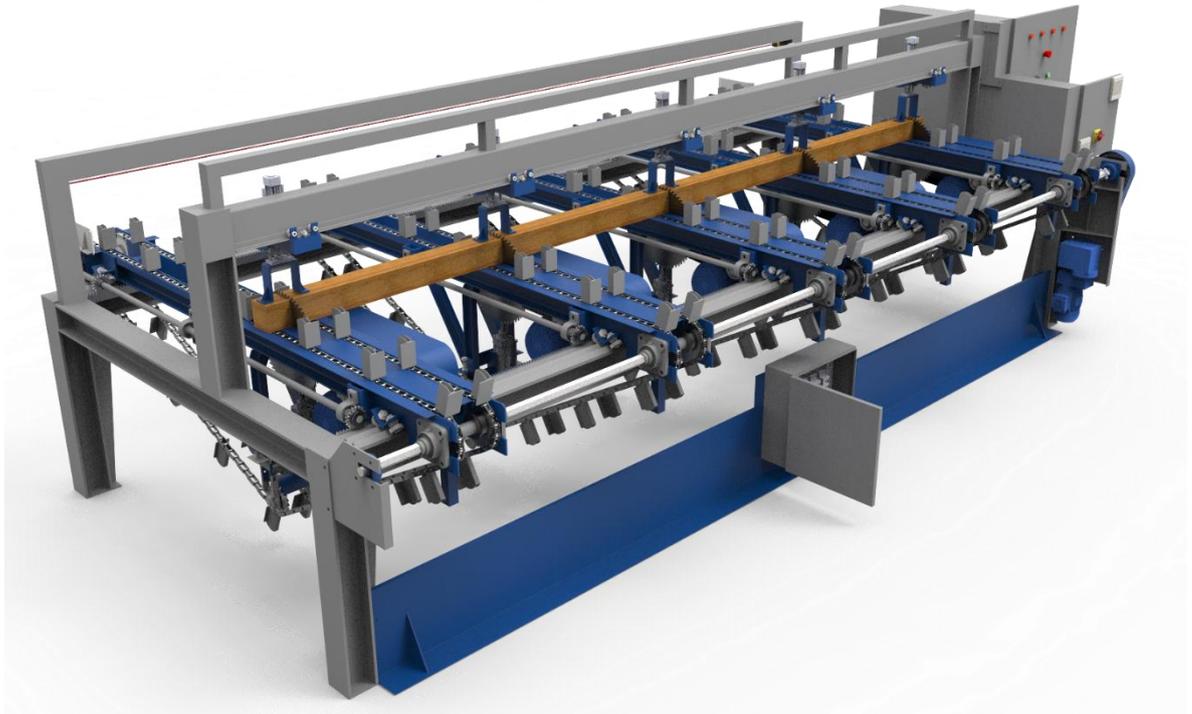
El valor obtenido se refiere exclusivamente a costos, es decir no incluye la ganancia que adquiere la metalúrgica al realizar la manufactura de la máquina. Por lo tanto el cálculo se realiza suponiendo que es la metalúrgica la que fabrica la máquina y que la ganancia que pretende imprimirle se calcula sobre el costo de fabricación. Según valores obtenidos del mercado, las industrias metalúrgicas cobran como

ganancia entre el 50 % y el 100 % de los costos de la materia prima. Suponiendo que la fábrica pretende ganar el 50 % del costo de materiales por máquina construida, a fin facilitar la inserción de la máquina en el mercado, se obtiene un valor de venta de:

Valor de venta	Subtotal U\$\$
Costos	36825
Ganancia	10950
Total	47775

Éste es el valor final con IVA incluido. A valor del dólar a mediados de abril de 2017 de \$ 15,5 pesos argentinos por dólar, el valor de venta de la máquina resulta en **\$ 740.512,50**.

ANÁLISIS COMPARATIVO



Página en blanco.

Índice

1.	Introducción.....	117
2.	Productividad y comparación con competencia.....	117
2.1.	Caso de aplicación: Producción de pallets para exportación tipo europeo	121
2.2.	Conclusión.....	130
2.2.1.	Ventajas de la despuntadora múltiple semiautomática “DMS”	130
2.2.2.	Futuras mejoras	131
3.	Programa de mantenimiento.....	131

Página en blanco.

1. Introducción

Este documento tiene la finalidad de realizar un análisis de la capacidad de producción de la despuntadora múltiple diseñada, y contrastarla con máquinas alternativas comercialmente disponibles. Este análisis también tiene en cuenta la flexibilidad de los distintos diseños para adaptarse a las distintas especificaciones de corte que puedan surgir.

Se realiza también un análisis comparativo respecto a un producto específico, que es la fabricación de tablas para pallets, para cuantificar de manera más precisa la productividad y versatilidad de las máquinas.

2. Productividad y comparación con competencia

La capacidad de corte máxima se da evidentemente cuando están trabajando todas las sierras circulares. Considerando una frecuencia de operación de corte de uno cada 7 segundos, por todos los tiempos involucrados, se obtienen **514 operaciones de corte por hora**.

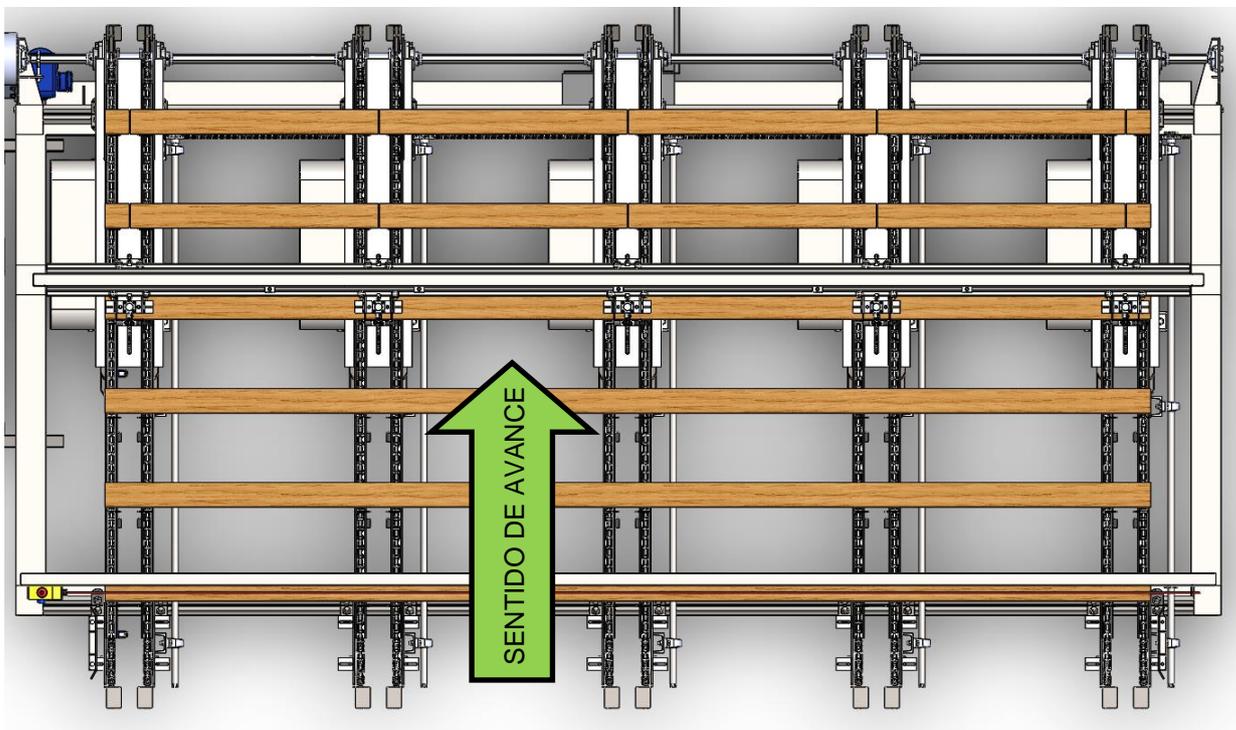


Ilustración 70. Operación en régimen (vista en planta)

Trabajando las 5 sierras de manera simultánea se pueden obtener como máximo, **por cada operación de corte, cuatro mazos de tablas de 6" de ancho y espesor y 1 m de largo**. En una hora esto representa **2056 mazos** de las características mencionadas. Además, si **cada tabla** que forma el mazo **tiene 1 pulgada de espesor**, por utilizar una medida comúnmente usada, cada mazo se transforma en 16 tablas de 1 m y se producen **8224 tablas por hora**.

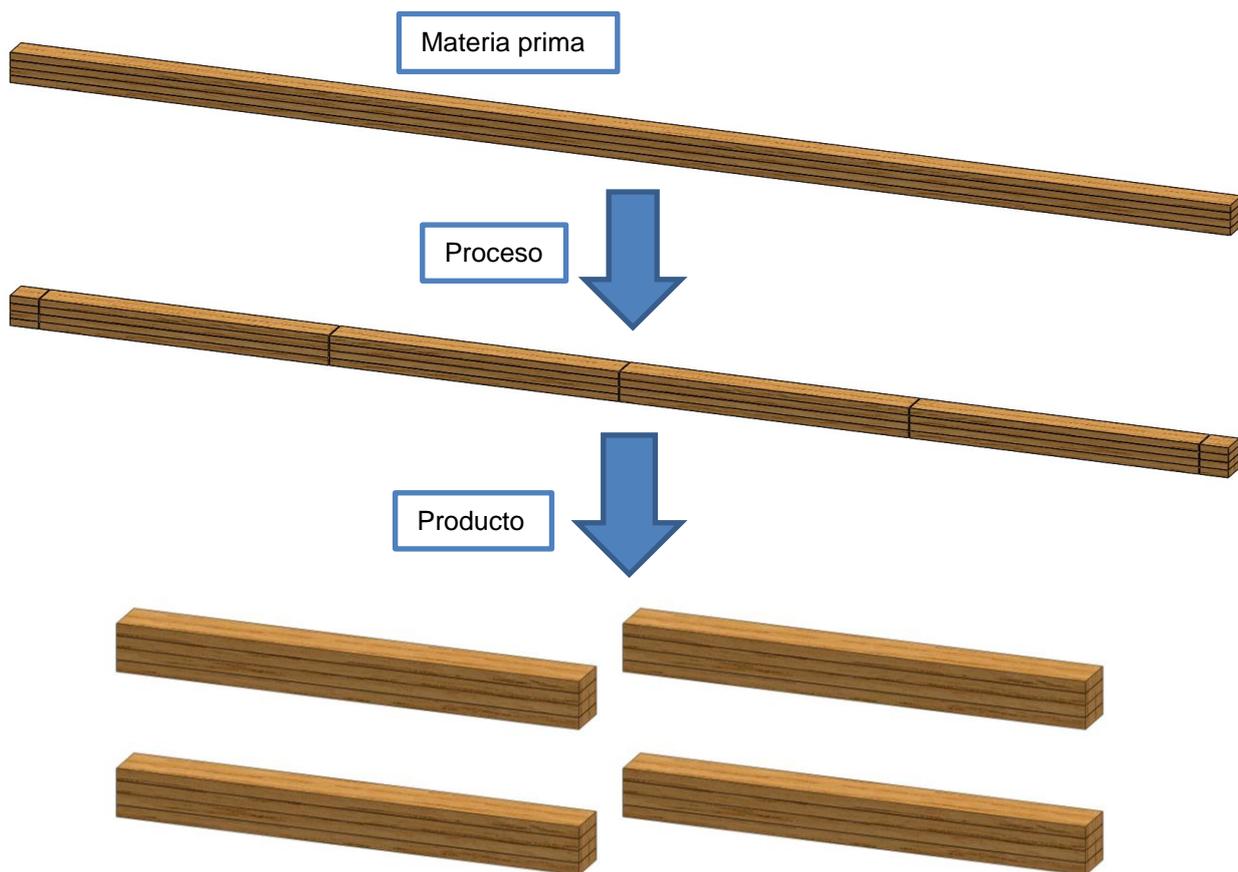


Ilustración 71. Producto: 16 tablas de 1 m, 4" de ancho y 1" de espesor

Desde el punto de vista másico, la capacidad de producción máxima de la despuntadora múltiple es la siguiente. Considerando los mazos de tablas más grandes que se pueden alimentar, de 3" de espesor, 6" de ancho y 4,2 m de largo, la masa húmeda de los mismos es de 39 Kg. Al realizarse 514 operaciones de corte por hora, **la máquina puede procesar hasta 20.046 Kg de madera por hora**. Teniendo en cuenta el desperdicio de madera en el corte, tanto el aserrín como las puntas de las tablas alimentadas, la cantidad de madera útil producida se reduce. Por mazo de tablas de las características mencionadas se pierde 20 cm en el largo, es decir 1,8 Kg. En términos porcentuales la pérdida representa un 4,65 %, por lo tanto la **cantidad de madera útil obtenida es de 19.114 Kg/h**, lo que se traduce aproximadamente en un camión con 30000 Kg de capacidad de carga cada 1,5 horas.

Lo mencionado en el párrafo anterior se puede calcular en términos de pies cuadrados, que es la medida más utilizada en la industria maderera. El pie cuadrado, en éste ámbito de aplicación, se define como una madera cuadrada de 1 pie de longitud por 1" de espesor.

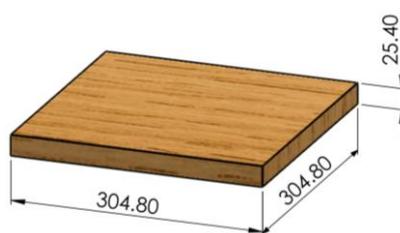


Ilustración 72. Definición de pie²

Considerando el mazo anterior de 6" x 3", formado por 3 tablas de 6" x 1", pero teniendo en cuenta el desperdicio, su volumen en pies² equivale a:

$$3 \cdot 0,5 \text{ pies (ancho)} \cdot 13,12 \text{ pies (largo)} = 19,7 \text{ pies}^2$$

A 514 operaciones de corte por hora, **la máquina puede producir hasta 10.115 pies²/h tanto de madera de pino como de eucalipto.**

Con la finalidad de confrontar la despuntadora múltiple diseñada con las versiones que existen en el mercado se realiza una descripción de las mismas y se valoran las ventajas y desventajas de cada diseño. Se utilizan tres opciones que resumen la mayor cantidad de características encontradas en las máquinas comerciales y se las nombra aquí como opción A, B y C. Para la despuntadora diseñada en este proyecto se utiliza el nombre de "DMS" por Despuntadora Múltiple Semiautomática.

Para comenzar se mencionan las características que son comunes a todas las opciones presentes en el mercado.

- Cuentan con una estructura portante con puentes de corte que se desplazan sobre la misma.
- Las sierras son fijas y pueden encontrarse tanto por debajo de los puentes como por encima.
- El sistema de transporte de las tablas es con cadenas sincronizadas que se mantienen de manera continua en movimiento.
- Presentan un sistema de guiado y apriete de tablas por peso mediante patines.

Opción A

Esta máquina tiene un total de 7 sierras fijas que se encuentran por debajo de los puentes y puede cortar maderas de poco más de 6 m de longitud. Para los cálculos se considera, en este y en todos los casos, el largo útil de la madera, es decir 6 m o 19,7 pies, ya que el resto es desperdicio. El ancho máximo de las tablas es de 6" y el espesor de 1". Como el fabricante no especifica la tasa de producción se la calcula sabiendo que la máquina entrega una tabla cortada cada 10 segundos aproximadamente. El volumen de la madera cortada es de: $1" \cdot \frac{1}{2} \text{ pie} \cdot 19,7 \text{ pies} = 9,85 \text{ pies}^2$. Por la frecuencia de corte mencionada se tienen 360 tablas por hora lo que resulta en 3546 pies²/h de capacidad de producción.

La baja velocidad de avance de las cadenas, que implica baja tasa de corte, permite el uso de la máquina tanto con madera de pino como de eucalipto. Por otro lado, gracias a las 7 sierras, la máquina A produce 6 tablas útiles de 1 m por cada tabla que ingresa.

El valor de la máquina no se conoce con certeza pero se puede estimar como equivalente o ligeramente menor a la aquí diseñada, debido a la mayor simpleza de la misma pero también mayores dimensiones.

Opción B

Esta máquina se caracteriza por su sencillez. Las sierras se encuentran por debajo de los puentes y puede cortar una tabla cada 5 segundos aproximadamente. La alta frecuencia de corte permite el uso de solamente madera de pino, ya que a esta velocidad el eucalipto, por su mayor dificultad para el aserrado, tiende a trabarse entre las sierras. El valor de la máquina se puede estimar muy menor a la "DMS" por su extrema simpleza, además, la muy baja cantidad de partes móviles también implica un costo de mantenimiento muy bajo. Sin embargo la sencillez mencionada se penaliza con tiempos de configuración demasiado extensos, en el orden de la hora.

Opción C

La última opción presentada cuenta con las sierras circulares ubicadas por encima de los puentes. La velocidad de avance de las cadenas produce un corte cada 2 segundos, es decir, es muy elevada lo que permite el uso de madera de pino solamente. Tiene una muy alta capacidad de producción que resulta en 11880 pies²/h. El valor de la máquina se puede estimar como igual o superior a la “DMS”.

Resumen especificaciones técnicas

Las características de la madera obtenida y la capacidad de las opciones presentadas se muestran en la tabla y gráficos siguientes. Se agrega una columna de costos con un factor en por unidad, que estima los costos de materiales y mano de obra de la competencia en función de la complejidad de la despuntadora múltiple ofrecida.

Especificaciones técnicas	Opción A	Opción B	Opción C	DMS
Número de sierras	7	4	4	5
Longitud útil de madera	6 m	3 m	4 m	4 m
Ancho máximo	6”	8”	6”	6”
Espesor máximo	1”	1”	1”	4”
Tasa de corte	360 cortes/h	720 cortes/h	1800 cortes/h	514 cortes/h
Capacidad de producción	3.546 pies²/h	4.752 pies²/h	11.880 pies²/h	10.115 pies²/h
Tipo de madera	Pino/Eucalipto	Pino	Pino	Pino/Eucalipto
Longitud máxima cortada	3 m	1,2 m	1,2 m	4 m
Costo	0,8	0,3	1,2	1

Tabla 1. Comparación de despuntadoras múltiples

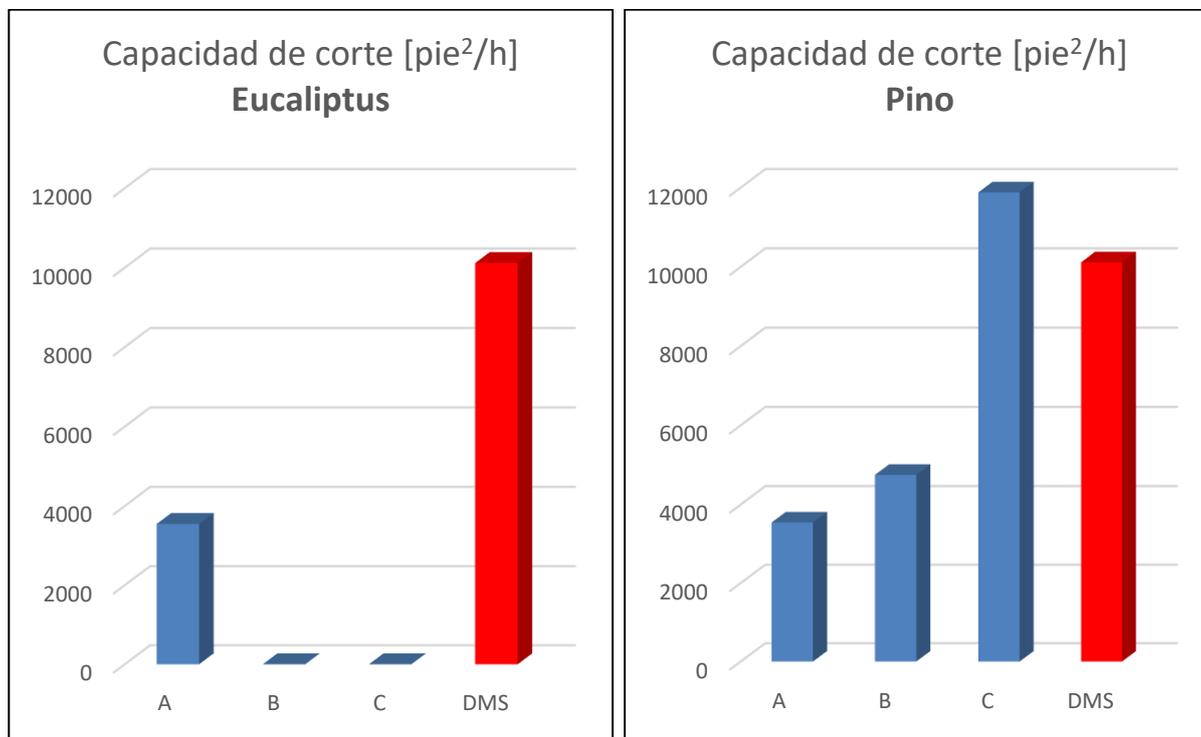


Ilustración 4. Producciones según tipo de madera

Consideraciones respecto a la comparación de máquinas

El sistema de ascenso y descenso de tablas permite anular ciertos puentes permitiendo que el mazo de tablas pase por encima de los mismos sin ser cortado. Esto incrementa enormemente la versatilidad de la despuntadora múltiple ya que permite el corte de tablas de 4 m a, por ejemplo, tablas de 2 m de largo o también de 4,2 m a 4 m. En cambio, con el sistema de sierra fija esto no se puede lograr por la presencia de la sierra en el camino de la tabla, a no ser que se tenga una estructura lo suficientemente grande que permite el apilado de los puentes sobrantes en un extremo, o que se ingrese a la máquina para quitar las sierras inactivas.

Además, el ascenso de las sierras permite realizar una correcta sujeción de las tablas, posibilitando el corte de varias tablas a la vez y de maderas tanto de pino como de eucalipto.

Por otro lado, al mantener las sierras fijas, reduce en gran medida la complejidad de la despuntadora, el costo de producción de la misma y el de mantenimiento.

2.1. Caso de aplicación: Producción de pallets para exportación tipo europeo

Entre los variados campos de aplicación que tienen las despuntadoras múltiples, a saber, producción de tablas para pisos, listones, machimbres para revestimientos, tablas para decks, acomodadores de carga entre otras, se elige la producción de tablas (se excluyen los tacos) para pallets como una aplicación típica a partir de la cual evaluar la productividad de la DMS y compararla con dos de las máquinas citadas anteriormente.

Las tablas de los pallets varían según el modelo, pero las longitudes más comunes son de 0,8 m, 1 m y 1,2 m que se corresponden con el pallet definido por norma IRAM 10011 (normalmente de 1 m x 1,2 m) y el pallet estandarizado en la comunidad europea (Europallet) de 0,8 m x 1,2 m. En el mercado también se usan otros modelos como el tipo Arlog, el semiciego, el descartable, entre otros. Todos éstos llevan maderas de anchos entre 90 mm hasta 145 mm y de espesores de 19 mm a 22 mm.

La norma IRAM 10016 provee una clasificación de pallets según especie forestal utilizada. En la zona de Entre Ríos, Corrientes y Misiones interesan los pallets clase A y B que se realizan con maderas de pino y el clase C que se fabrica con madera de eucalipto.

Clase	Especie forestal según tablas y tacos
A	Tablas de Pino y tacos de quebracho blanco
B	Tablas y tacos de Pino
C	Tablas y tacos de Eucalipto
D	Tablas y tacos de Alamo
E	Tablas y tacos de otras maderas

Ilustración 5. Clases de pallet según madera (Iram 10011)

La alta variabilidad de las dimensiones de las tablas convierte a la despuntadora múltiple en una de las máquinas más indicadas para un aserradero que se dedica a la fabricación de pallets, o bien, de tablas para pallets. Además, el uso de una sola máquina para fabricar las tablas para pallets clase B y C es una ventaja considerable en esta zona geográfica donde abundan las maderas de pino y eucalipto.

Características del producto seleccionado

El europallet mide 800 mm x 1200 mm y se conforma a partir de las tablas detalladas a continuación

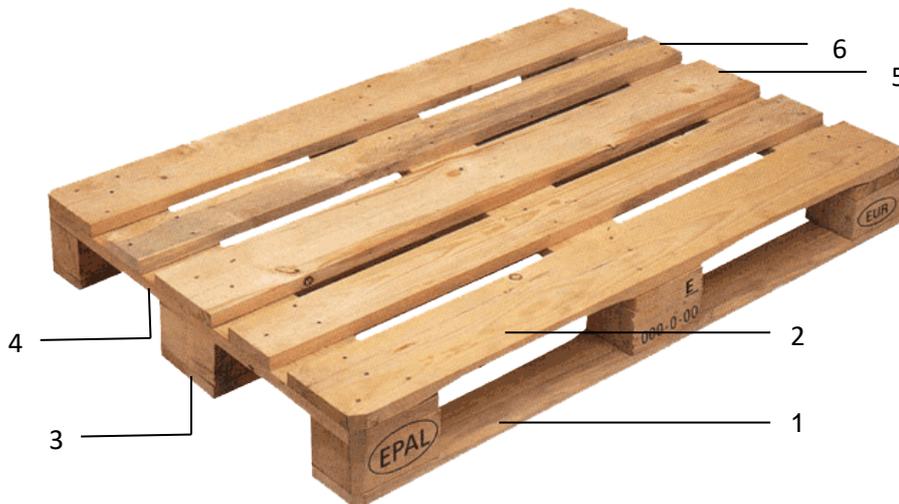


Ilustración 6. Tablas componentes del europallet

Identificación	Nº Piezas	Nombre de las piezas	Dimensiones [mm]
1	2	Tabla inferior (patín) lateral	1200 x 100 x 22
2	2	Tabla superior (cornisa) lateral	1200 x 145 x 22
3	1	Tabla inferior (patín) central	1200 x 145 x 22
4	3	Traviesa	800 x 145 x 22
5	1	Tabla superior (cornisa) central	1200 x 145 x 22
6	2	Tabla superior (cornisa) intermedia	1200 x 100 x 22
7	6	Taco	145 x 100 x 78
8	3	Taco	145 x 145 x 78
Recuento por tamaño			
Medidas [mm]	Cantidad por pallet		
1200 x 145 x 22	4		
800 x 145 x 22	3		
1200 x 100 x 22	4		

Tabla 2. Recuento de tablas por medida

Pauta de producción

Se dispone de un turno de 8 hs para producir tablas para pallets. Por lo tanto, durante el mismo, se deberán generar la máxima cantidad de tablas posibles para reponer el stock del sector de armado. Cada tipo de tabla debe producirse en su correcta proporción respecto a las demás, a fin evitar el faltante o exceso de alguna medida.

Producción con la DMS

Utilizando la DMS se producen las tres medidas de tablas necesarias a través de las operaciones resumidas a continuación. La madera puede ser pino o eucaliptus y se disponen cuatro operarios en el puesto de la máquina.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: GP y A De Carli 27/03/17	Aprobó:	Página 122 de 133
------------------------------------	----------------------------------	---------	-------------------

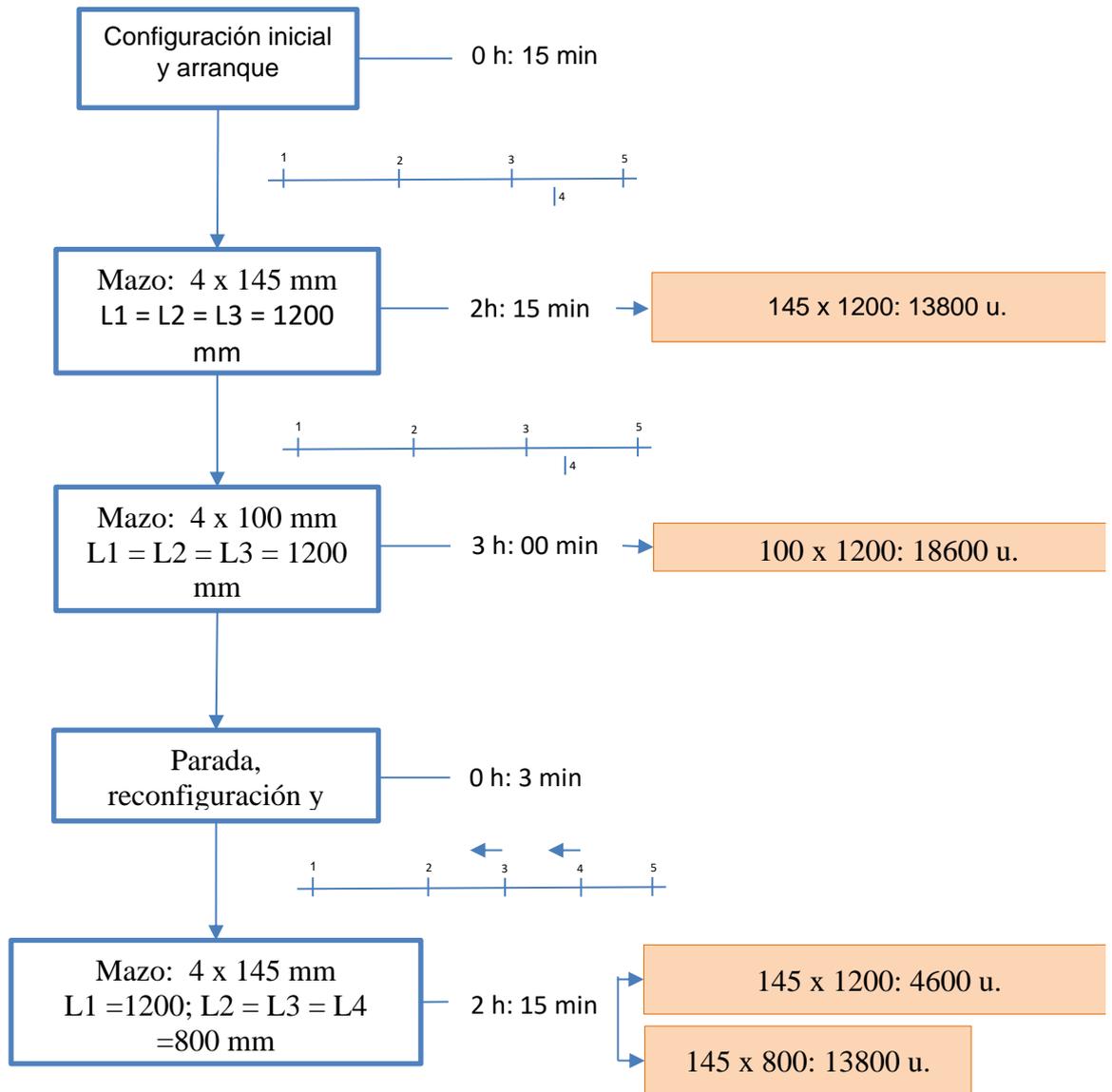


Ilustración 7. Esquema de producción de la DMS

DMS		
Pallets disponibles		4800
Mano de obra empleada		
Puesto	Cantidad	Subtotal H. Hombre
Acomodador de mazo	2	16
Recolector de tablas	2	16
Totales	4	32
Consumo eléctrico estimado por turno [Kwh]		50
Pallets / H. hombre		150
Pallets / Operario		1200
Pallets/ Kwh		96

Tabla 3. Productividad de la DMS

Tal como se observa en la siguiente figura, para la tabla más ancha, de 145 mm, la máquina puede cortar un mazo de 4 tablas.

El tiempo de reconfiguración se minimiza debido a que sólo es necesario mover los puentes 3 y 4, ya que en la configuración inicial el puente 4 se mantiene muy próximo a su a posición de operación, y con el ascenso de sierra inactivo.

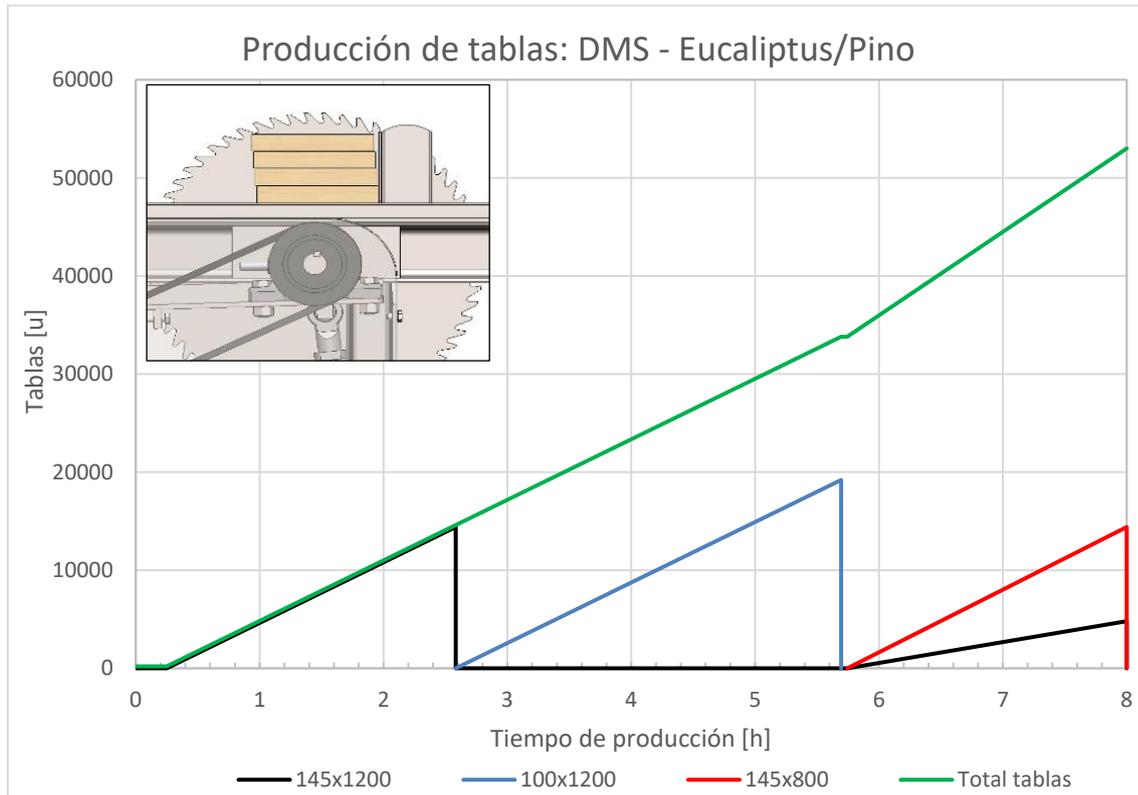


Ilustración 8. DMS: Producción durante el turno

Producción con la Opción A

La opción A se utiliza para comparar la producción a partir de madera de eucaliptus.

Ante la falta de detalles técnicos, se considera el tiempo de configuración del ancho de corte igual al inicial de la DMS.

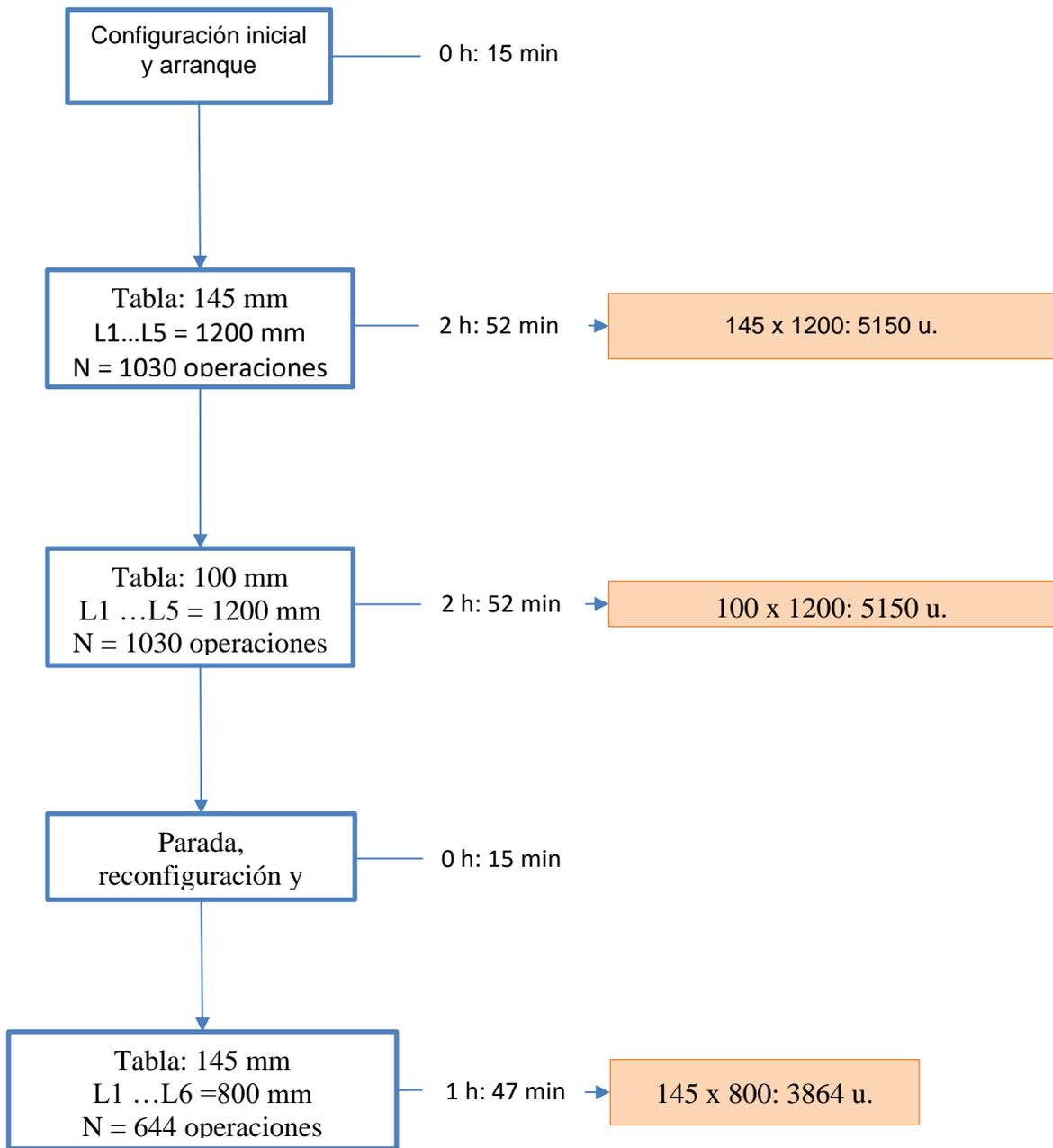


Ilustración 9. Esquema de producción de la opción A

OPCIÓN A		
Pallets disponibles		1287
Mano de obra empleada		
Puesto	Cantidad	Subtotal H. Hombre
Acomodador de tablas	1	8
Recolector de tablas	1	8
Totales	2	16
Consumo eléctrico estimado por turno [Kwh]		16
Pallets / H. hombre		80
Pallets / Operario		643
Pallet/ Kwh		80

Tabla 4. Productividad de la opción A

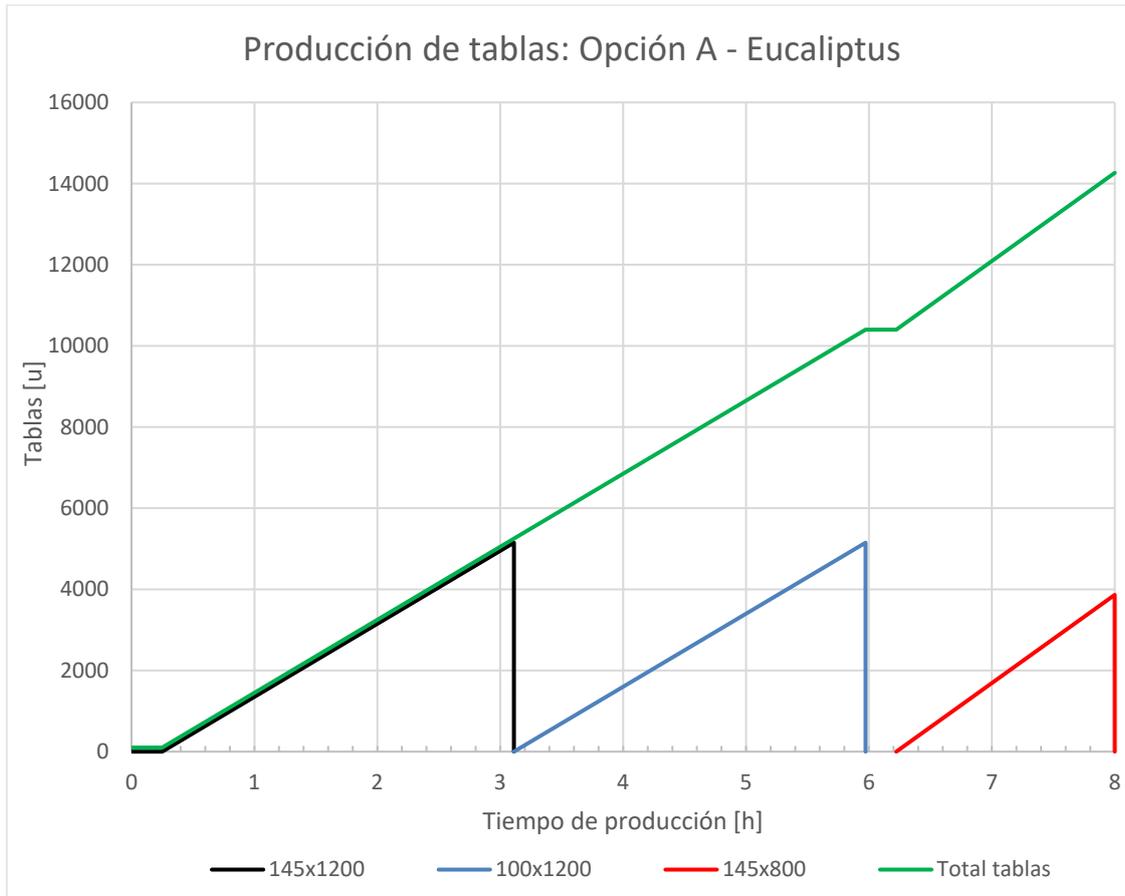


Ilustración 10. Opción A: Producción de durante el turno

Producción con la Opción C

Análogamente, la opción c se utiliza para comparar la producción a partir de madera de pino.

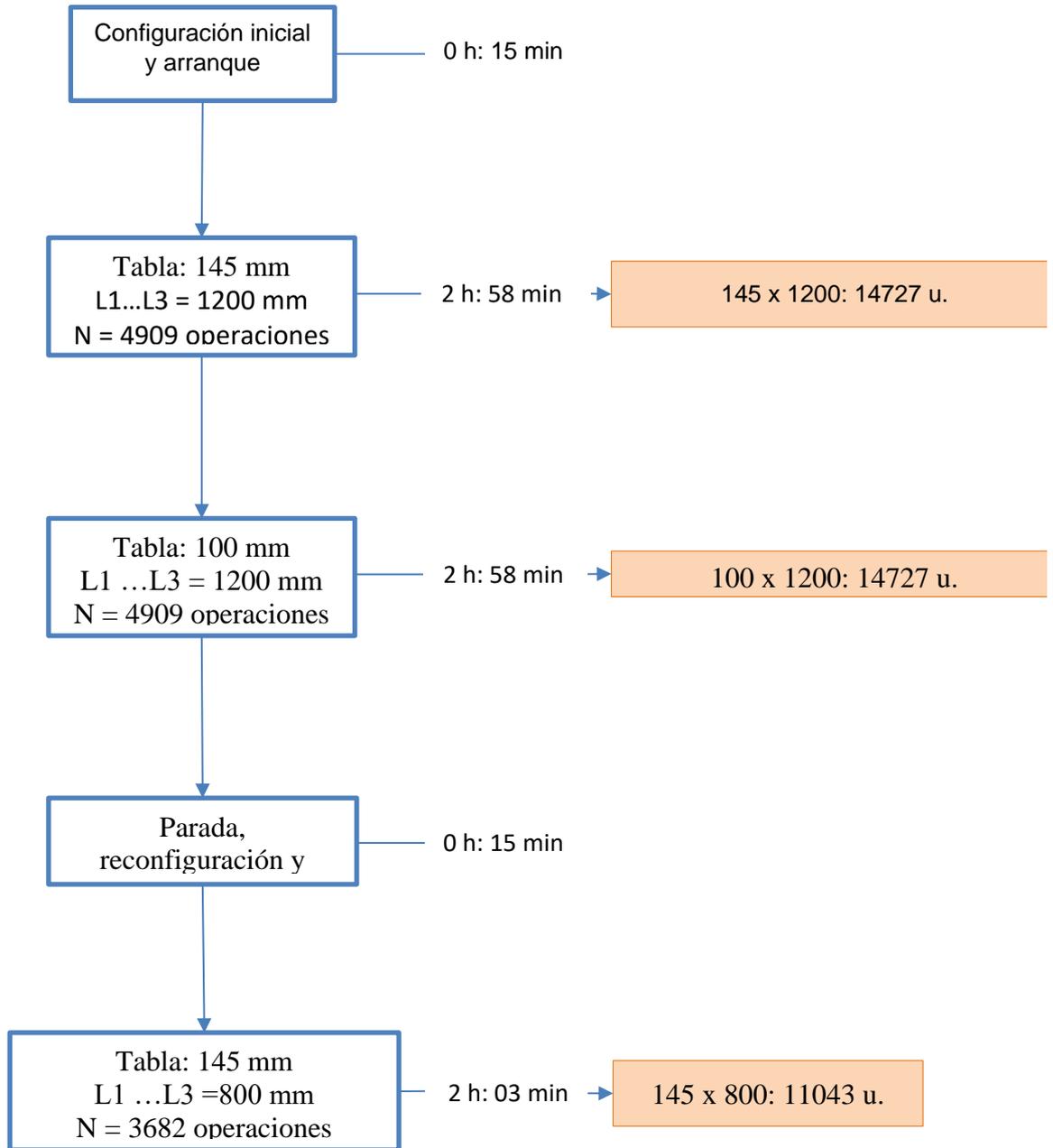


Ilustración 11. Esquema de producción de la Opción C

OPCIÓN C		
Pallets disponibles		3681
Mano de obra empleada		
Puesto	Cantidad	Subtotal H. Hombre
Acomodador de tablas	2	16
Recolector de tablas	2	16
Totales	4	32
Consumo eléctrico estimado por turno [Kwh]		38
Pallets / H. hombre		115
Pallets / Operario		920
Pallets / Kwh		97

Tabla 5. Productividad de la Opción C

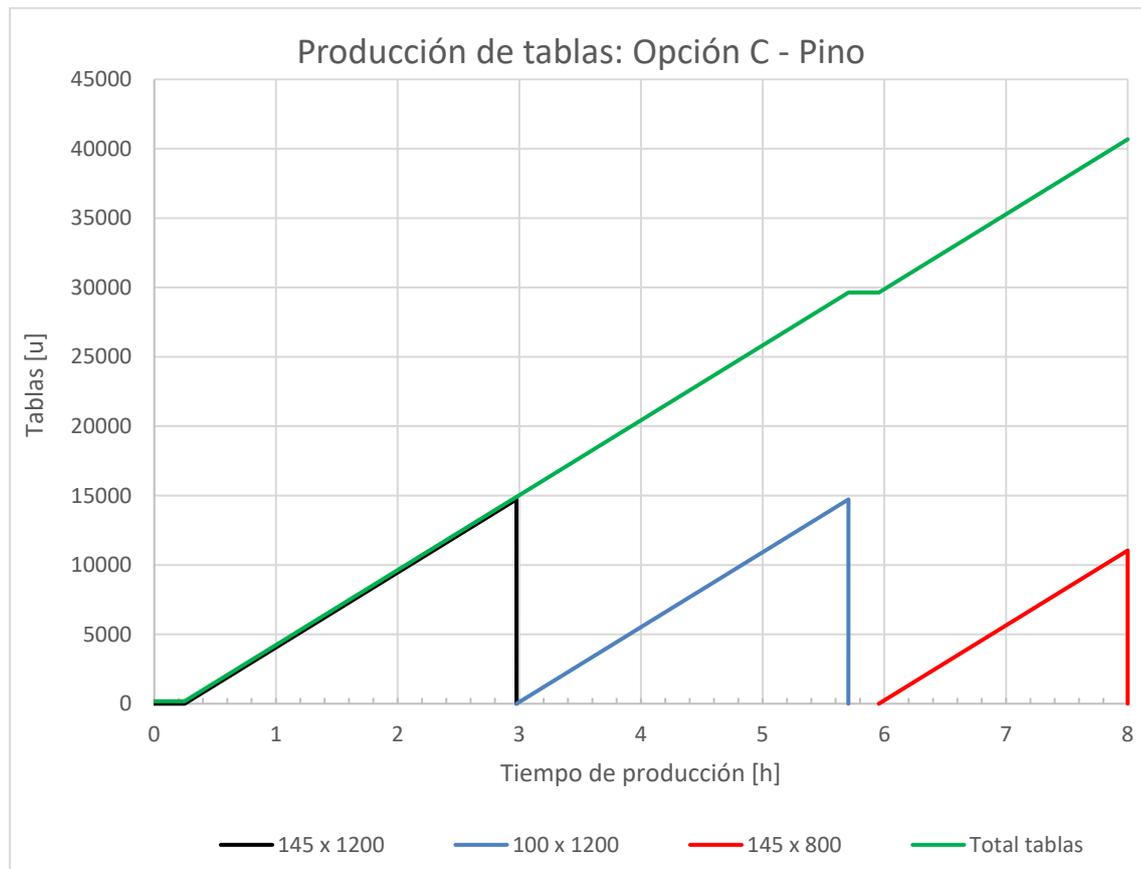


Ilustración 12. Opción C: producción durante el turno

En el presente análisis se están comparando máquinas con capacidades de producción notablemente diferentes considerando al eucaliptus como materia prima, y de una capacidad similar si se considera al pino como tal. Sin embargo, los precios estimados de las máquinas, los cuales no difieren de la DMS en más de un $\pm 20\%$, y la capacidad de la DMS de procesar ambos tipos de madera hacen pertinente la comparación.

Graficando los valores de lo producido por máquinas y contrastándolos en un mismo gráfico se visualizan fácilmente las ventajas de la DMS para la aplicación solicitada. Lo anterior se mantiene incluso relativizando la producción obtenida con la mano de obra empleada.

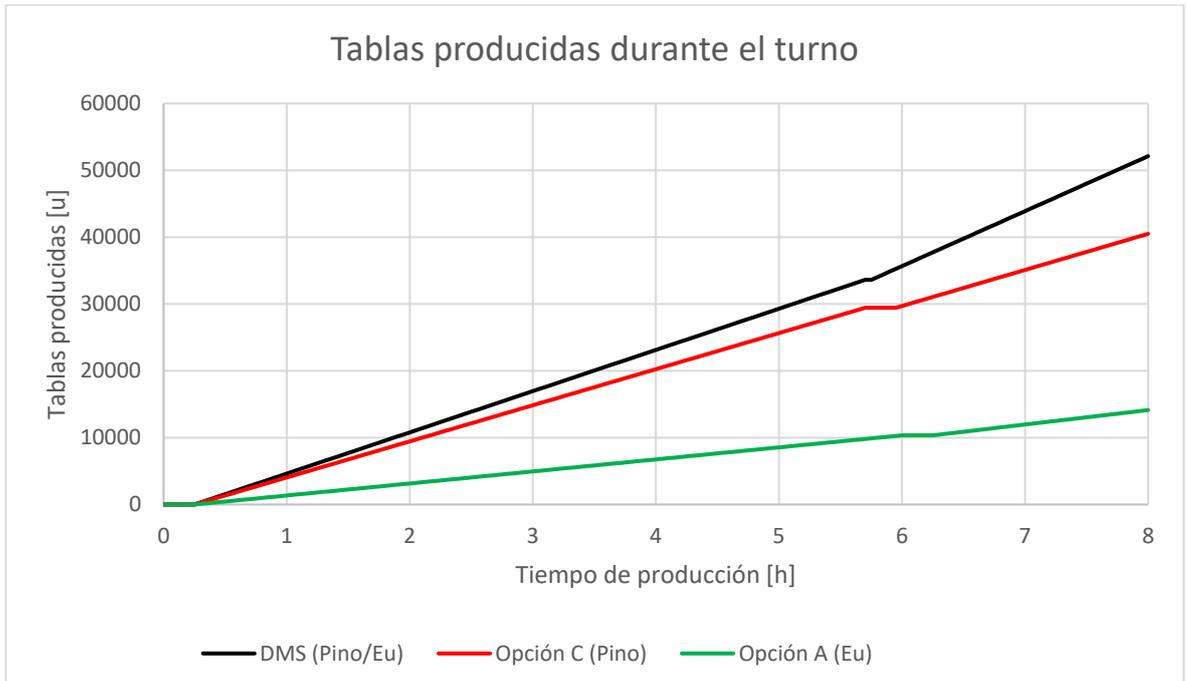


Ilustración 13. Tablas producidas por las tres máquinas durante el turno-comparación

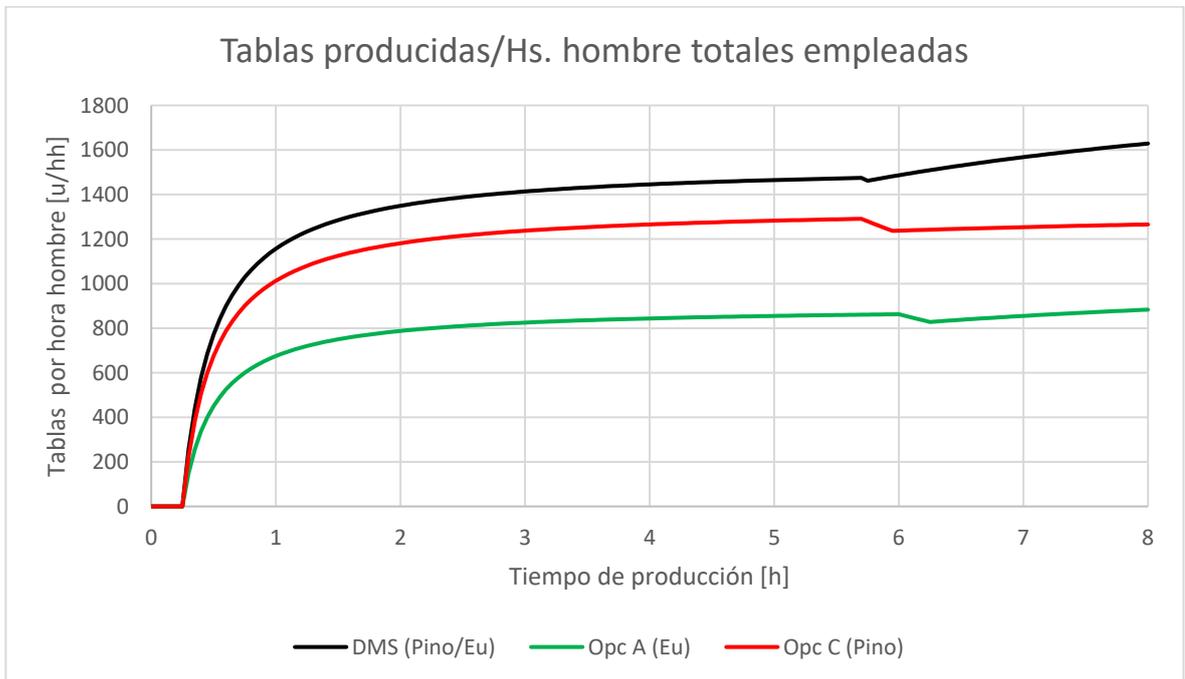


Ilustración 14. Tablas producidas Vs horas hombre requeridas-comparación

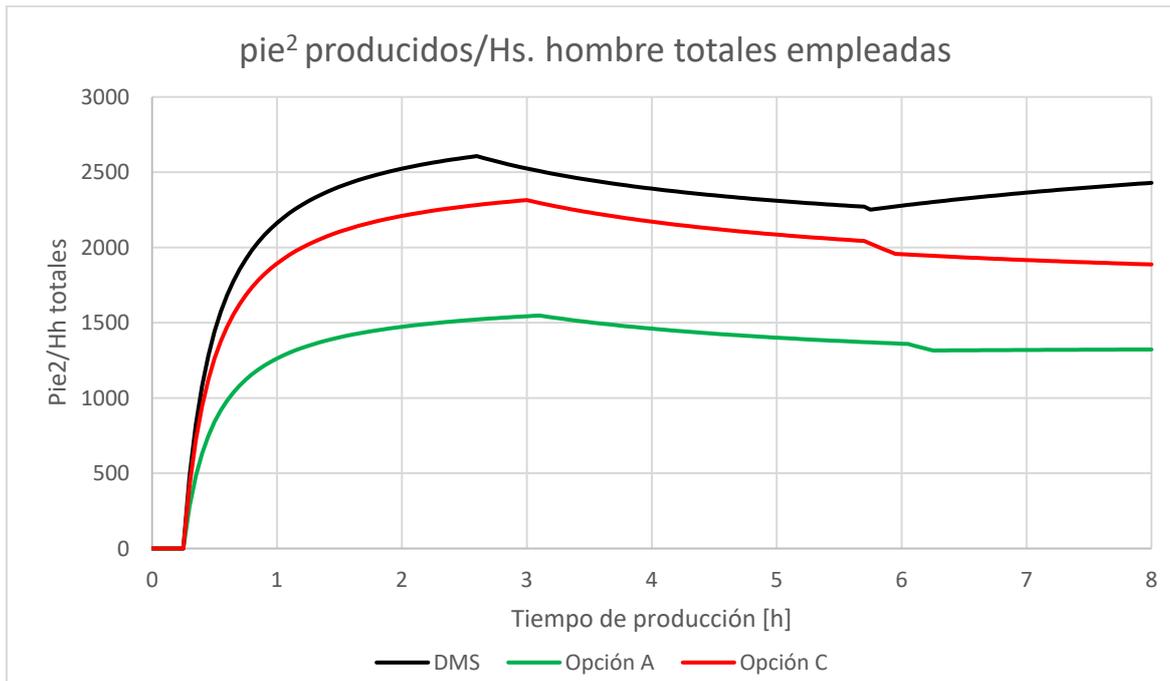


Ilustración 15. Pies producidos Vs horas hombre requeridas-comparación

El consumo energético de la DMS es algo superior al de las demás opciones debido a los requerimientos de aire comprimido. Sin embargo, dado el nivel de producción de la máquina, esto no representa un factor negativo de peso.

2.2. Conclusión

Cuando se realizan cortes de madera de pino, el aserrado es mucho más simple y permite el uso de sierras fijas con lo que se pueden obtener altas velocidades de corte. Sin embargo, cuando se utiliza madera de eucalipto la velocidad de avance debe reducirse, limitando la productividad de la máquina. La despuntadora múltiple semiautomática “DMS”, se presenta como una solución a este problema a partir de las siguientes mejoras y ventajas comparativas

2.2.1. Ventajas de la despuntadora múltiple semiautomática “DMS”

Se describen, de manera concisa, las virtudes del diseño de la despuntadora múltiple.

- **Muy alta tasa de producción**, independientemente del tipo de madera
- Variabilidad respecto a la especie de madera a cortar, desde **maderas blandas a semiduras**, con posibilidad de adaptación para maderas duras
- **Alta flexibilidad de corte**, desde 0,6 m hasta 4 m de longitud y desde 0,5” hasta 4” de espesor.
- Alto nivel de automatización del corte
- **Posibilidad de simple adaptación a línea automática**
- **Facilidad de operación**
- **Posibilidad de anular sierras cuando el corte no es necesario**, con el consecuente ahorro de energía
- Capacidad de procesar maderas de **hasta 4 m de longitud con un mínimo de espacio**.
- Simpleza y robustez de los sistemas de traslación de puentes y apretadores
- Facilidad de configuración de puentes y apretadores
- Versatilidad para adaptarse al Lay Out de la industria

- Alta calidad de materiales y vida útil de los componentes
- Seguridad de operación

La decisión de compra de la despuntadora múltiple diseñada o de las ofrecidas por la competencia depende fuertemente de las necesidades de cada caso. A saber:

- Longitud de tabla buscada
- Longitud de la tabla de entrada
- Espesor de las tablas
- Ancho de las tablas
- Tipo de madera
- Productividad
- Frecuencia en la variación de producción
- Variabilidad en dimensiones de tablas obtenidas
- Disponibilidad de operarios para carga y descarga
- Disponibilidad de operarios calificados para programación
- Posibilidad de automatización de la línea
- Existencia de un programa de mantenimiento
- Superficie disponible

La ponderación de estas características de acuerdo a cada caso particular define la decisión del comprador a optar por uno u otro diseño. De todas maneras, **para el corte de madera de eucalipto, el diseño presentado en este proyecto es el que mayor productividad y flexibilidad de corte ofrece.**

2.2.2. Futuras mejoras

A partir de este rediseño presentado se pueden aumentar aún más las prestaciones, incrementando el diámetro de las sierras circulares, la potencia de los motores y el número de puentes entre otras cosas.

La mayor ventaja de las despuntadoras múltiples se obtiene cuando se automatizan la alimentación y la descarga de la máquina. Esto anula el factor de cantidad de operarios necesarios para alcanzar las tasas de corte calculadas.

Una evolución tecnológica del diseño presentado es la automatización del sistema de traslación de puentes y apretadores, de manera que permita realizar cortes de diferentes largos sin tener que ingresar a la máquina, e incluso sin la necesidad de frenarla y darle la señal de cambio. Es decir, que se pueda definir en la HMI varias longitudes de tabla y la cantidad de las mismas, y que la despuntadora corte a una longitud y cuando termine automáticamente mueva los puentes para cortar a otra longitud.

De todas formas la alta versatilidad y tasa de producción se penalizan con mayor complejidad. Lo que se traduce en mayor probabilidad de fallas y costos de mantenimiento más elevados. Un atenuante es la posibilidad de realizar cortes con tablas más grandes en una máquina más chica gracias a la posibilidad de anular las sierras innecesarias.

3. Programa de mantenimiento

Sierra circular

En muchos casos la sierra debe ser retirada por pérdidas de tensión, aparición de protuberancias u otras deformaciones del cuerpo de la hoja. Asumiendo que la sierra trabaja en buenas condiciones se requiere cuidar que ésta no trabaje con un desgaste o mella mayor a 0,2 mm.

Correas de transmisión

Un tensionado de las correas incorrecto produce fallas prematuras en las mismas. Una buena práctica es aplicar una tensión apenas mayor que la recomendada antes que menor. La experiencia general demuestra que la mayor frecuencia de fallas prematuras se da en correas poco tensadas, además de ser la principal causa de pérdida de potencia. De todas formas una tensión excesiva también causa una falla prematura de la correa. Se recomienda, según fabricantes de correas, chequear la tensión de las mismas después de las primeras 48 horas de uso continuo y volver a chequearlas cada 3 o 4 veces al año. El fabricante de las correas seleccionadas no especifica la base de vida útil para el cálculo de potencia; por lo que una vez que se alcanza el desplazamiento máximo de tensado, de 25 mm, las tres correas deben reemplazarse.

Cadenas

La cadena correctamente mantenida debería desgastarse gradualmente en un período de tiempo de aproximadamente 15000 horas, pero no debería fallar. Como regla general, la vida útil de la cadena termina y debe ser reemplazada cuando el porcentaje de extensión alcanza el 2 % de la longitud de la misma. Por lo tanto para la cadena de transmisión se recomienda inspección a las 15000 horas. Si las condiciones de la misma son aceptables y aún no se alcanza la extensión máxima, inspeccionar periódicamente. También, y aprovechando la parada de la máquina a las 15000 horas, inspeccionar las cadenas de transporte.

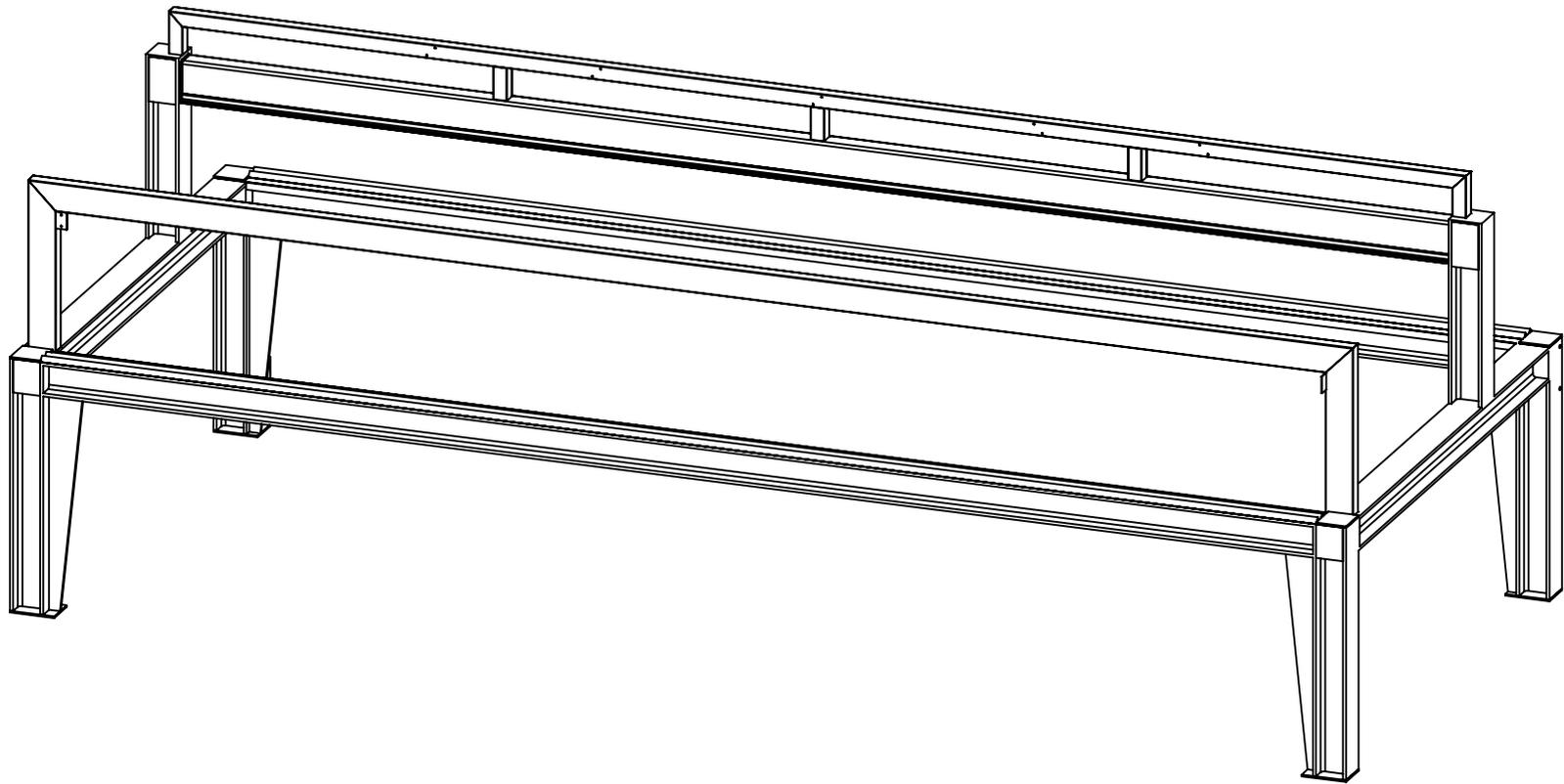
Rodamientos

Verificar periódicamente el estado de lubricación de los rodamientos, sobre todo los correspondientes a cada eje de las sierras circulares.

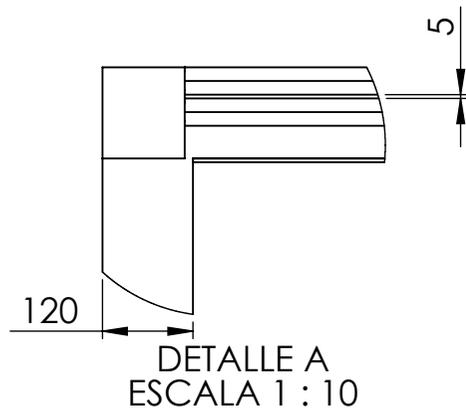
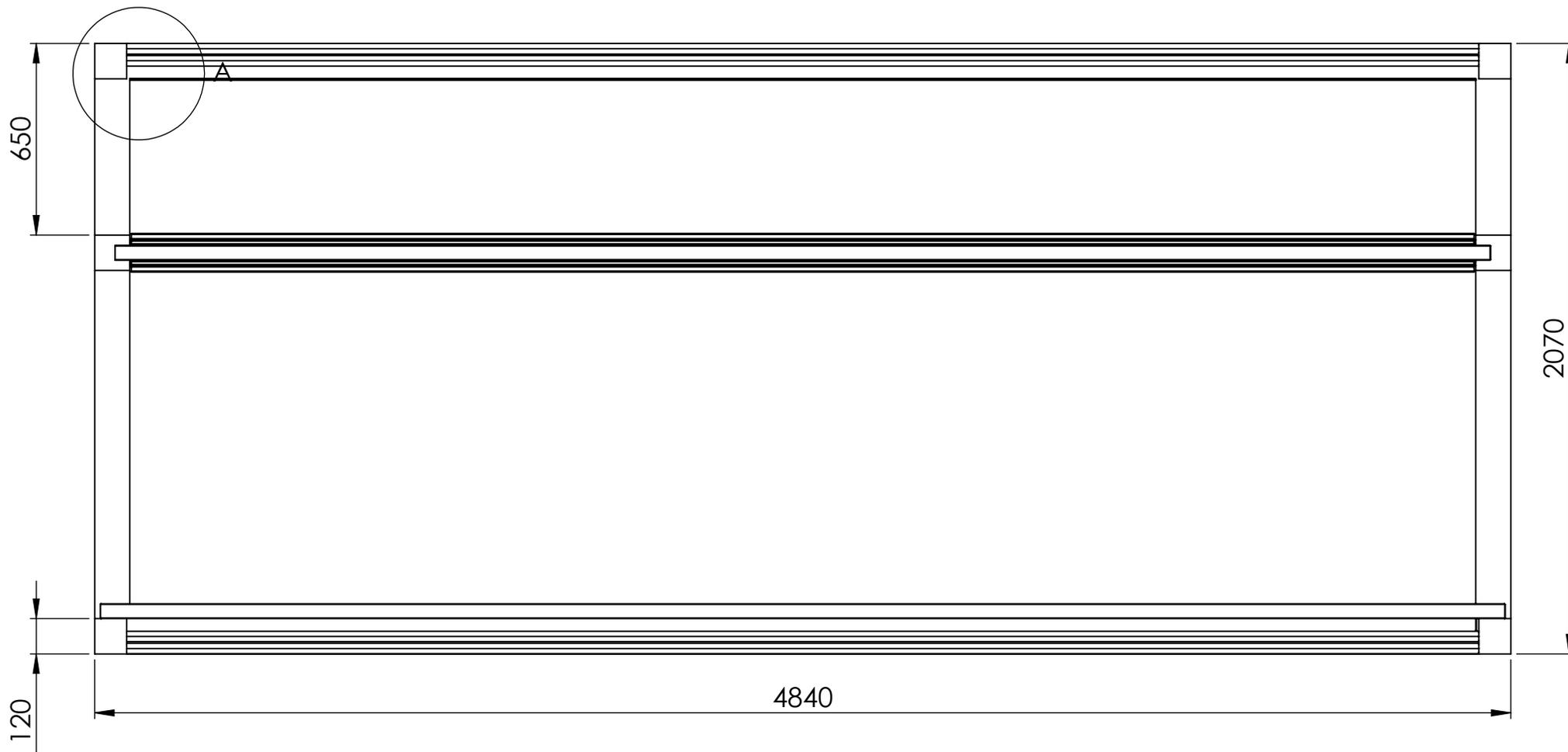
Neumática

Mantener siempre la unidad FR+L con suficiente aceite. Comprobar siempre el nivel de aceite antes de arrancar la máquina. La falta de lubricación reduce drásticamente la vida útil de los elementos neumáticos.

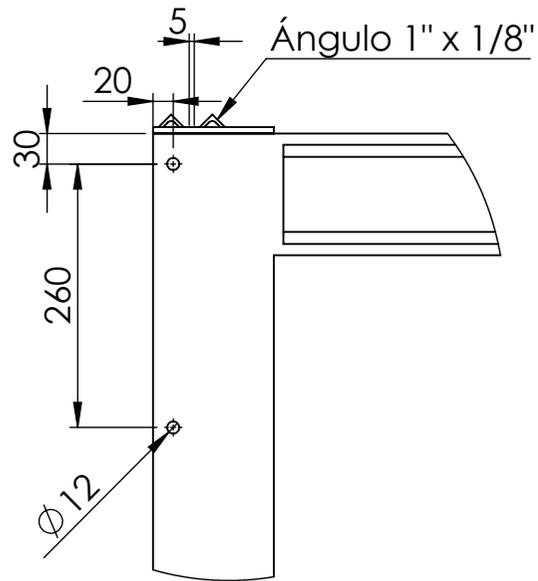
PLANOS



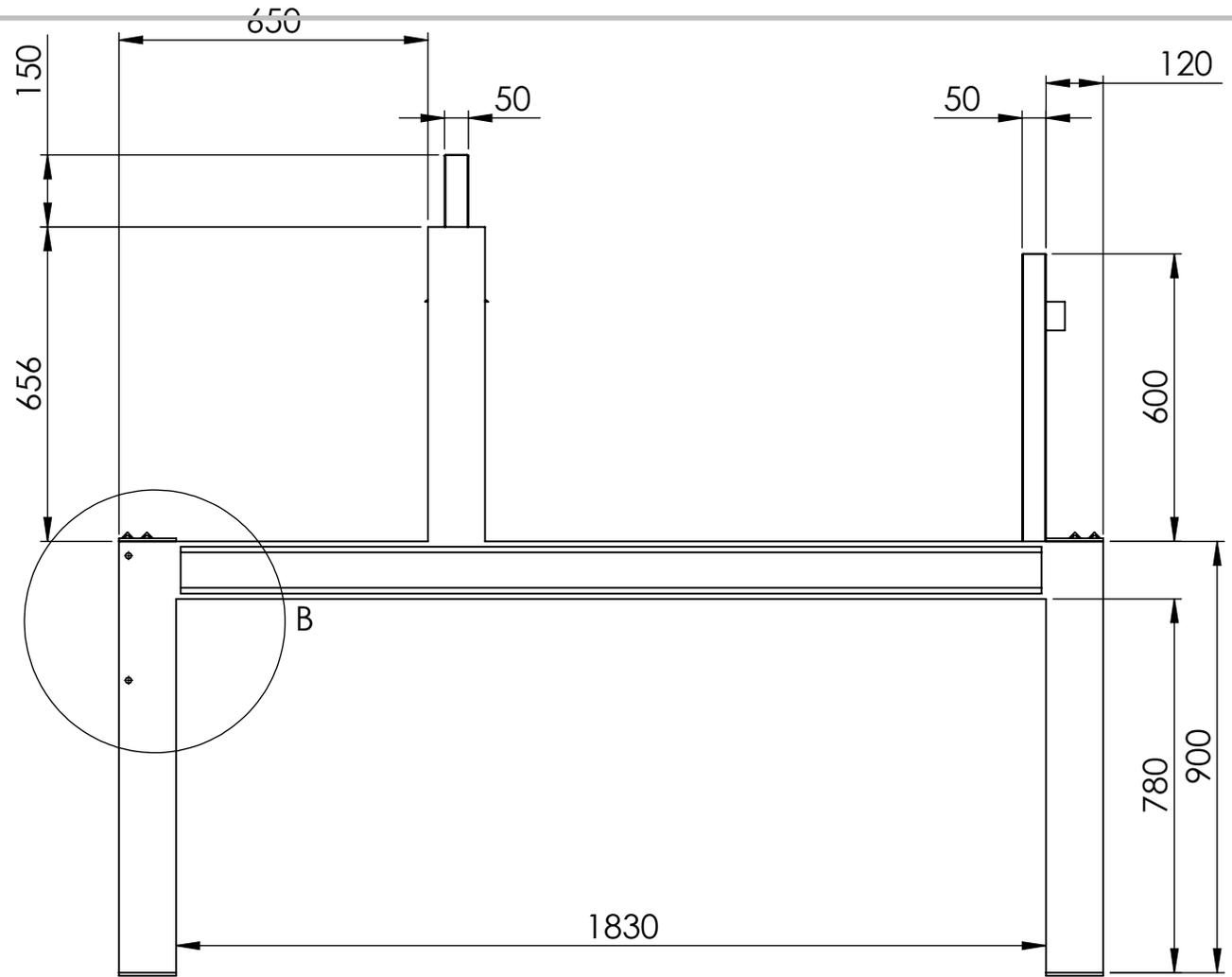
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:25	Estructura portante			Plano A-1610B-M-001 Rev00
					Código de pieza: M-PG-00
Hoja 1/5					



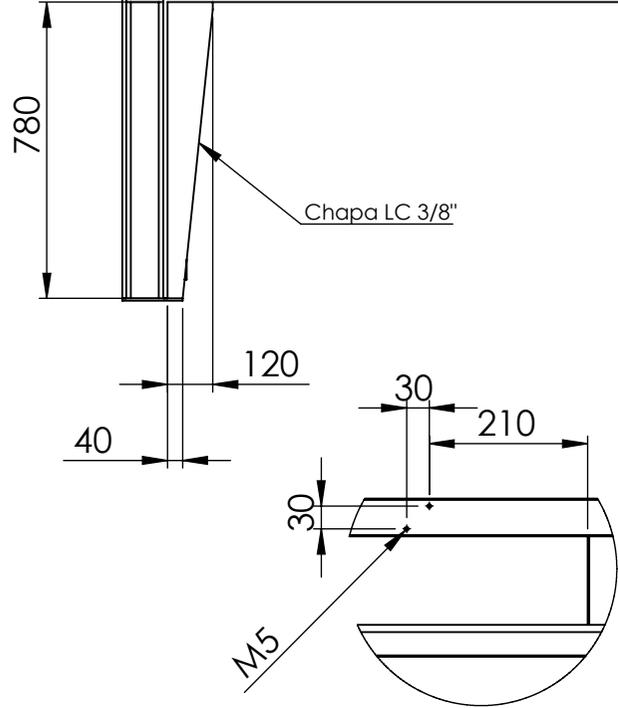
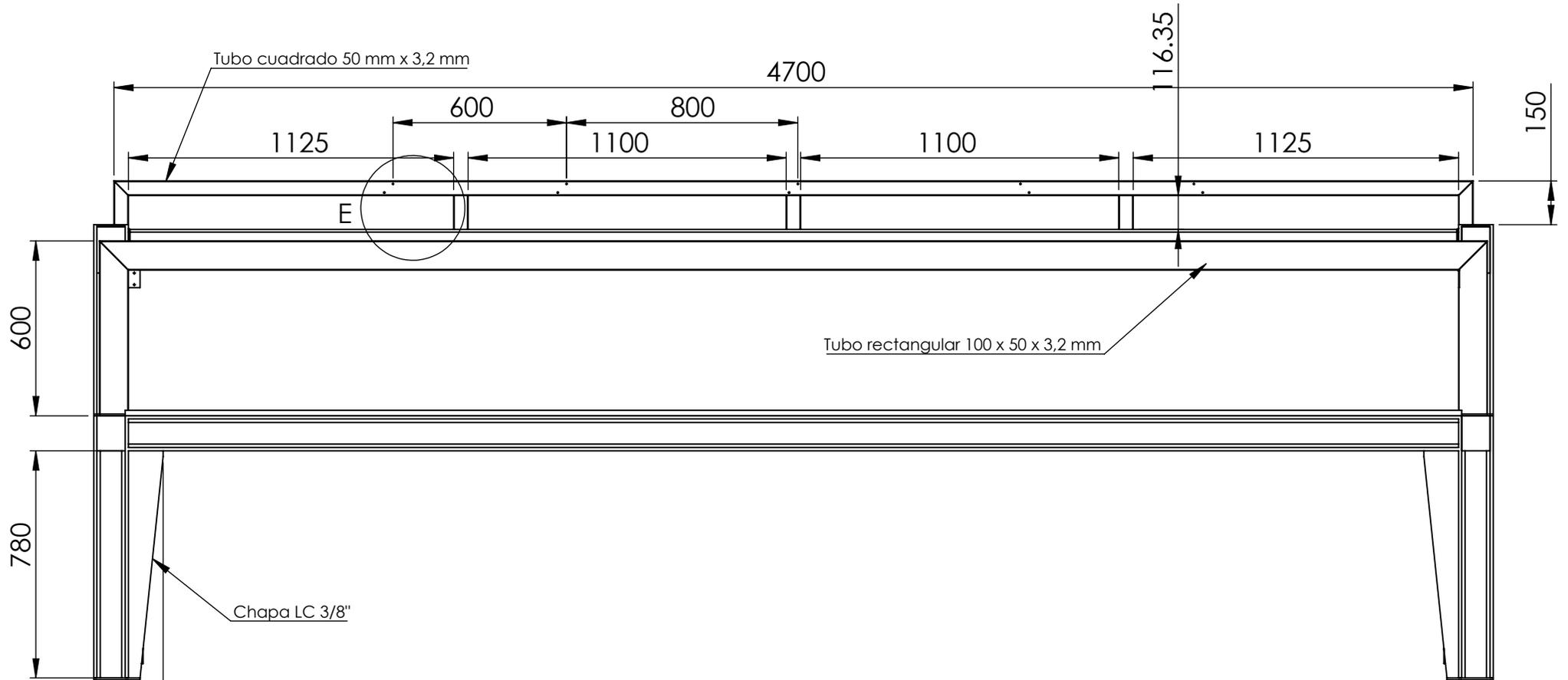
Observaciones IPB 120	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:20	Estructura portante		Plano A-1610B-M-002 Rev00	
				Código de pieza: M-PG-00	
Hoja 2/5					



DETALLE B
ESCALA 2 : 15

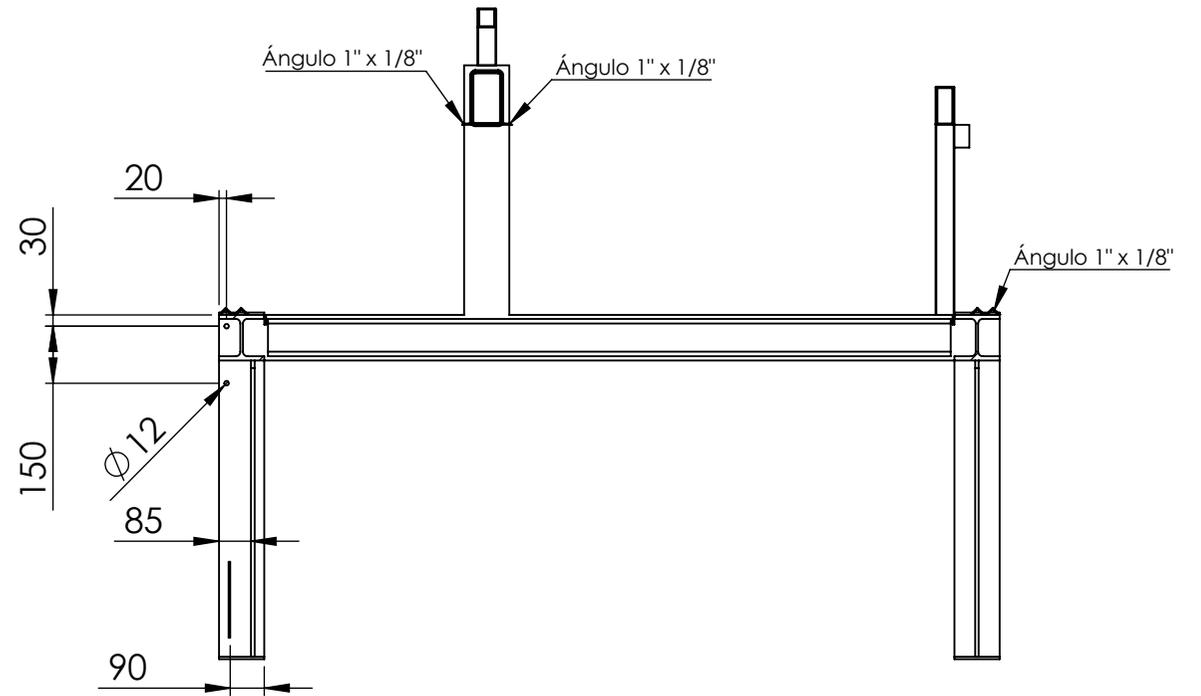
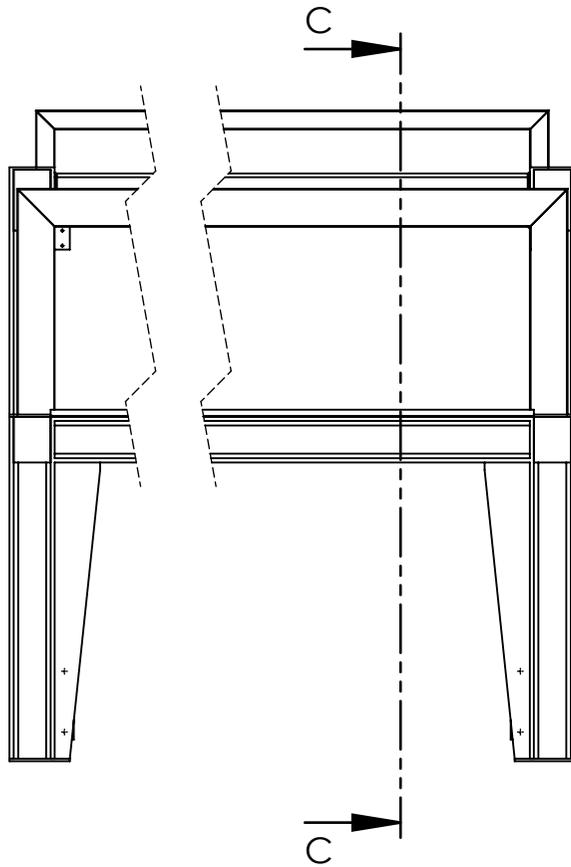


Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:15	Estructura portante			
					Código de pieza: M-PG-00
	Hoja 3/5				



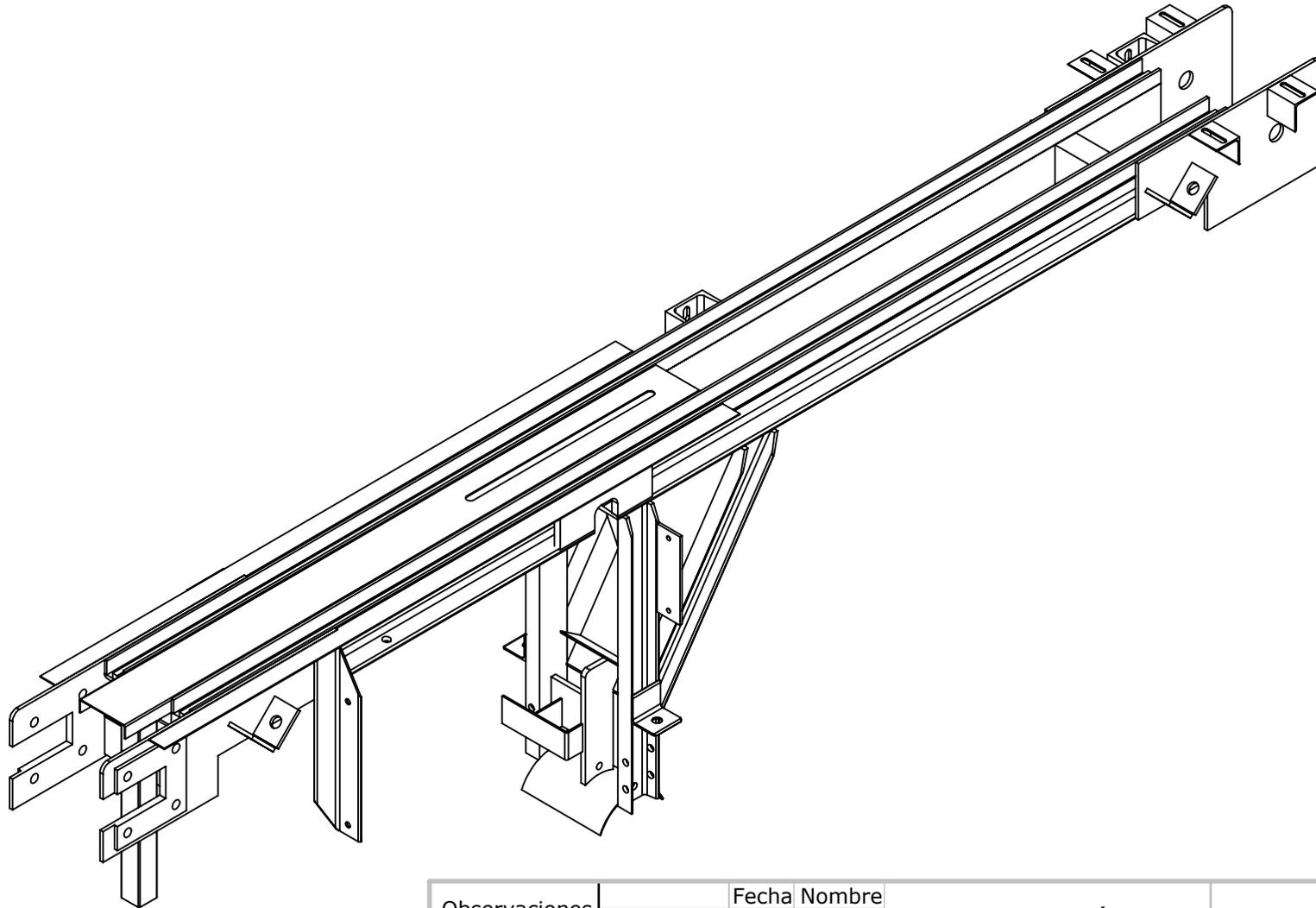
DETALLE E
ESCALA 1 : 10

Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:20	Estructura portante		Plano A-1610B-M-004 Rev00	
					Código de pieza: M-PG-00

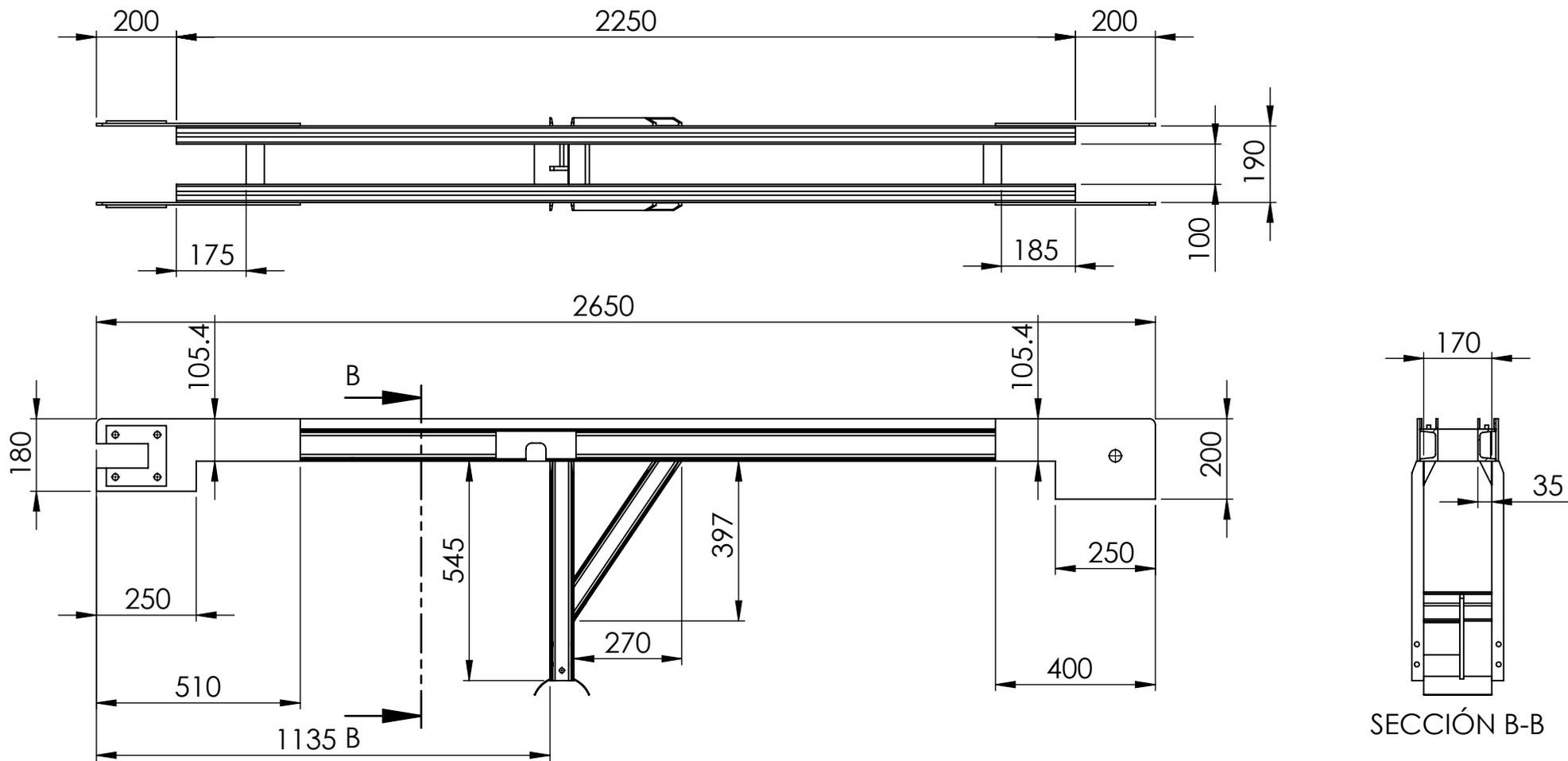


SECCIÓN C-C

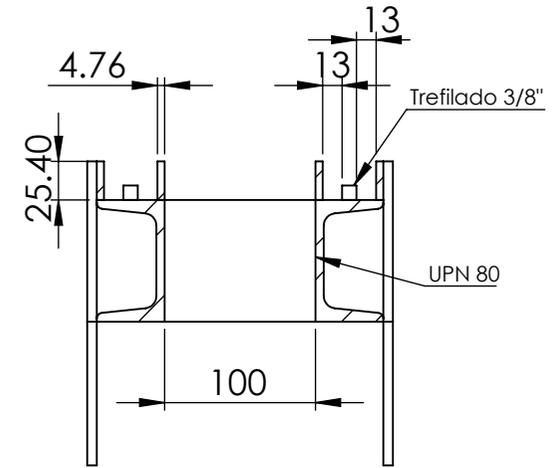
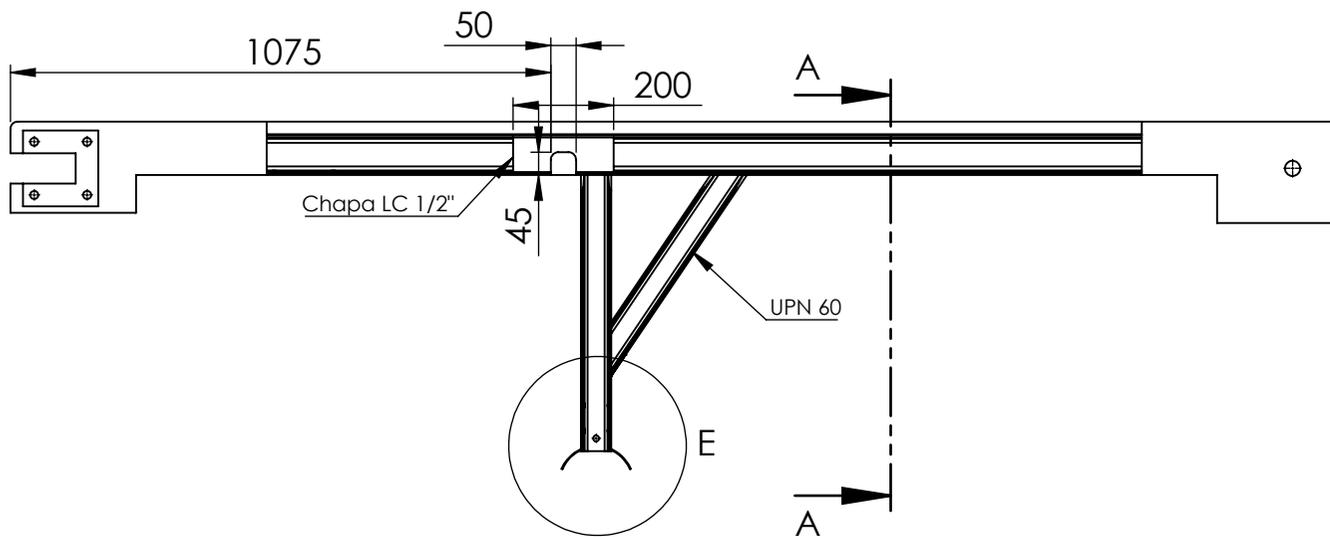
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:20	Estructura portante			
					Código de pieza: M-PG-00
	Hoja 5/5				



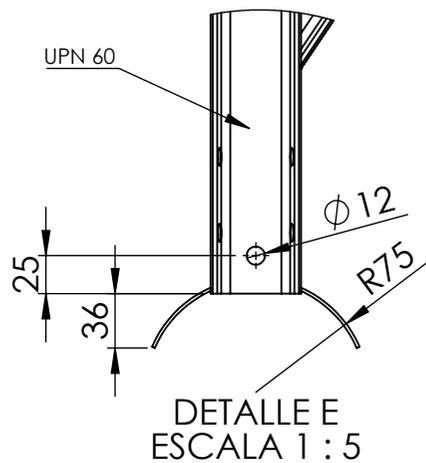
Observaciones Cantidad: 5		Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Dibujó		Petelín		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala 1:10	Estructura puente			Plano A-1610B-M-006 Rev00
	Código de pieza: M-PC-00				
Hoja 1/8					



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:15	Estructura puente			
					Código de pieza: M-PC-00
	Hoja 2/8				

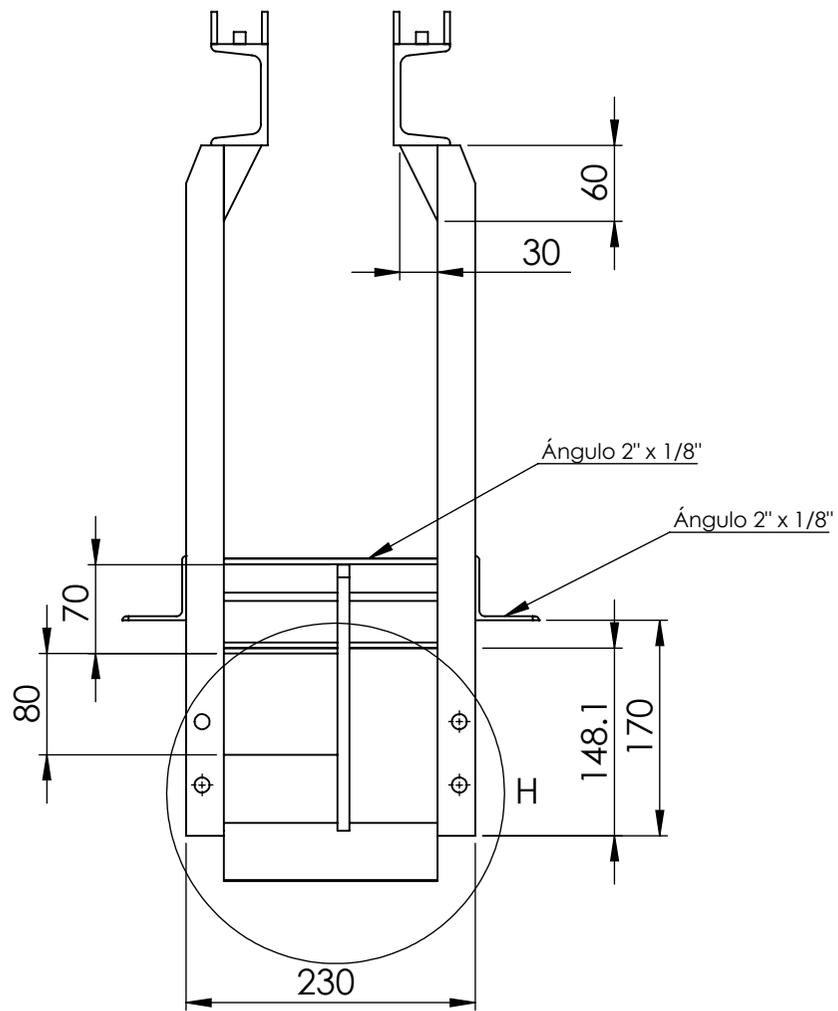
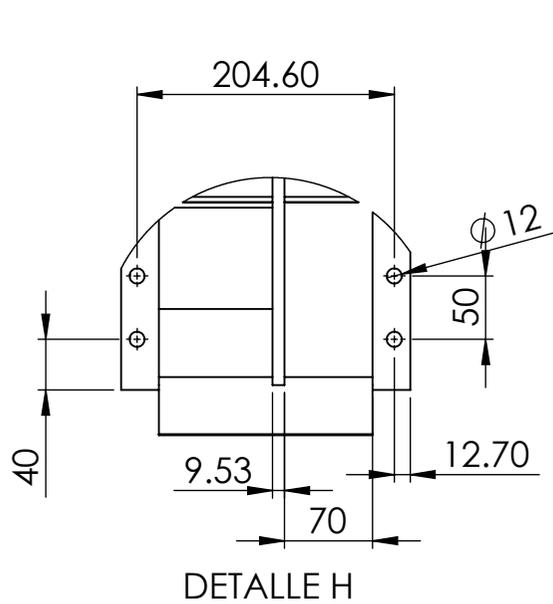


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

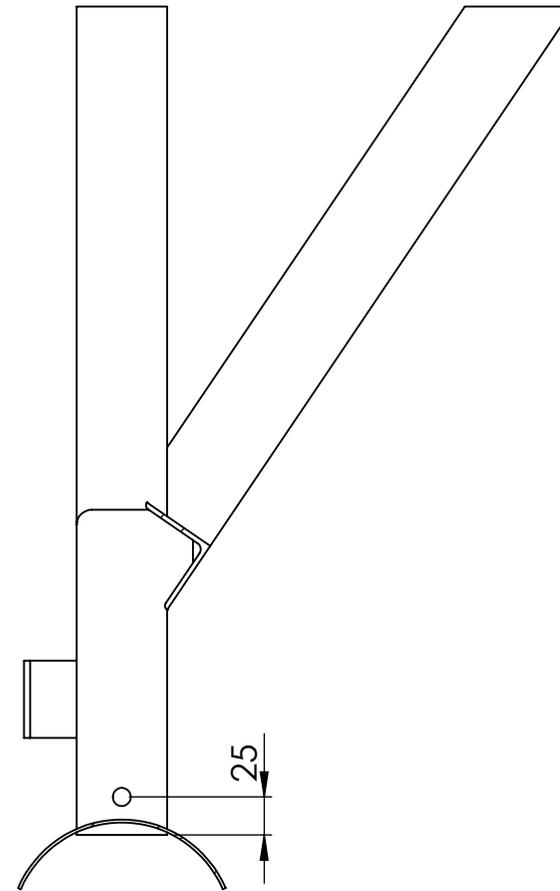
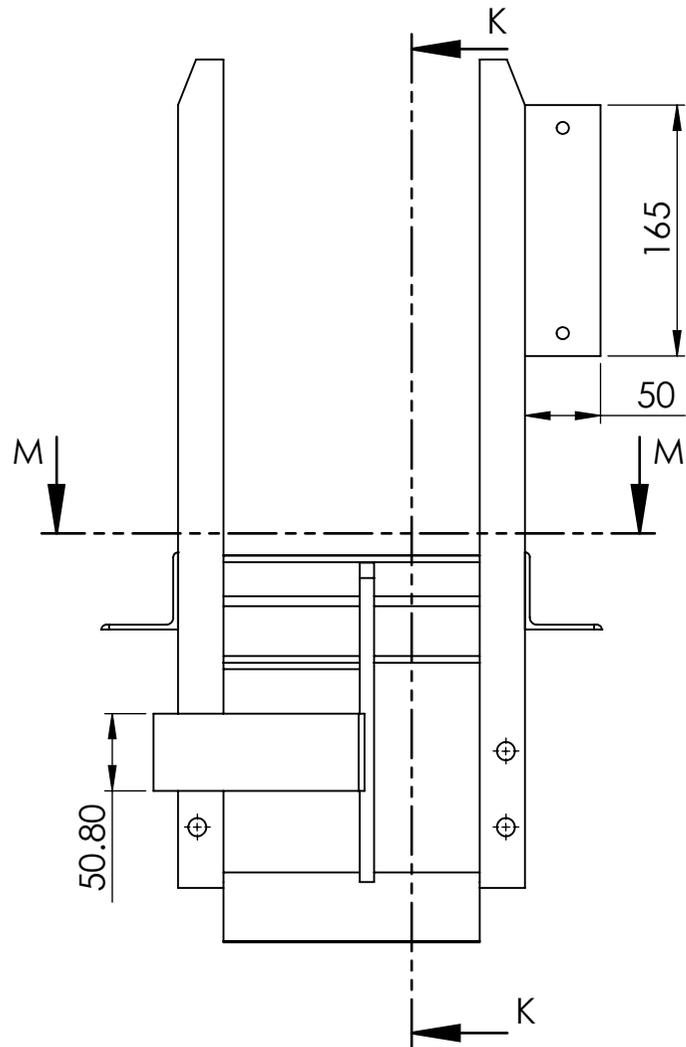


DETALLE E
ESCALA 1 : 5

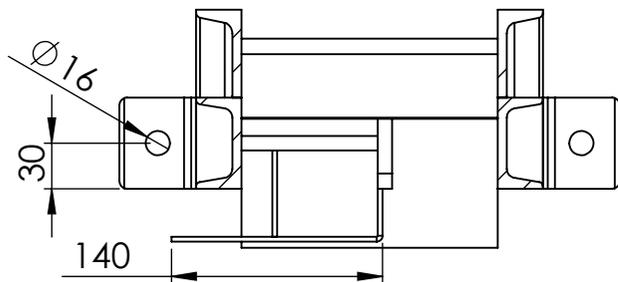
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:15	Estructura puente		Plano A-1610B-M-008 Rev00	
				Código de pieza: M-PC-00	
Hoja 3/8					



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala	Estructura puente			
	1:6			Código de pieza: M-PC-00	
	Hoja				
	4/8				

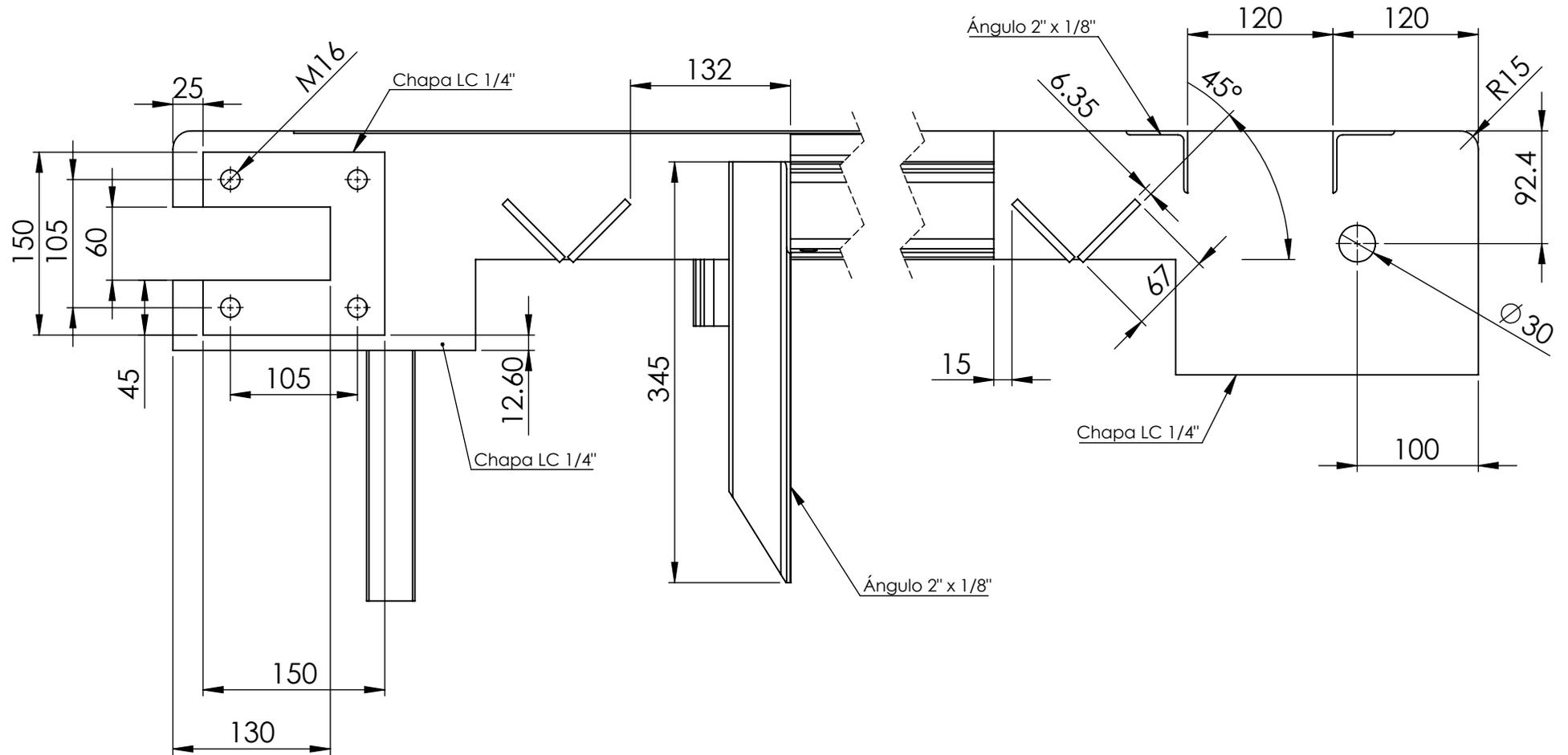


SECCIÓN K-K

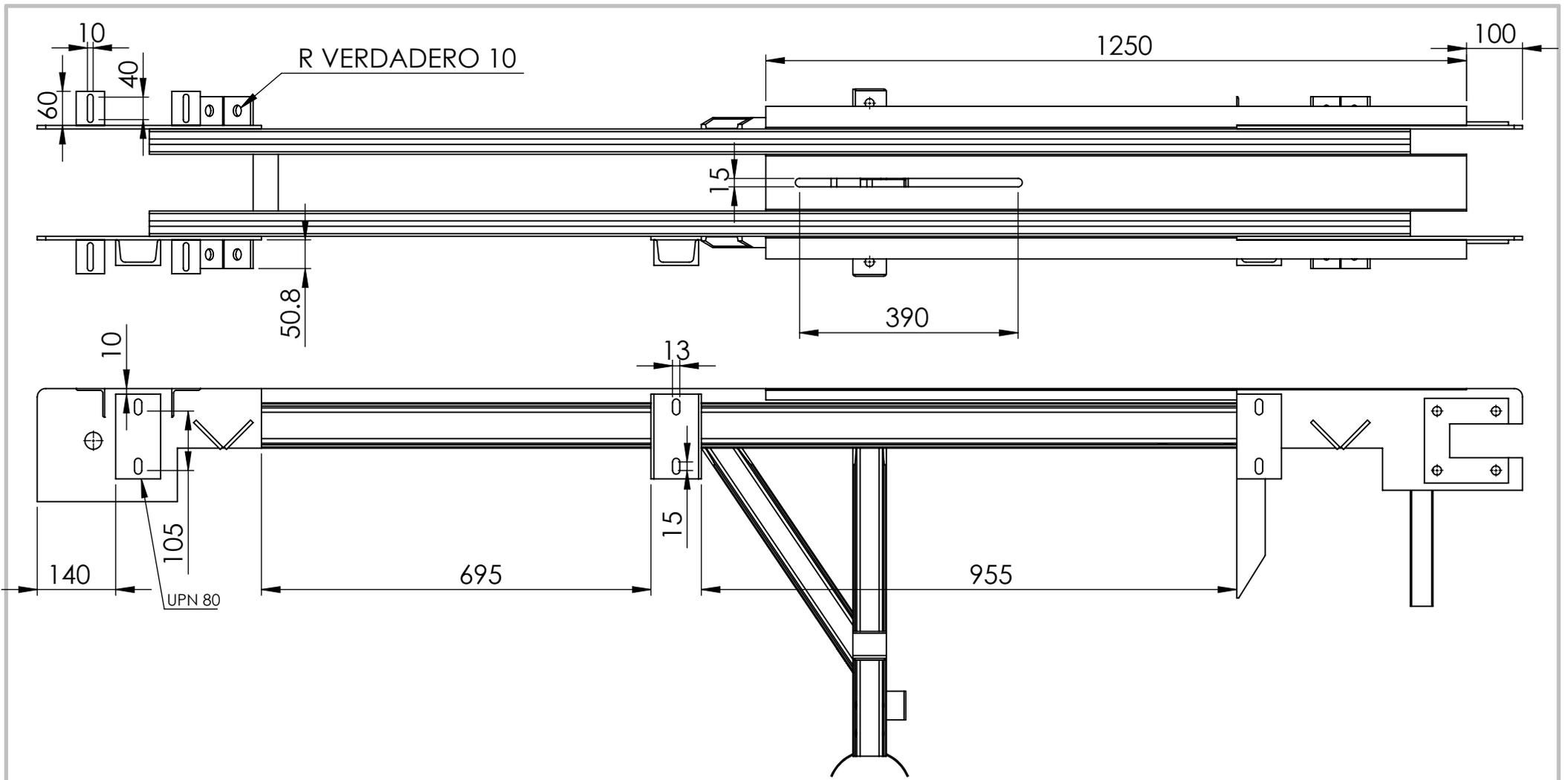


SECCIÓN M-M

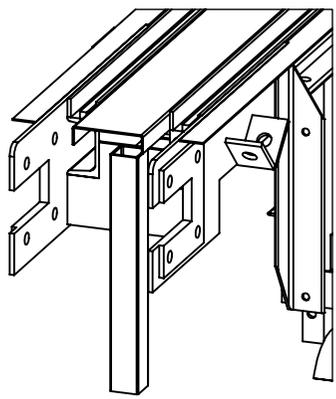
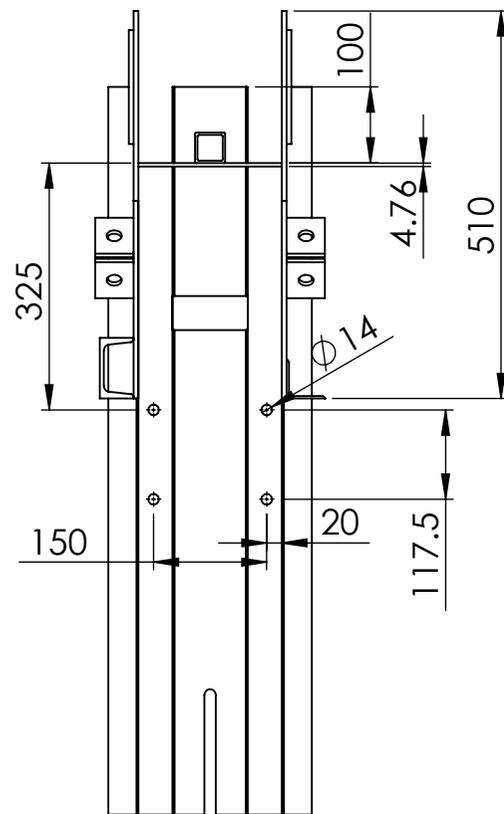
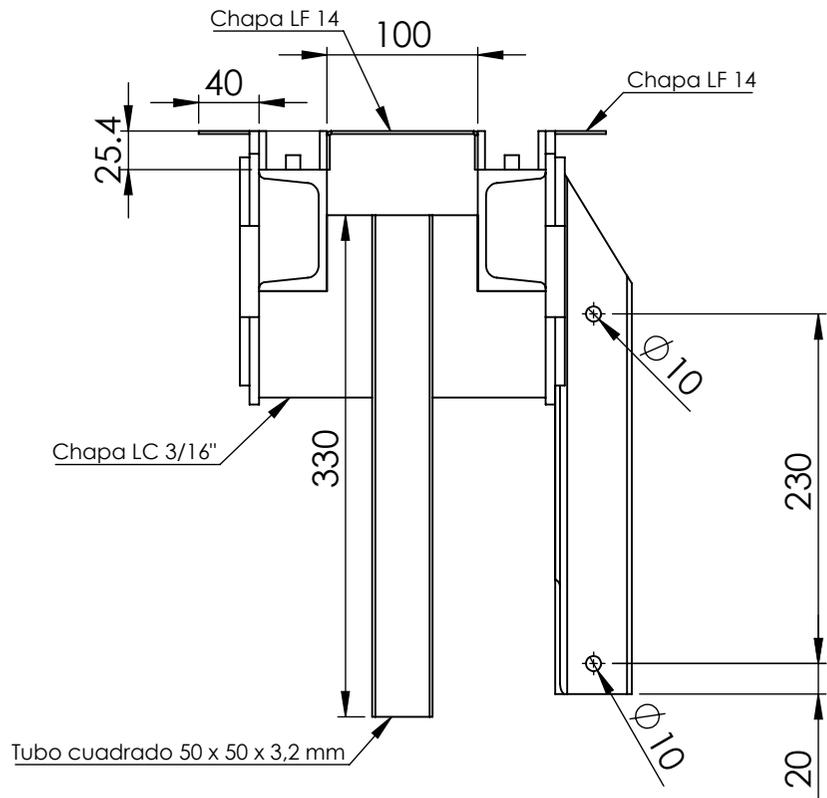
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
				Estructura puente	Código de pieza: M-PC-00
	Hoja 5/8				



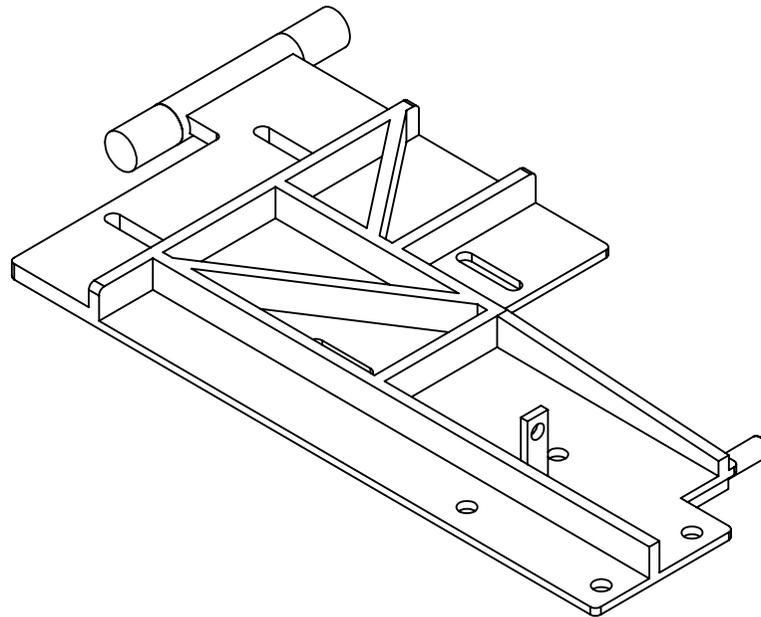
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
				Estructura puente	Código de pieza: M-PC-00
	Hoja 6/8				



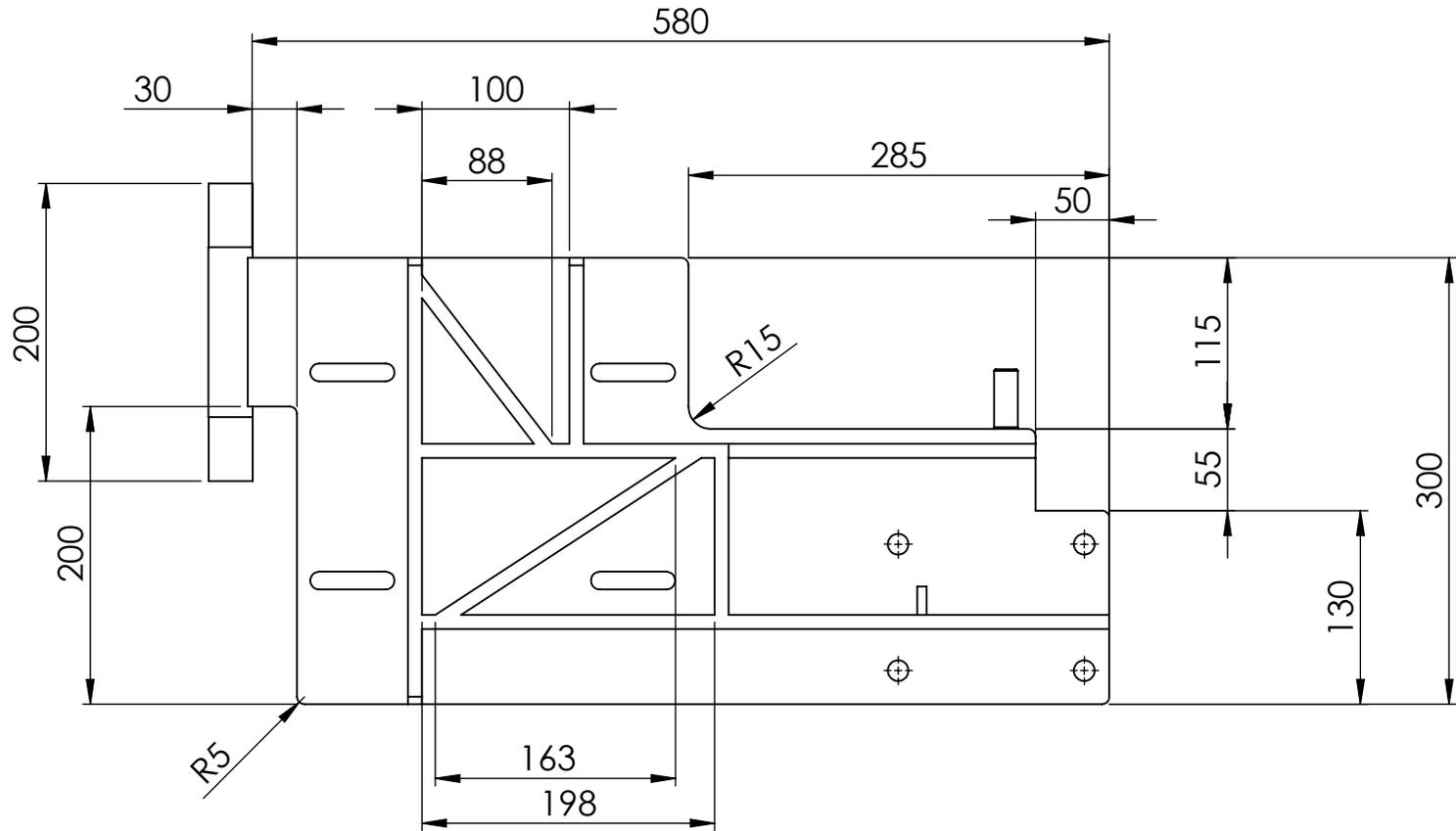
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:10	Estructura puente		Plano A-1610B-M-012 Rev00	
					Código de pieza: M-PC-00
	Hoja 7/8				



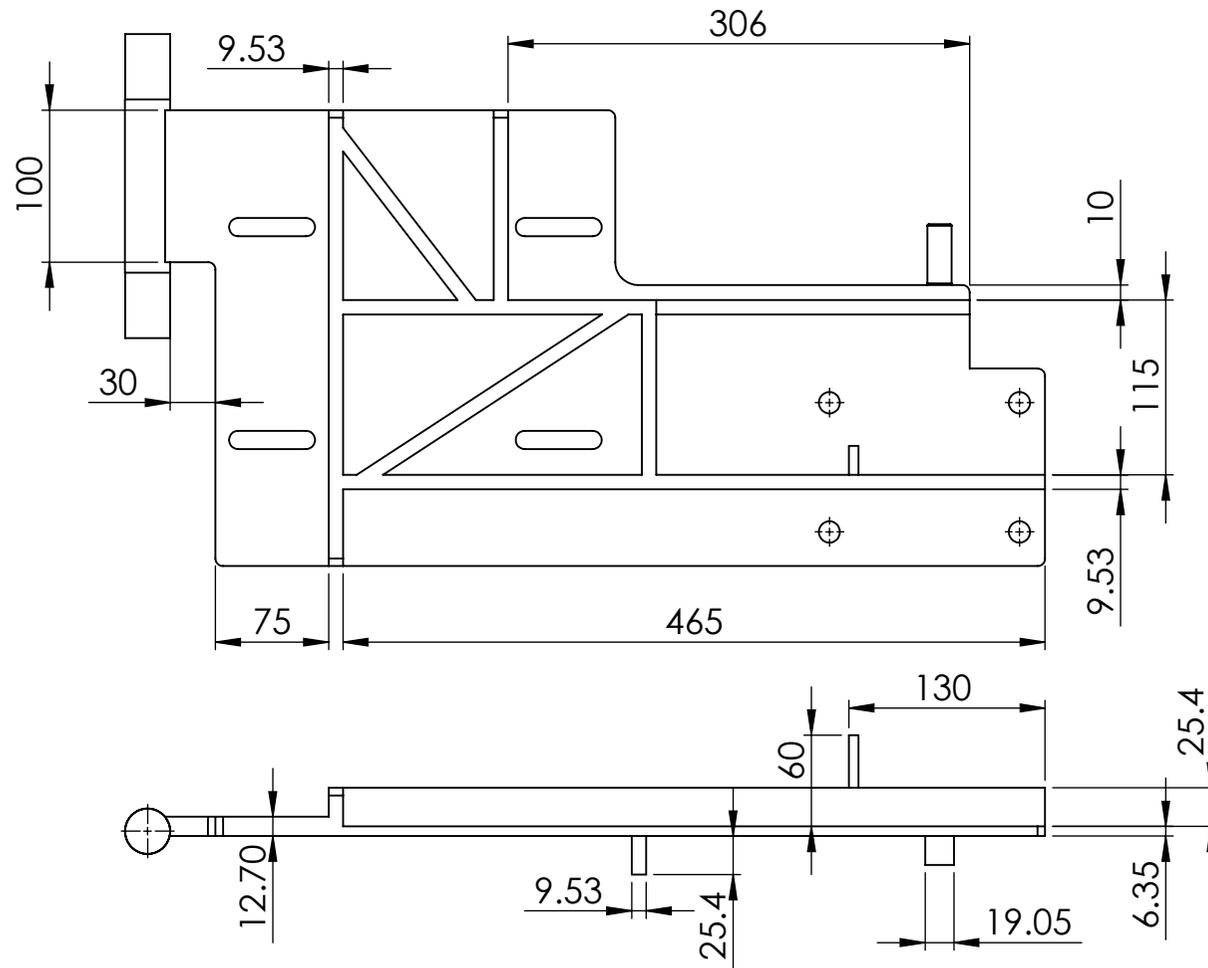
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
				Estructura puente	Código de pieza: M-PC-00
	Hoja 8/8				



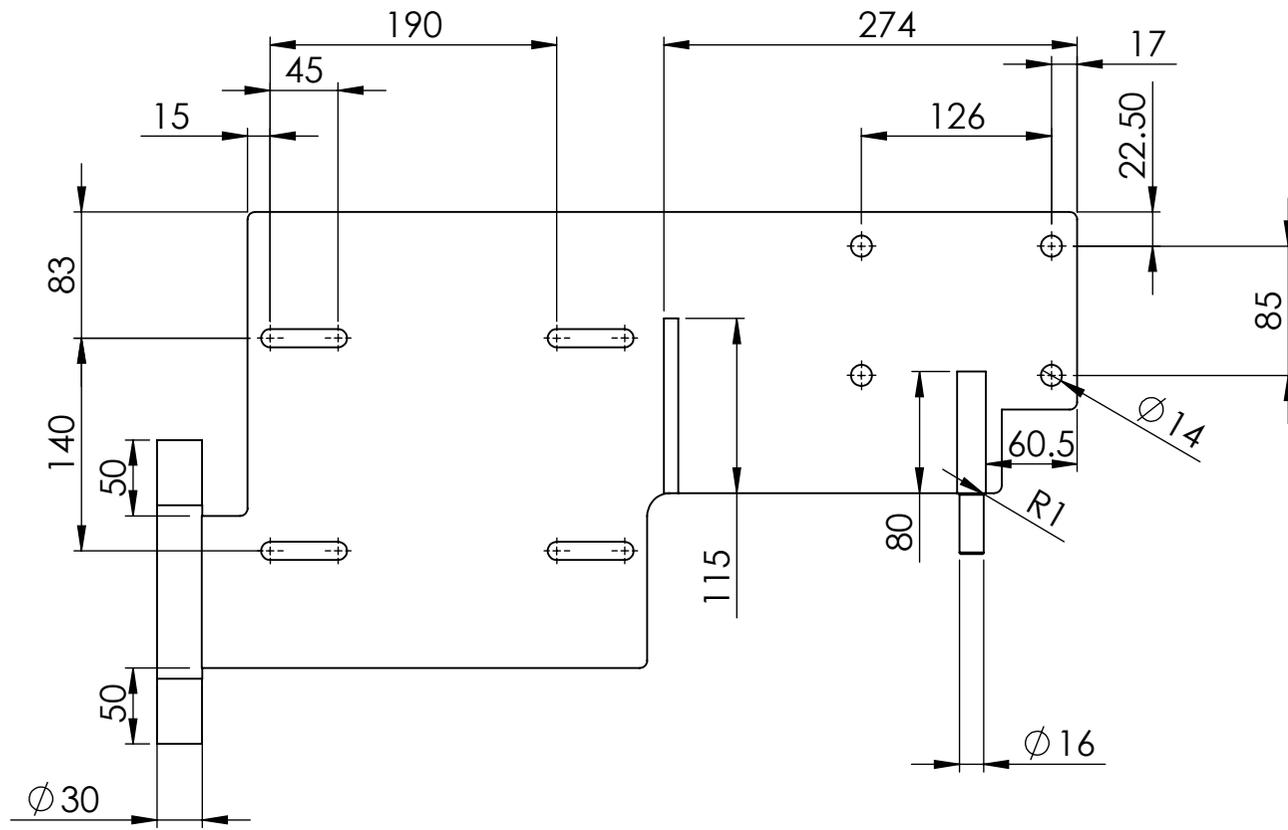
Observaciones Cantidad: 5		Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Dibujó		Petelín		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala 1:5	Chapa portante			Plano A-1610B-M-014 Rev00
	Código de pieza: M-PC-03				
Hoja 1/5					



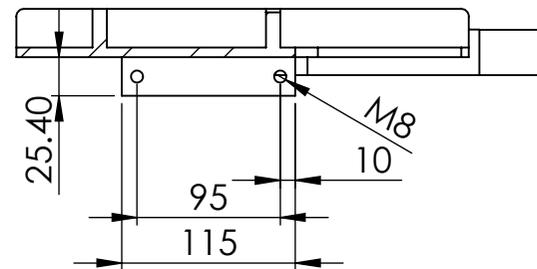
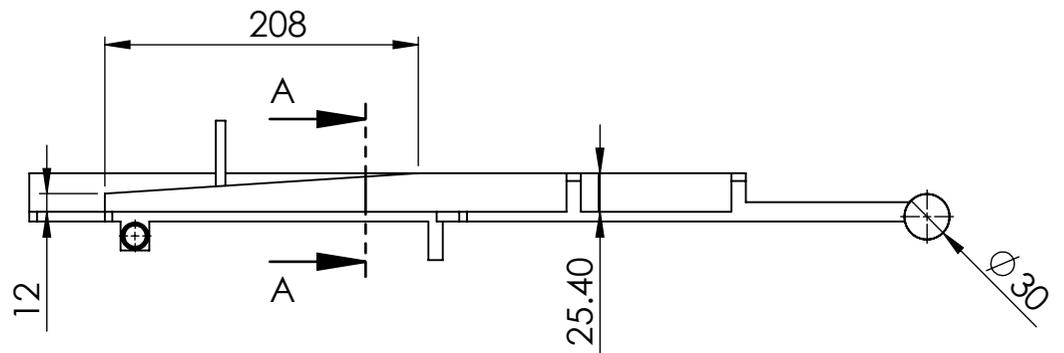
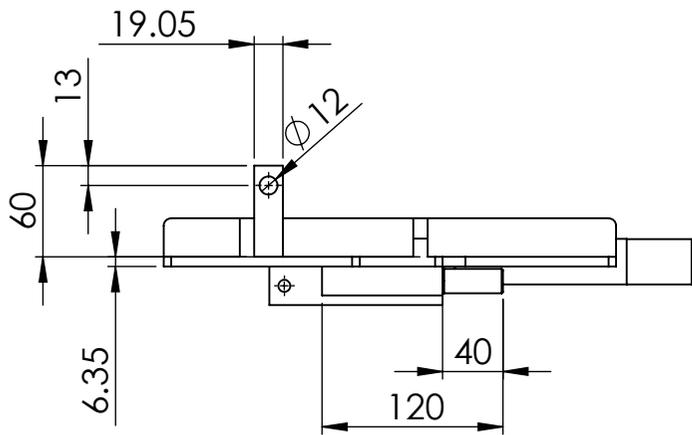
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5	Chapa portante		Plano A-1610B-M-015 Rev00	
	Código de pieza: M-PC-03				
	Hoja 2/5				



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5	Chapa portante		Plano A-1610B-M-016 Rev00	
				Código de pieza: M-PC-03	
Hoja 3/5					

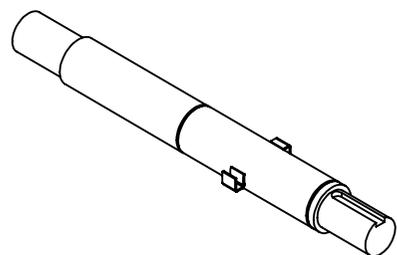
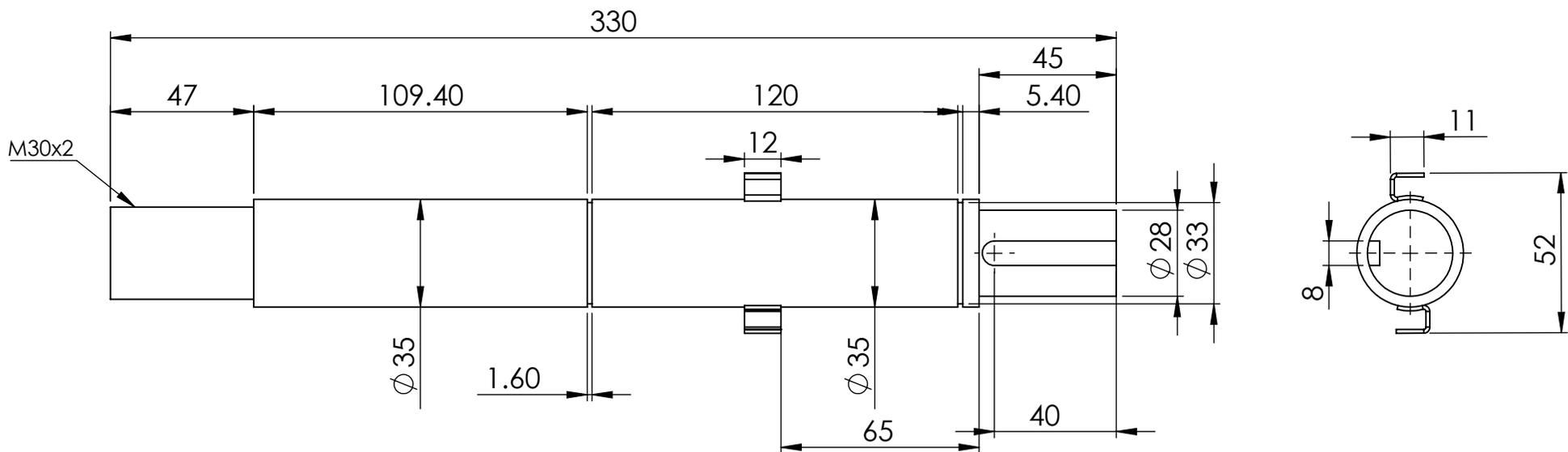


Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5	Chapa portante		Plano A-1610B-M-017 Rev00	
					Código de pieza: M-PC-03
	Hoja 4/5				

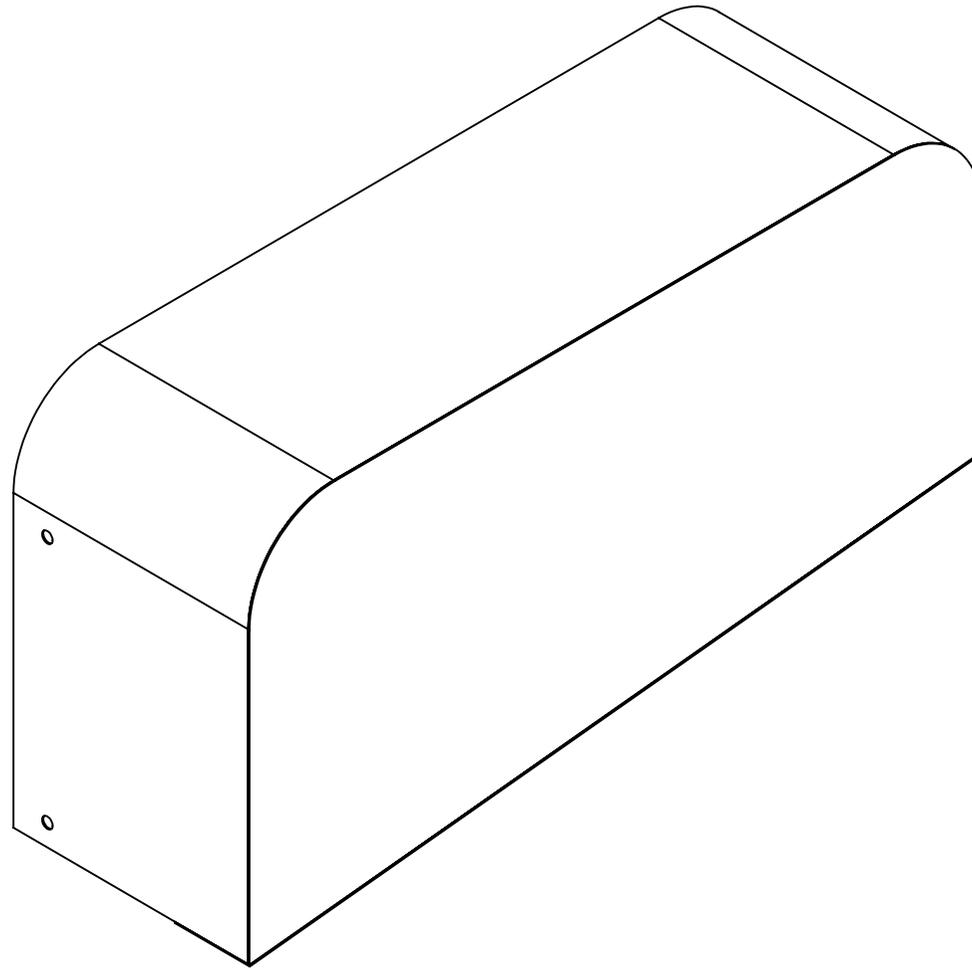


SECCIÓN A-A

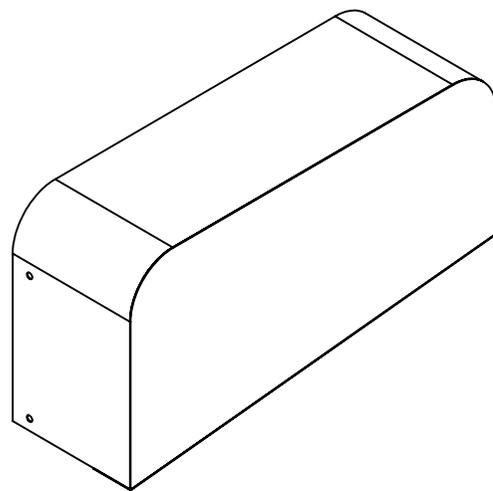
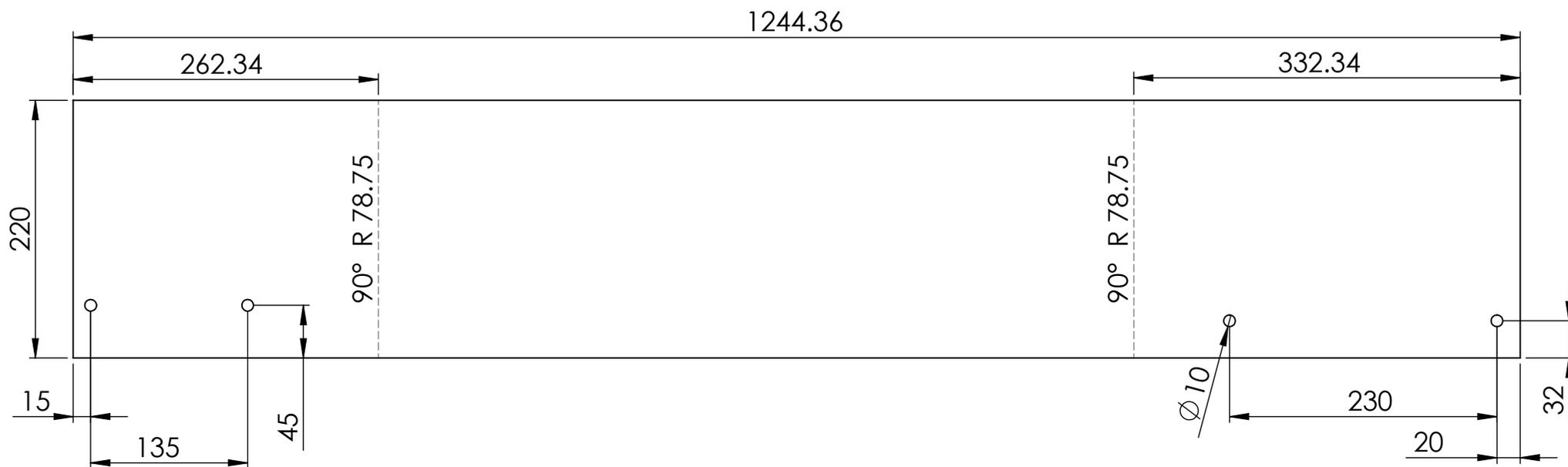
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
		Chapa portante		Código de pieza: M-PC-03	
	Hoja 5/5				



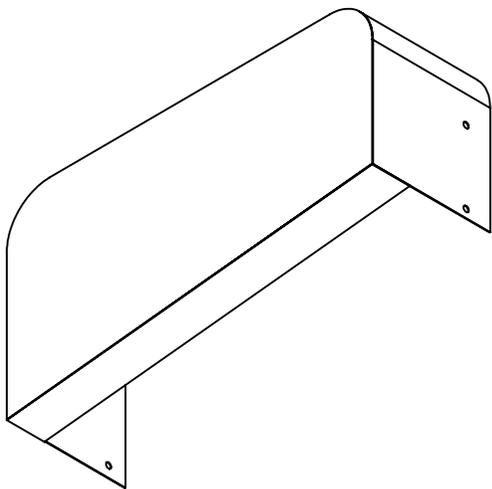
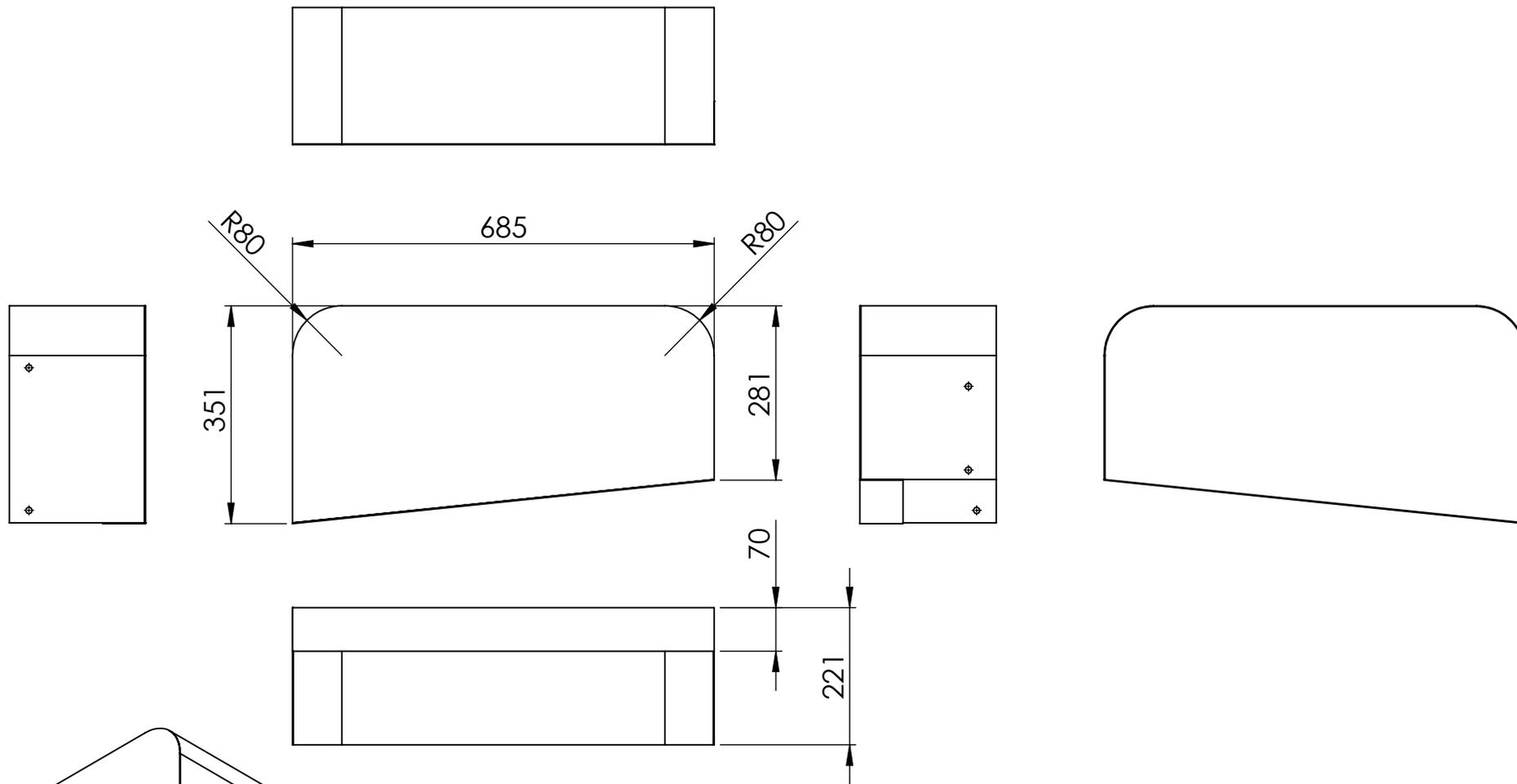
Observaciones Cantidad: 5	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Eje de sierra circular			
					Código de pieza: M-PC-07
	Hoja 1/1				



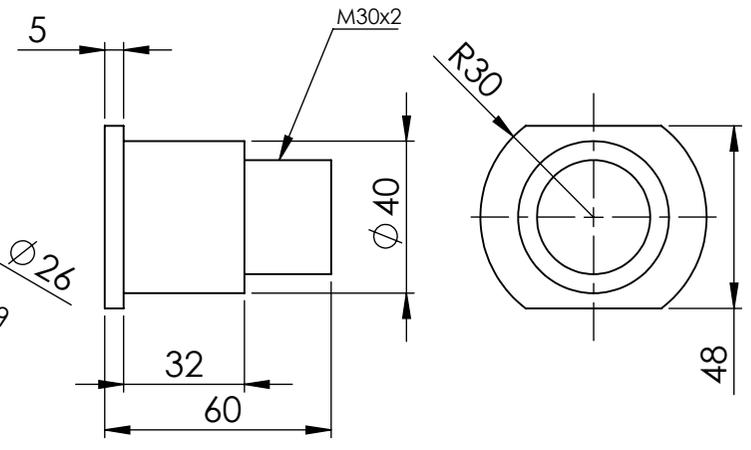
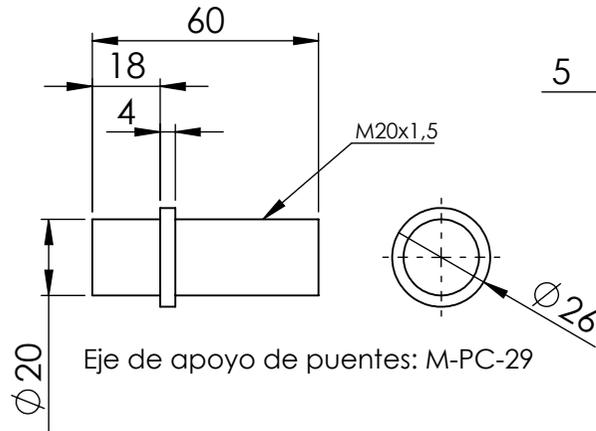
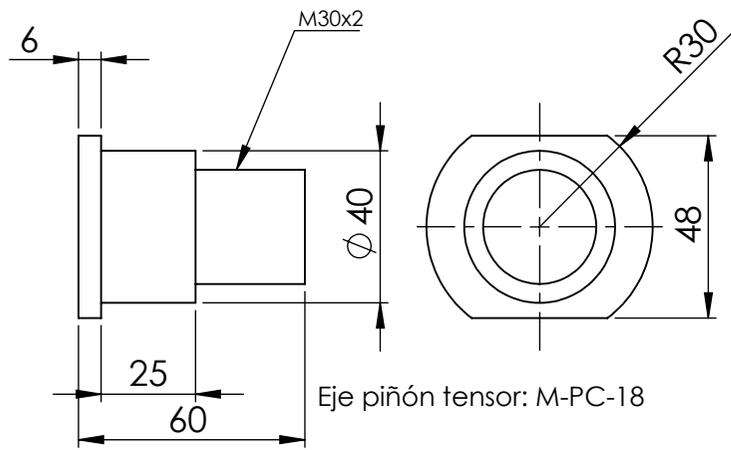
Observaciones Chapa LF N°18 Cantidad: 5		Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Dibujó		Petelín		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala 1:5	Cubre poleas			Plano A-1610B-M-020 Rev00
					Código de pieza: M-PC-13
	Hoja 1/3				



Observaciones Chapa desplegada	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5	Cubre poleas		Plano A-1610B-M-021 Rev00	
	Código de pieza: M-PC-13				
	Hoja 2/3				

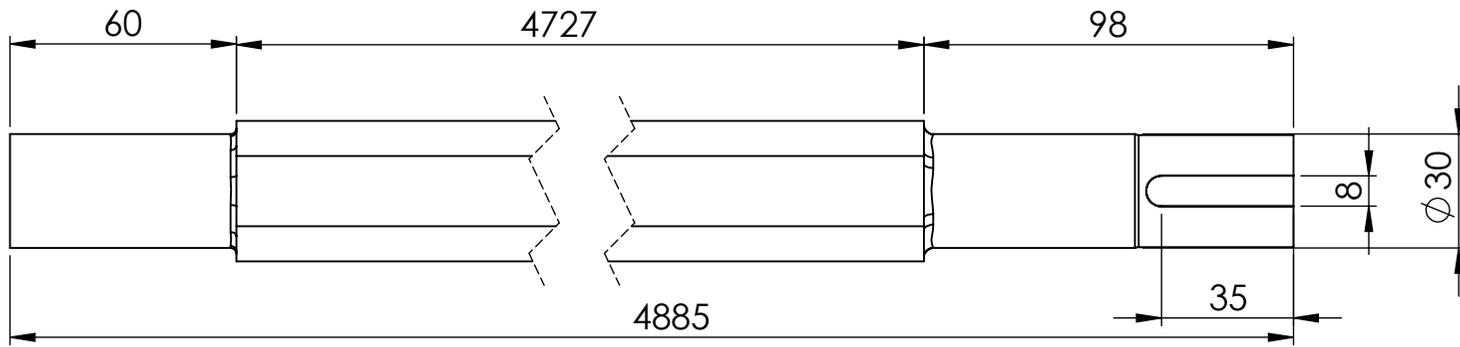


Observaciones Chapa LF N°18	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:10	Cubre poleas			
	Código de pieza: M-PC-13				
Hoja 3/3					

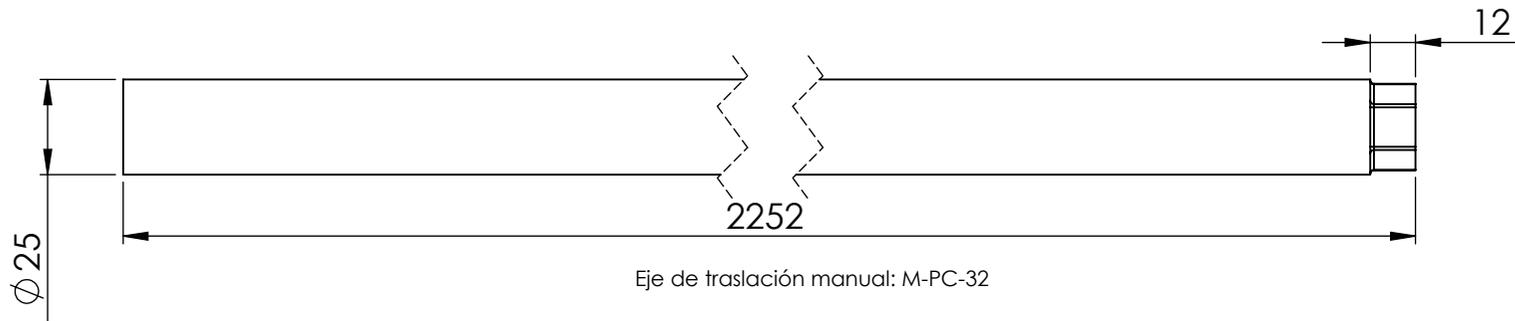


Cañonera: M-PC-27

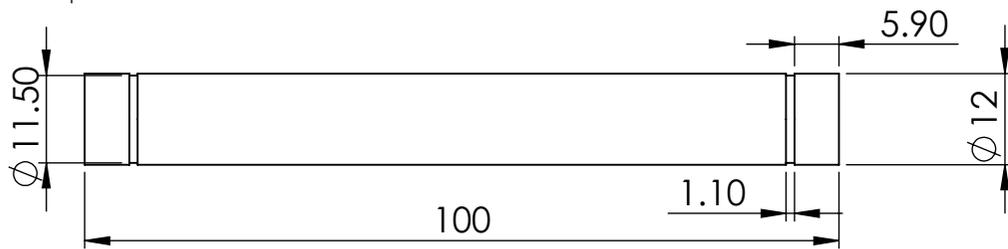
Observaciones Cantidades: Eje piñón tensor: 10 Eje de apoyo de puentes: 20 Eje piñón conducido: 10 Cañonera: 5	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Ejes y cañonera			Plano A-1610B-M-023 Rev00
	Código de piezas: en plano				
Hoja 1/2					



Árbol hexagonal de transmisión: M-PG-01

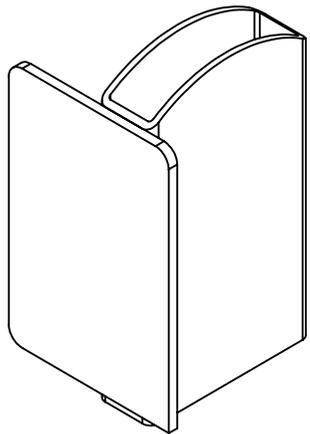
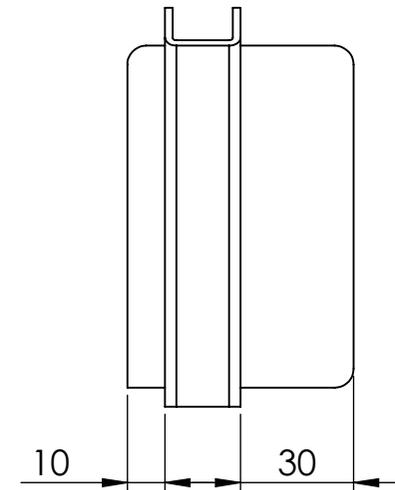
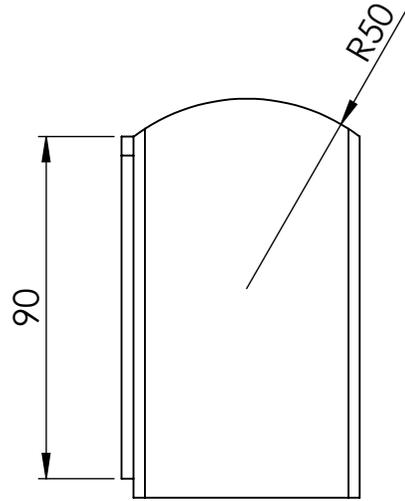
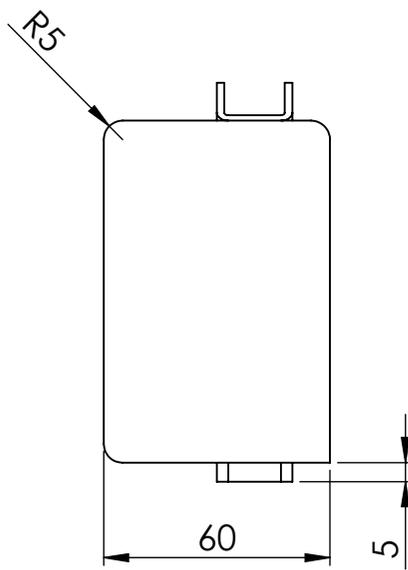
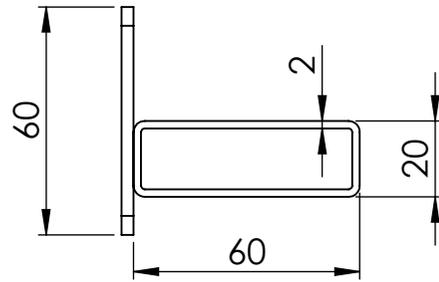


Eje de traslación manual: M-PC-32

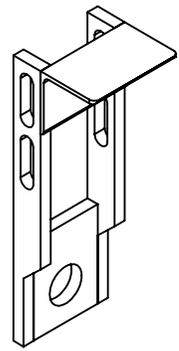
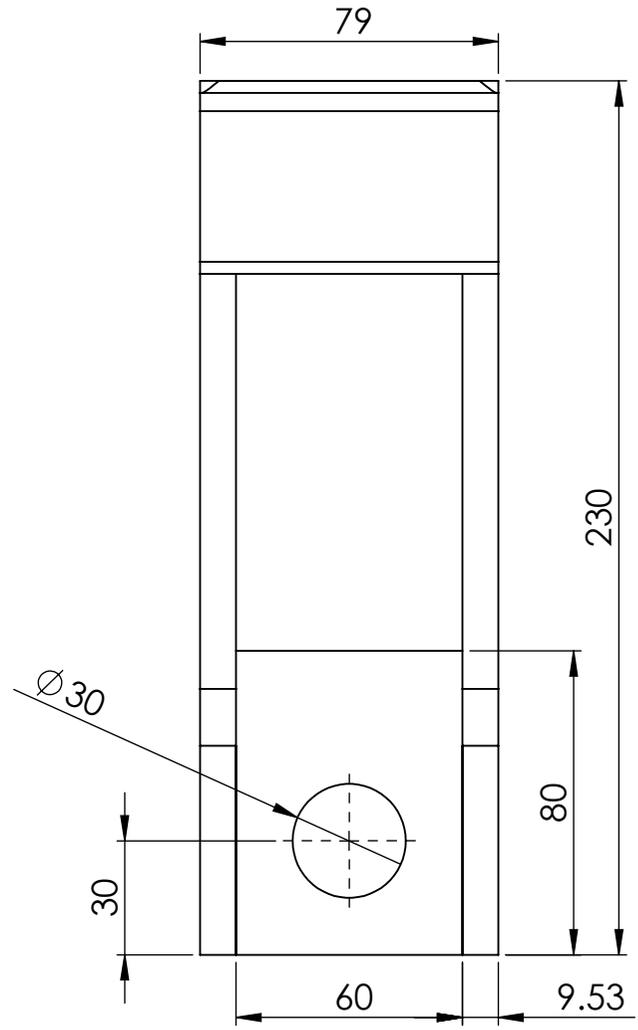
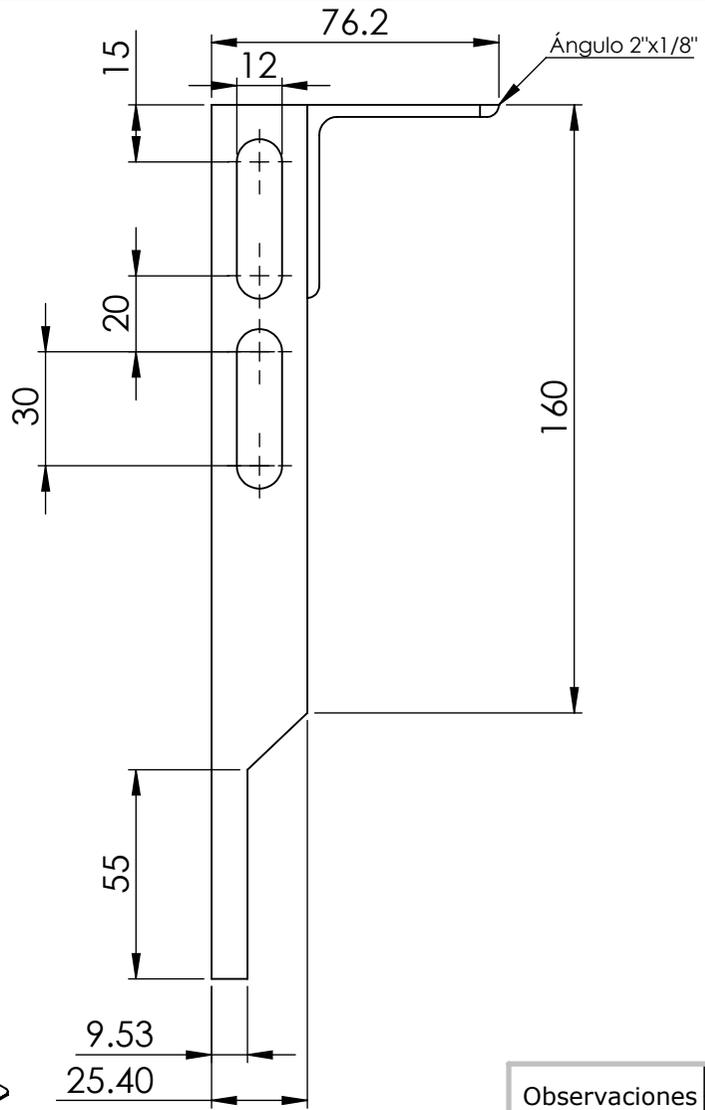


Eje cilindro elevador: M-PC-39
Escala 1:1

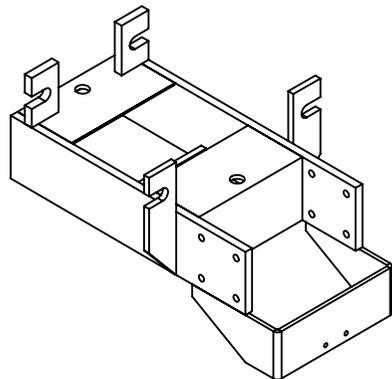
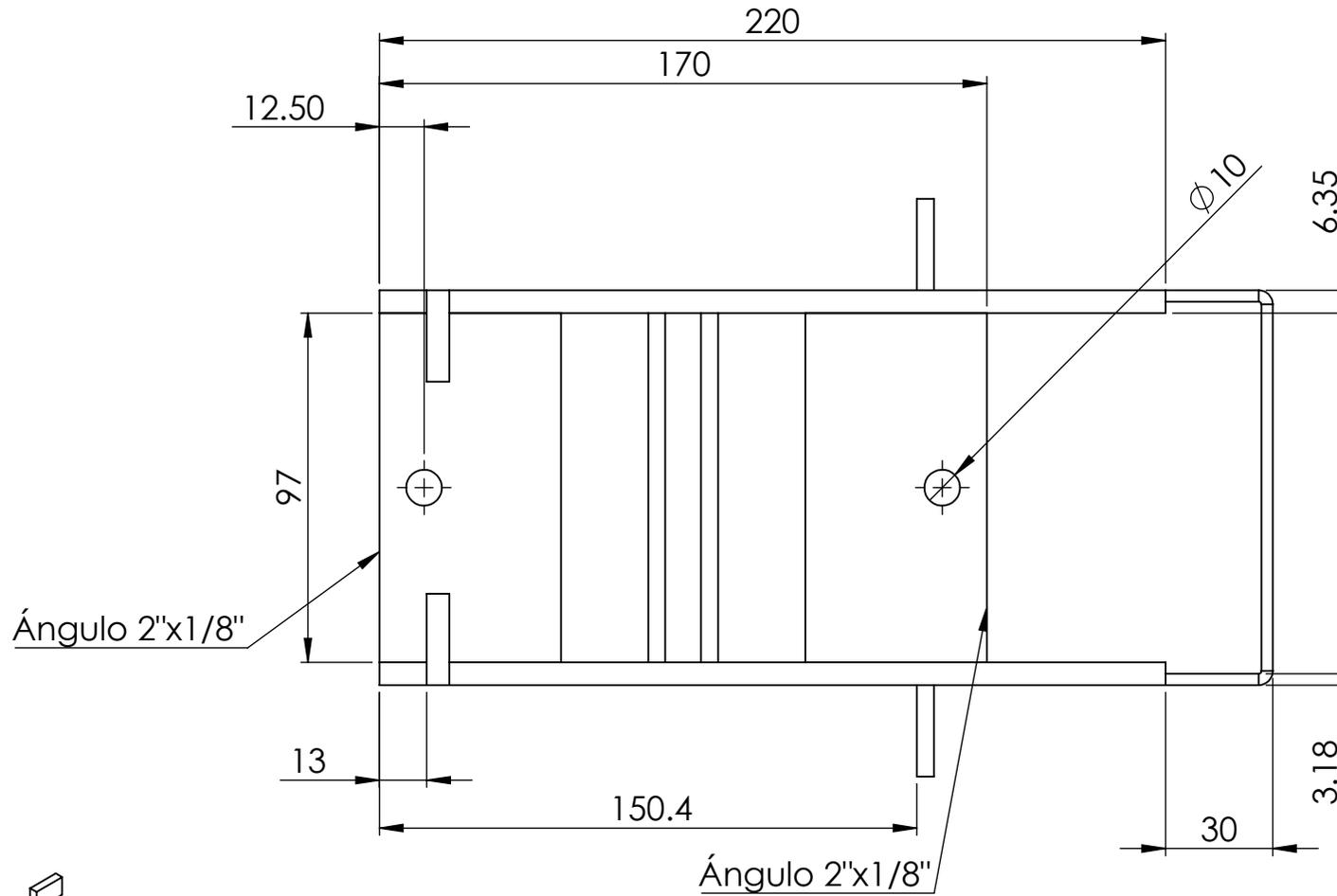
Observaciones Cantidades: Eje de traslación manual: 5 Eje cilindro elevador: 5	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala	Ejes y cañonera			Plano A-1610B-M-024 Rev00
	1:2				Código de piezas: en plano
	Hoja 2/2				



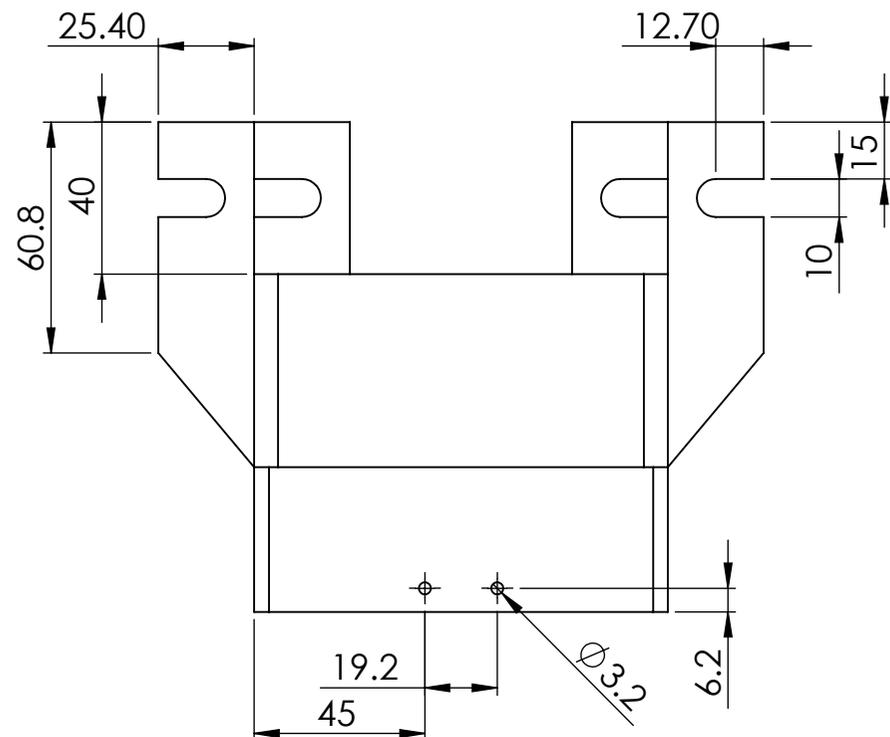
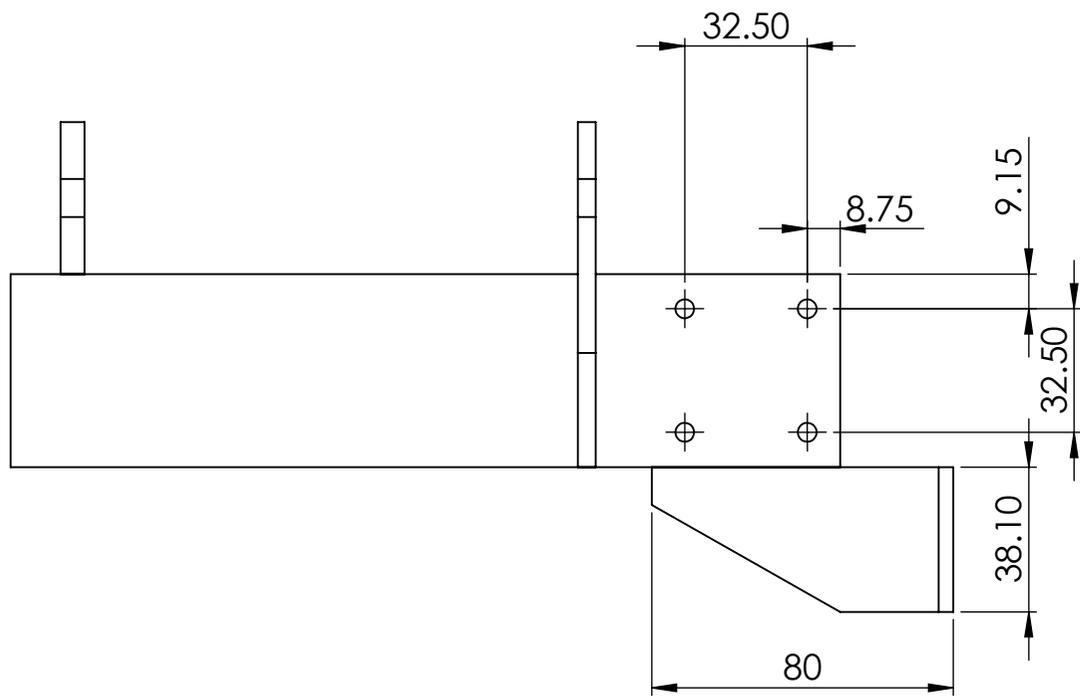
Observaciones Cantidad Total: 150 Por cadena: 15	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Empujadores			Plano A-1610B-M-025 Rev00
					Código de pieza: M-PC-14
Hoja 1/1					



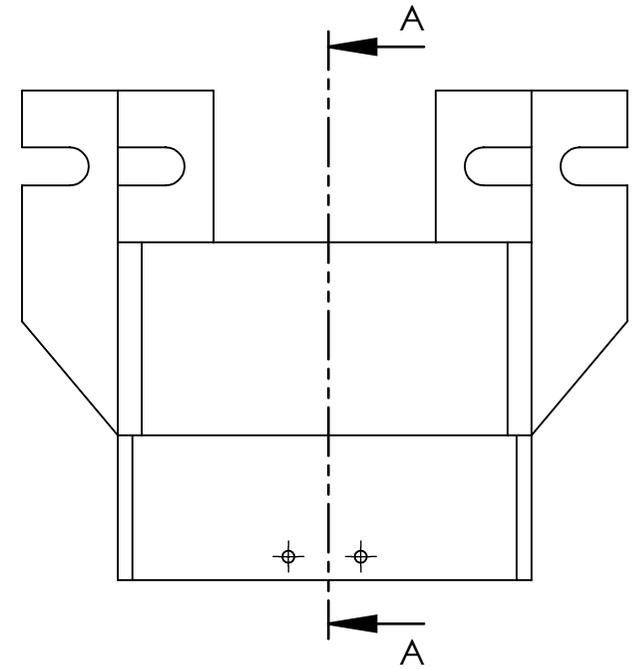
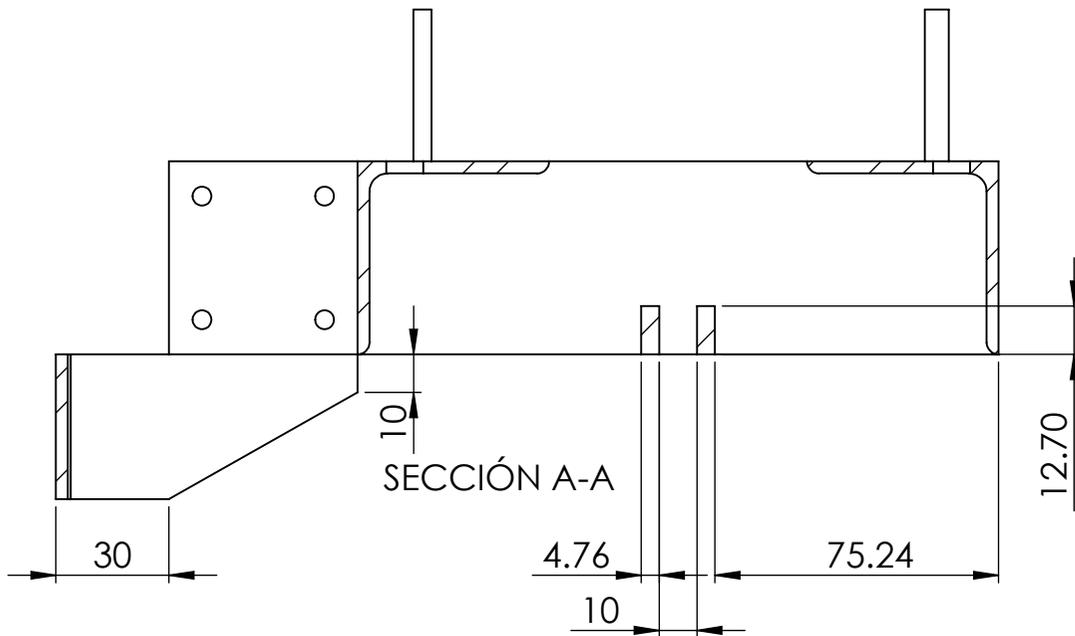
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2				
		Tensor de cadena		Código de pieza: M-PC-15	
	Hoja 1/1				



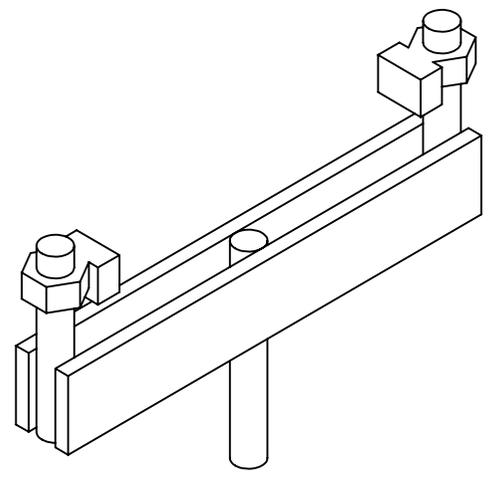
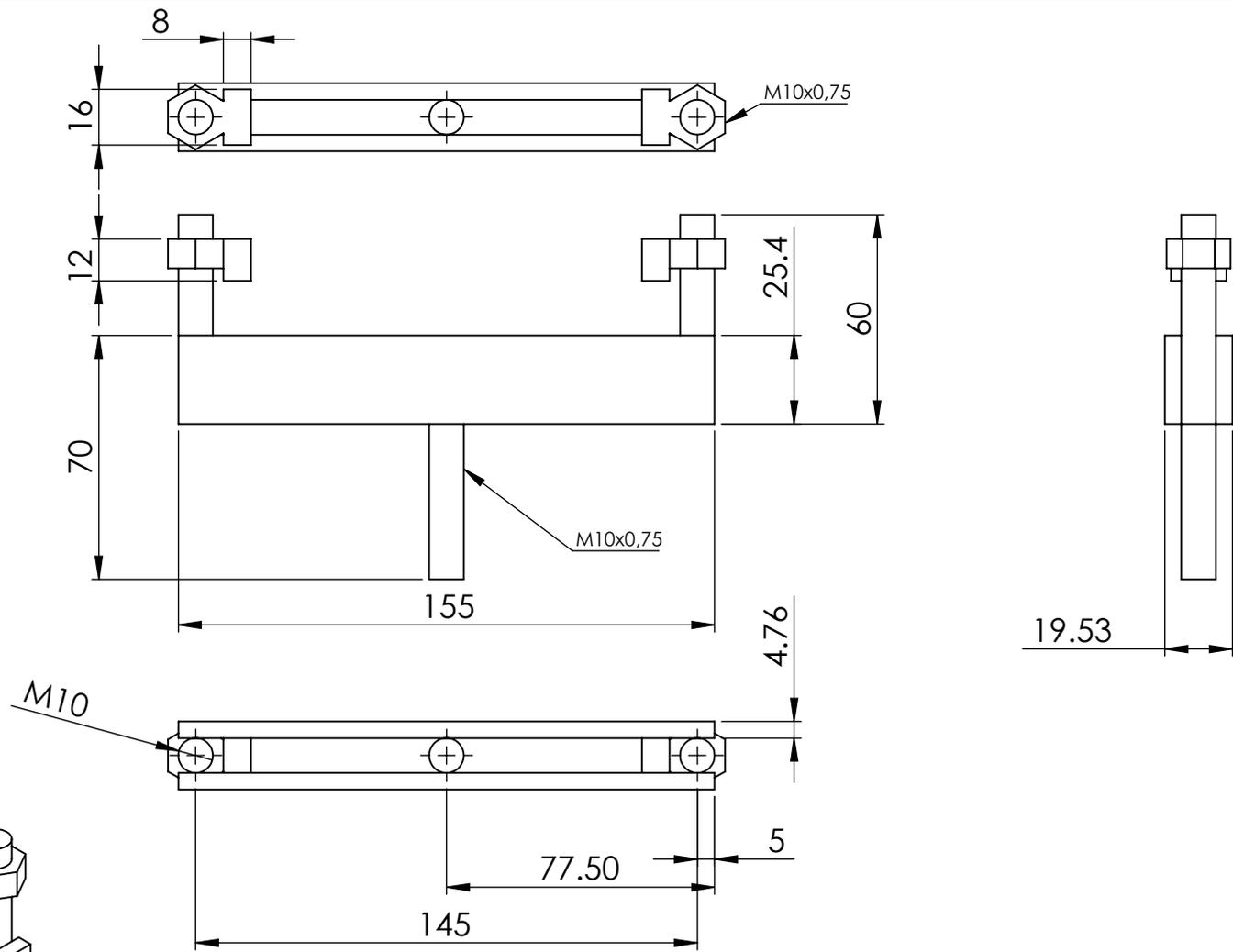
Observaciones Cantidad: 5	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2				
		Carro apretador		Código de pieza: M-AP-00	
	Hoja 1/3				



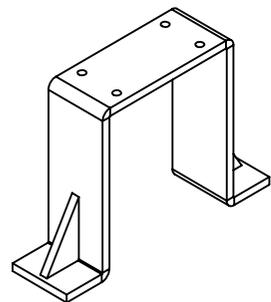
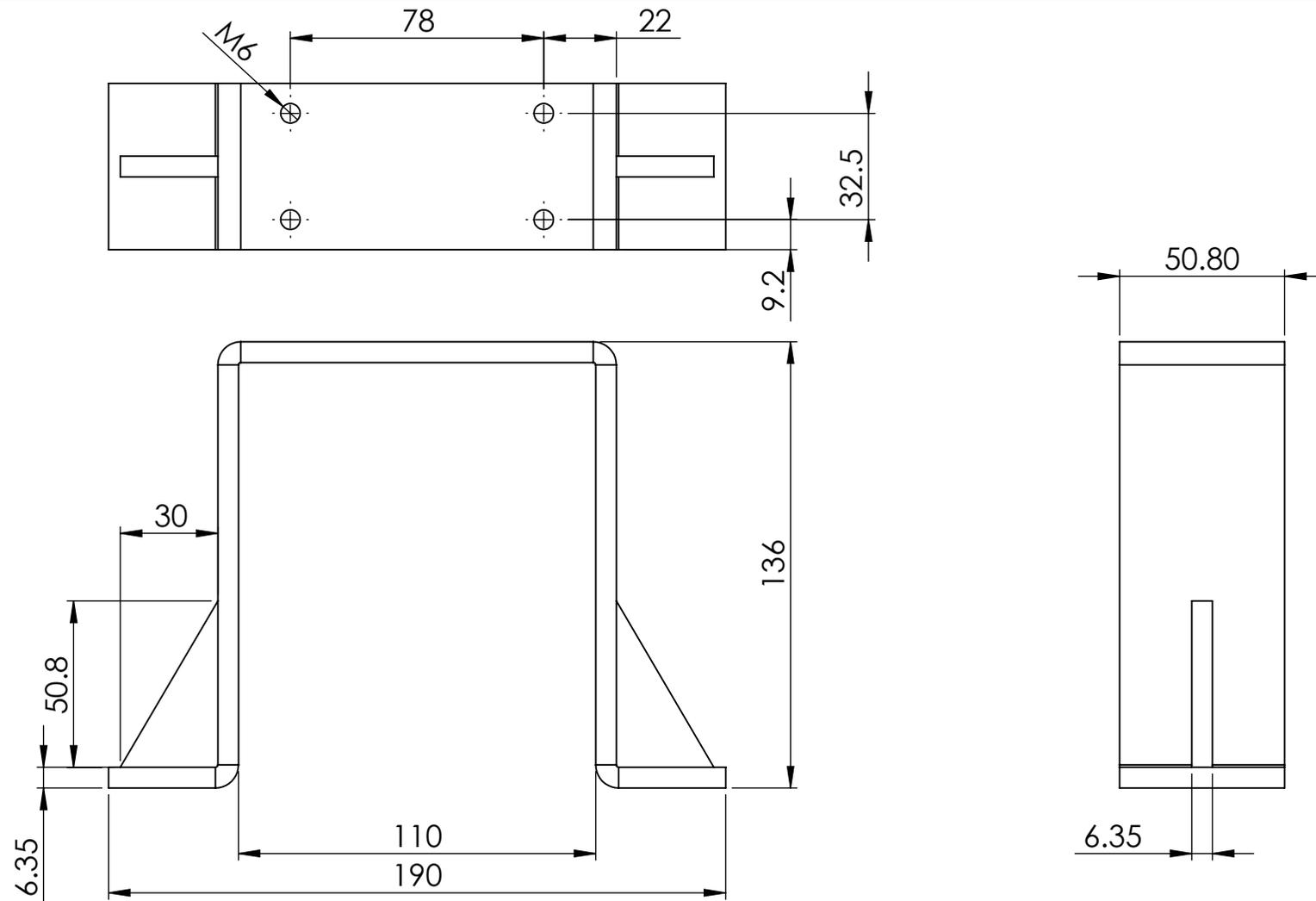
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2				
				Carro apretador	Código de pieza: M-AP-00
	Hoja 2/3				



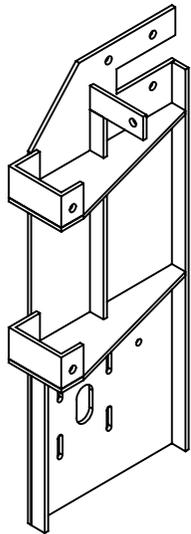
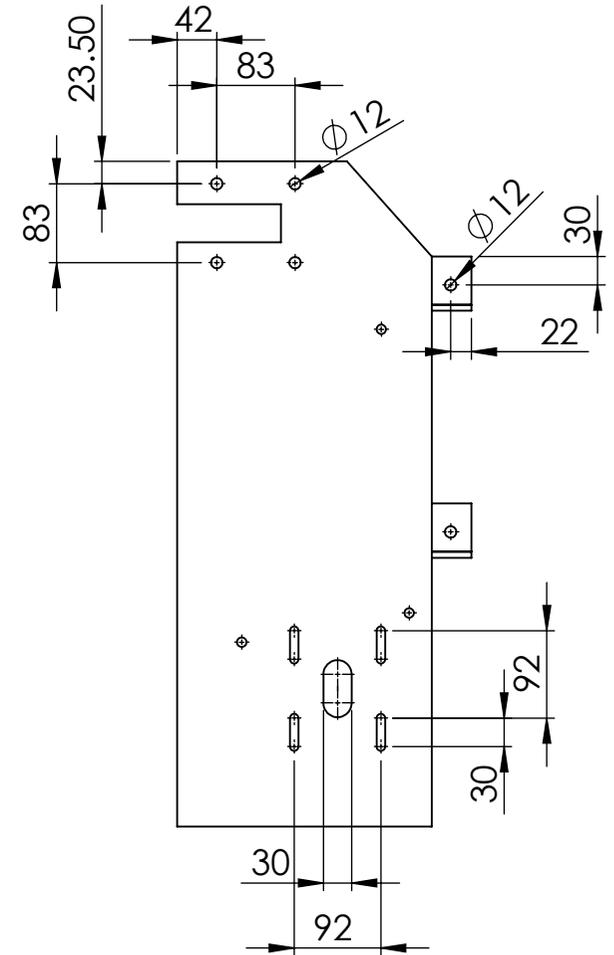
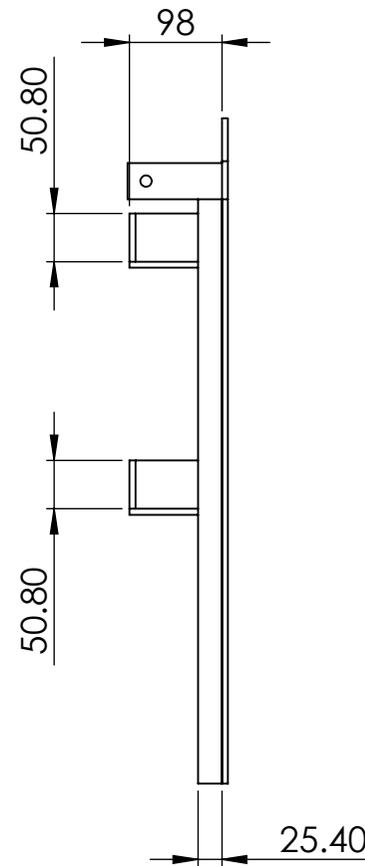
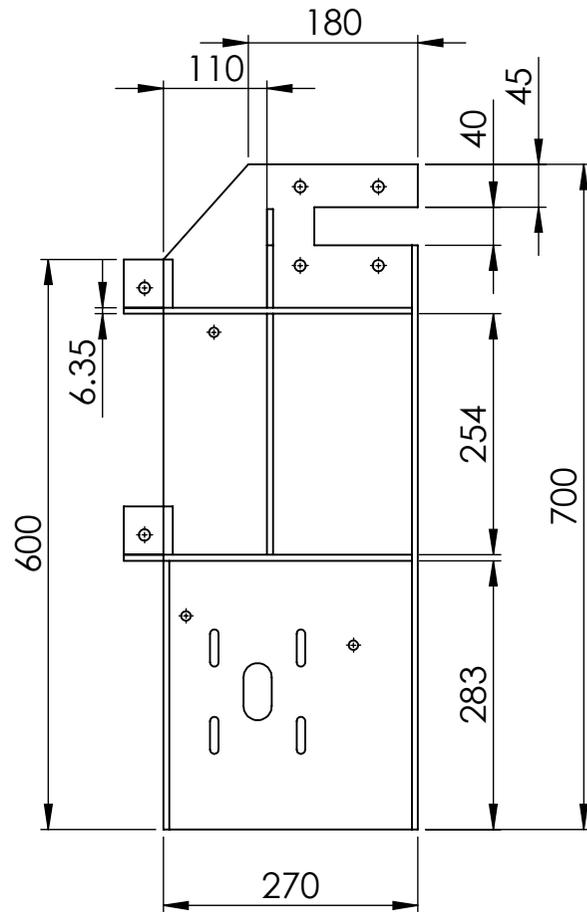
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Carro apretador			
	Código de pieza: M-AP-00				
Hoja 3/3					



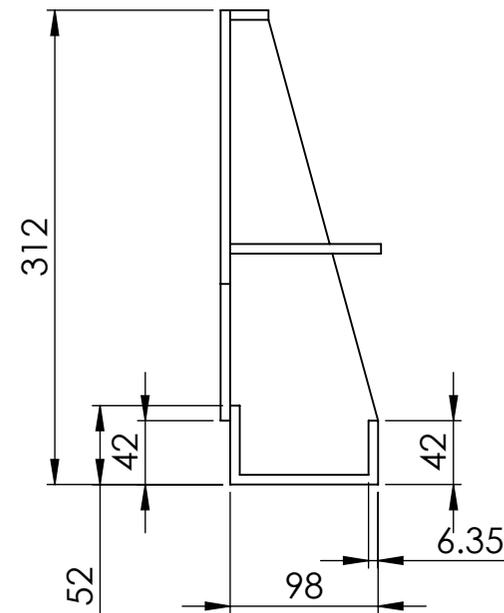
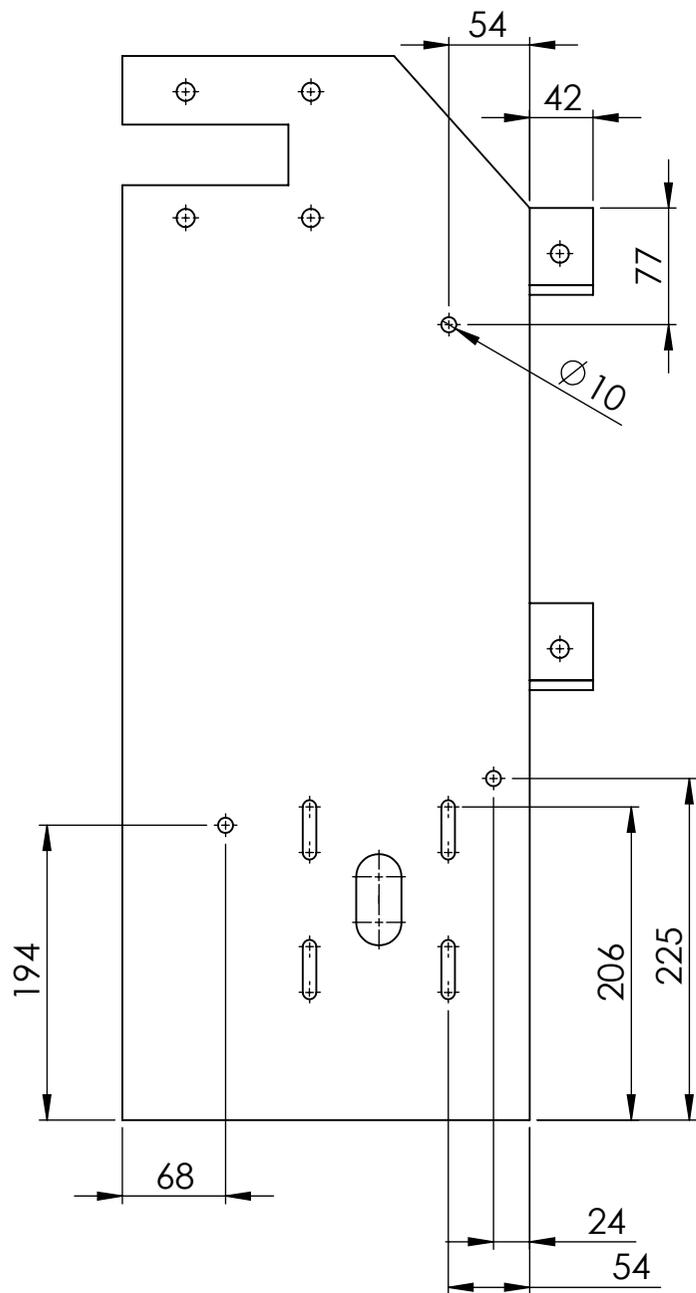
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Tornillo de ajuste			
	Código de pieza: M-AP-01				
	Hoja 1/1				



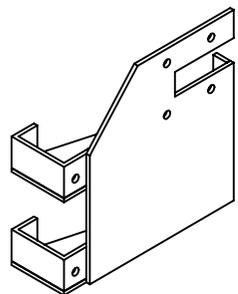
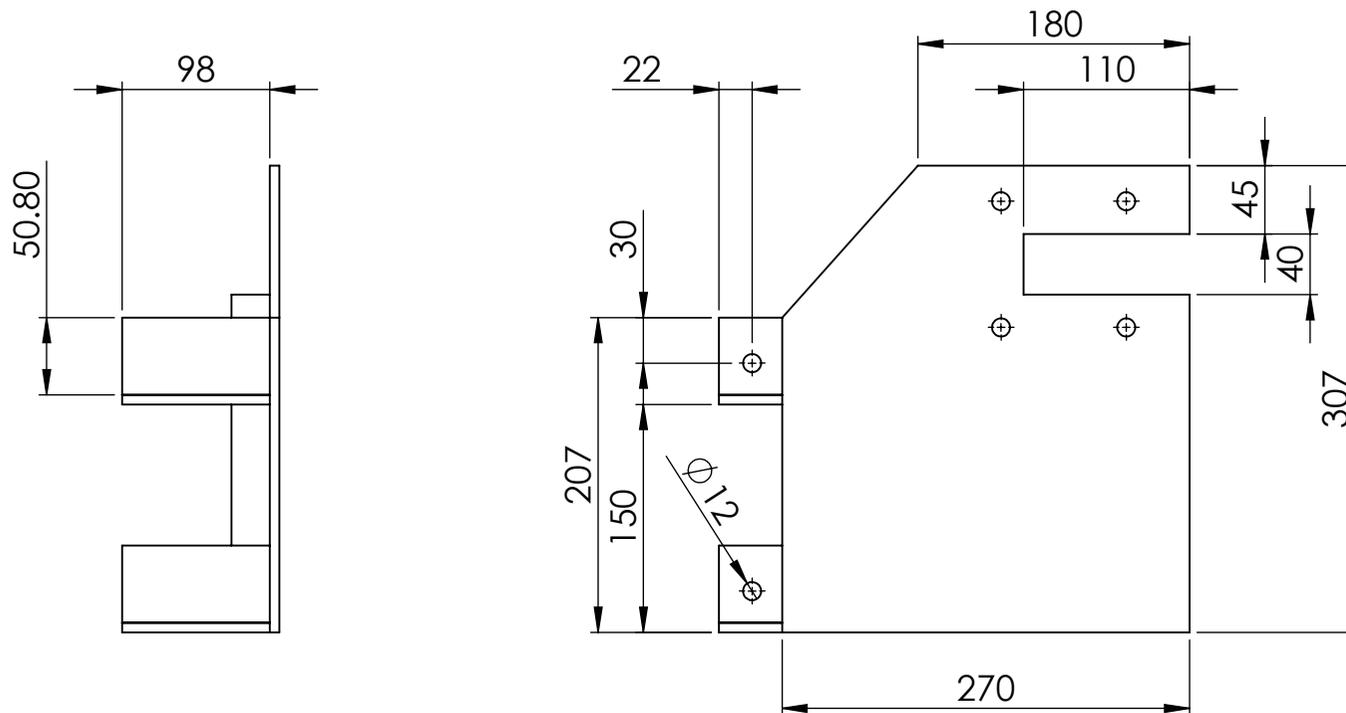
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2				
				Planchuela apretador	Código de pieza: M-AP-04
Hoja 1/1					



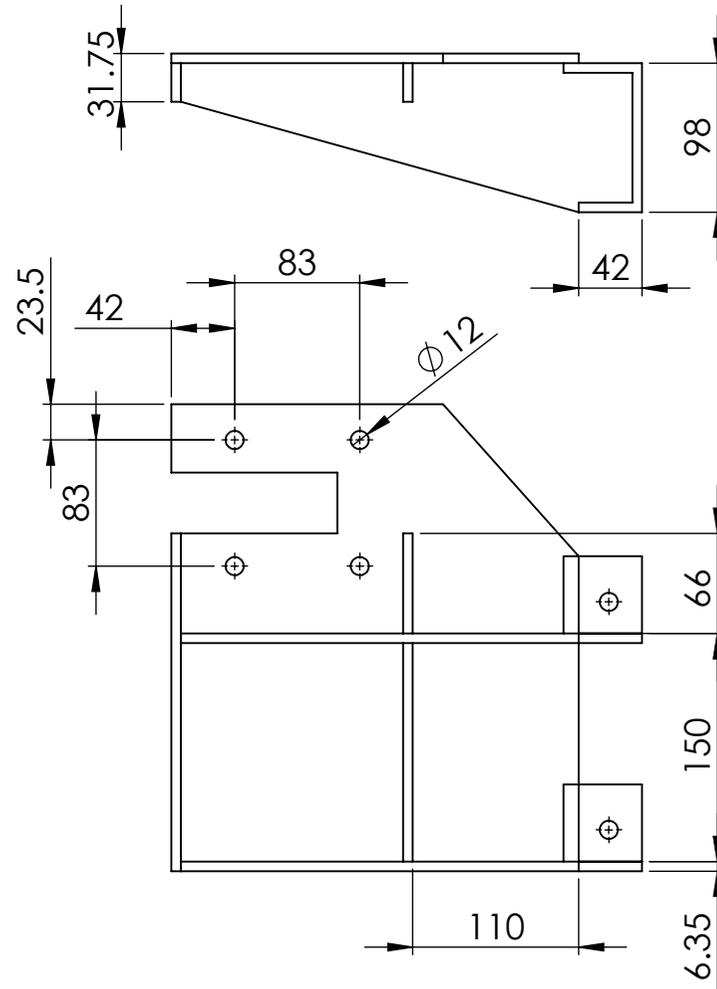
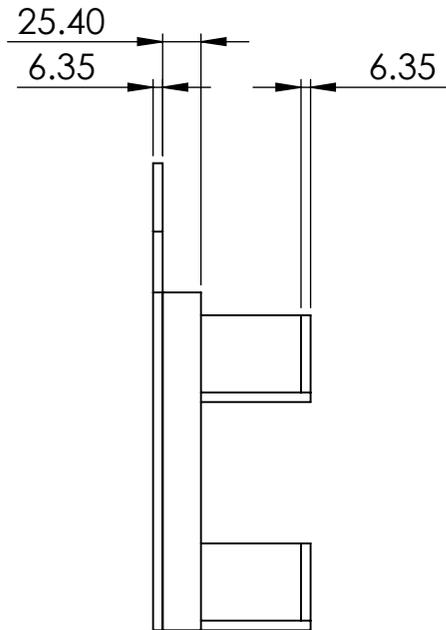
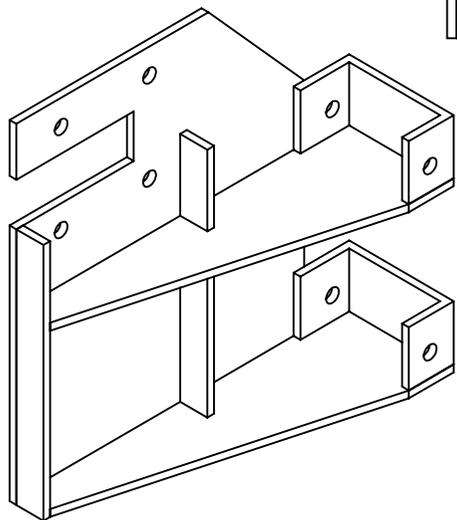
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:8				
				Soporte motorreductor	Código de pieza: M-PG-03
	Hoja 1/2				



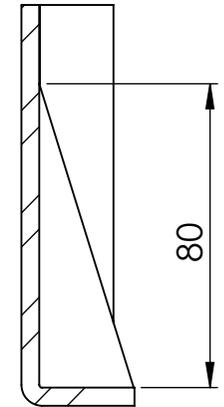
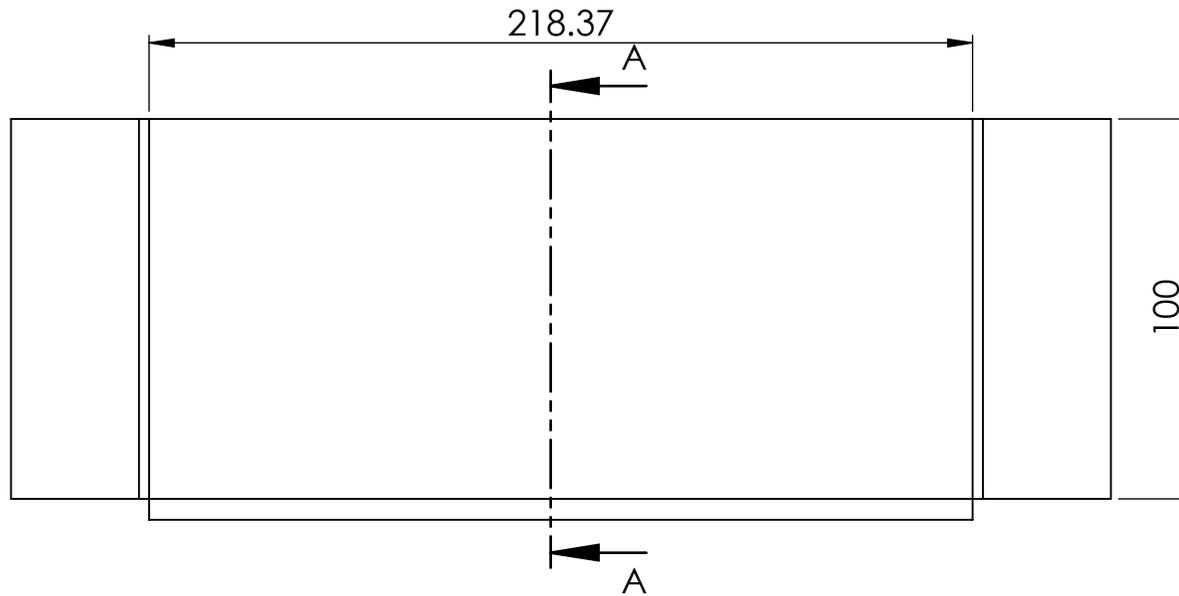
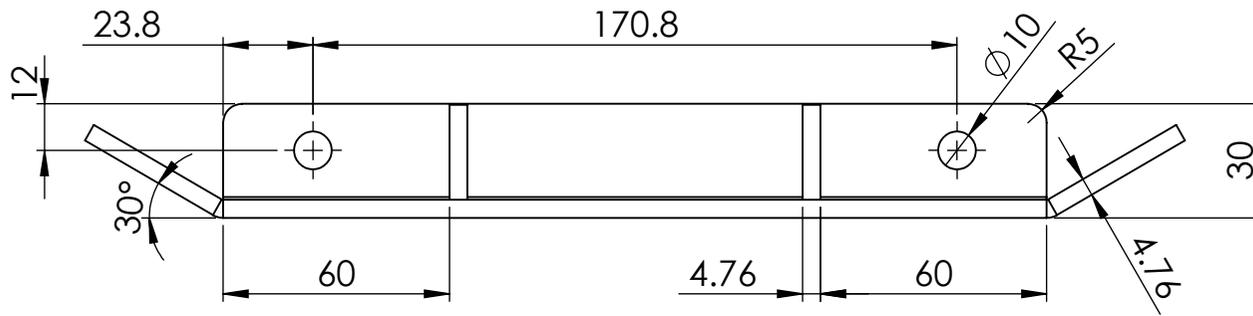
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
		Soporte motorreductor		Plano A-1603B-M-033 Rev00	
	Hoja 2/2			Código de pieza: M-PC-03	



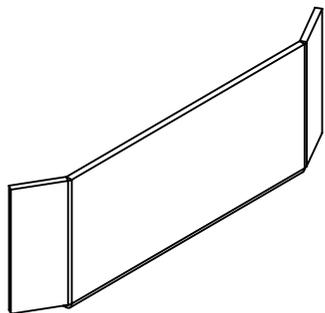
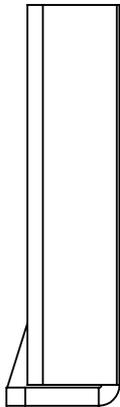
Observaciones	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Dibujó	Petelín		
	Revisó			
	Aprobó			
Escala	Soporte hexagonal		Plano A-1603B-M-034 Rev00	
1:5			Código de pieza: M-PG-04	
Hoja				
1/2				



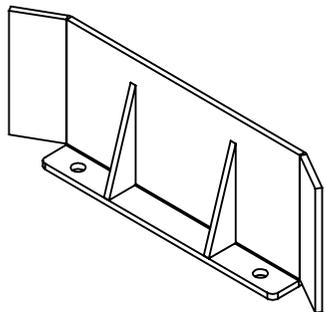
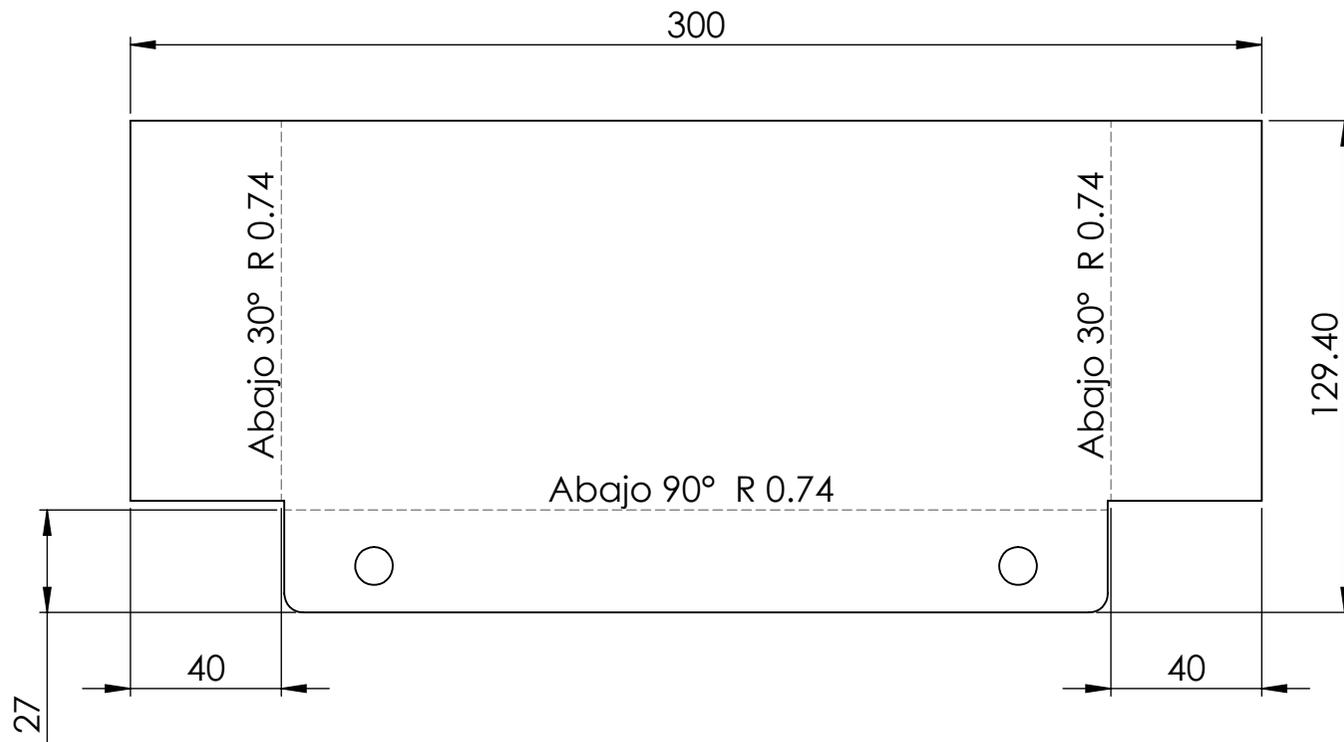
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:5				
				Soporte hexagonal	Código de pieza: M-PG-04
	Hoja 2/2				



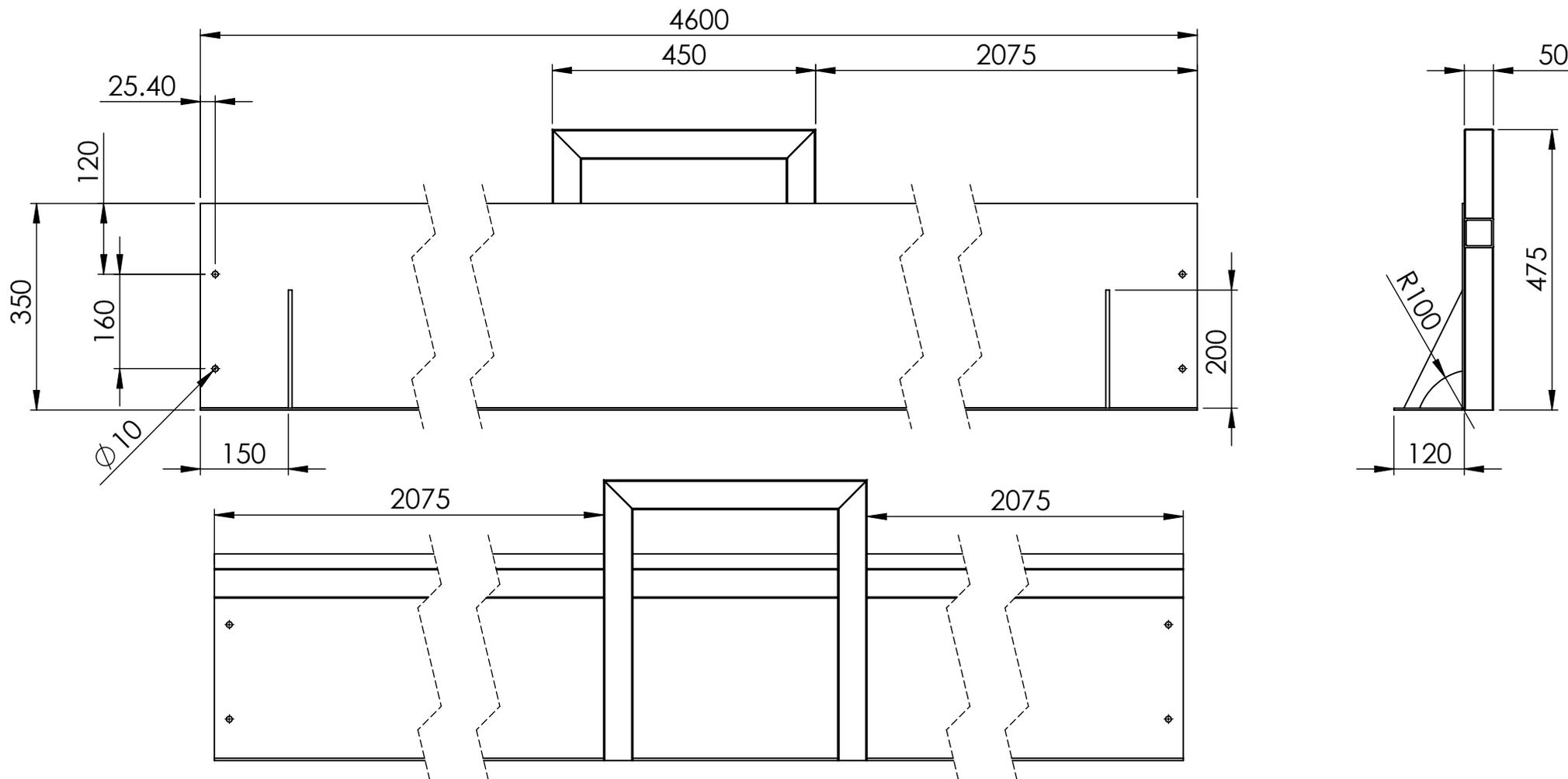
SECCIÓN A-A



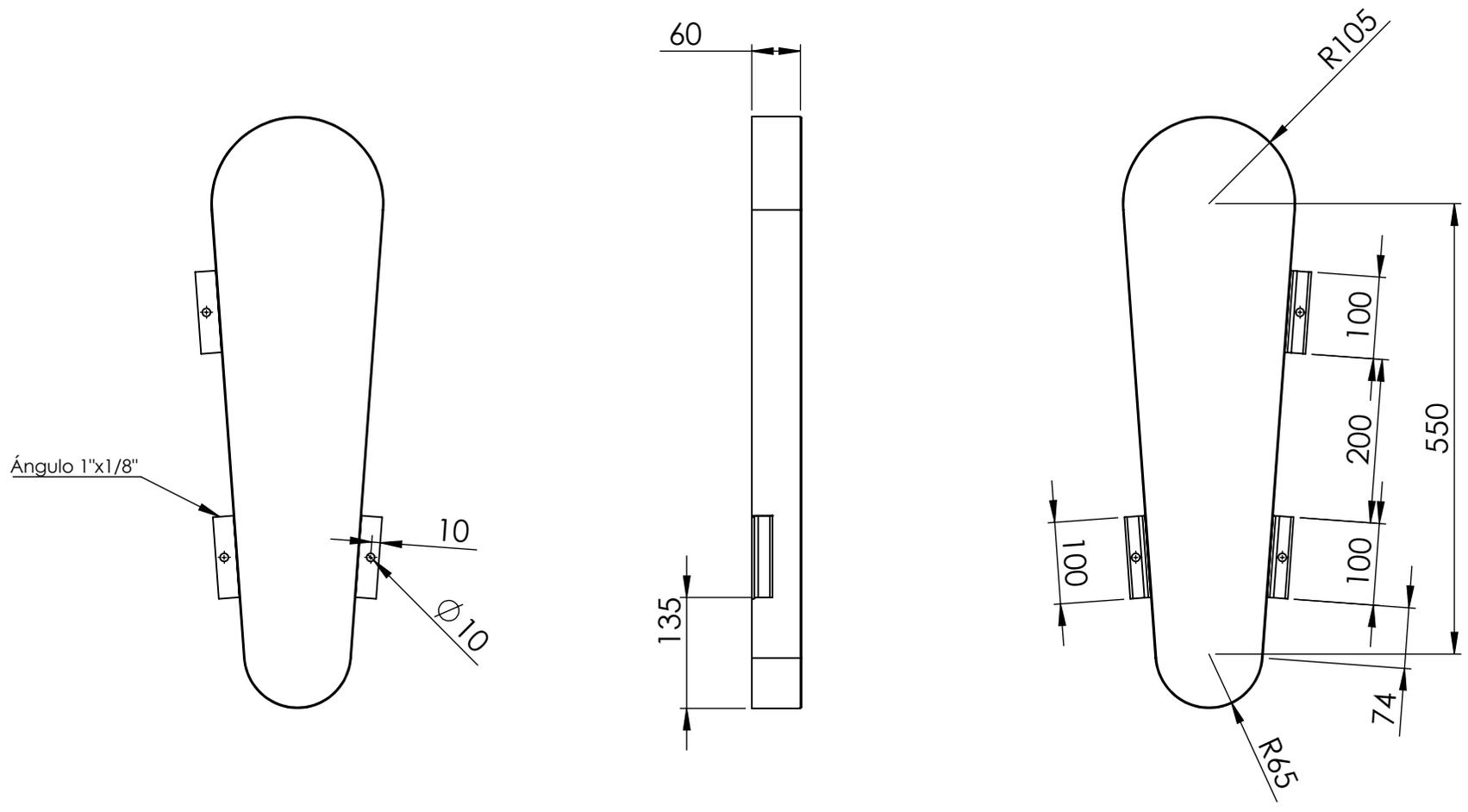
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Tope de alimentación		Plano A-1603B-M-036 Rev00	
					Código de pieza: M-PG-11
	Hoja 1/2				



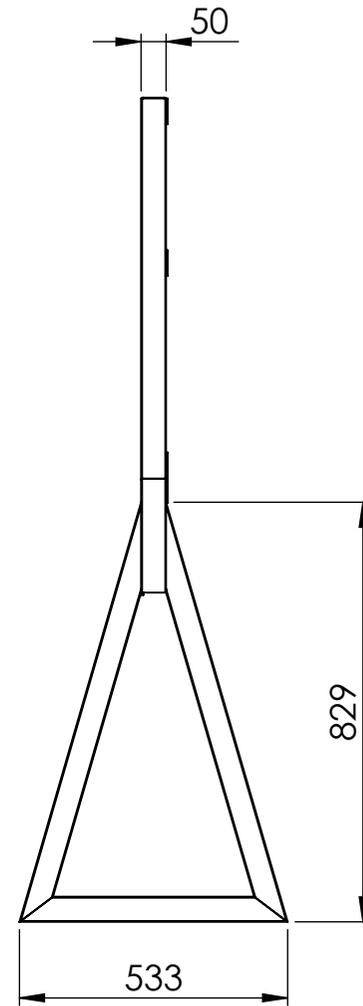
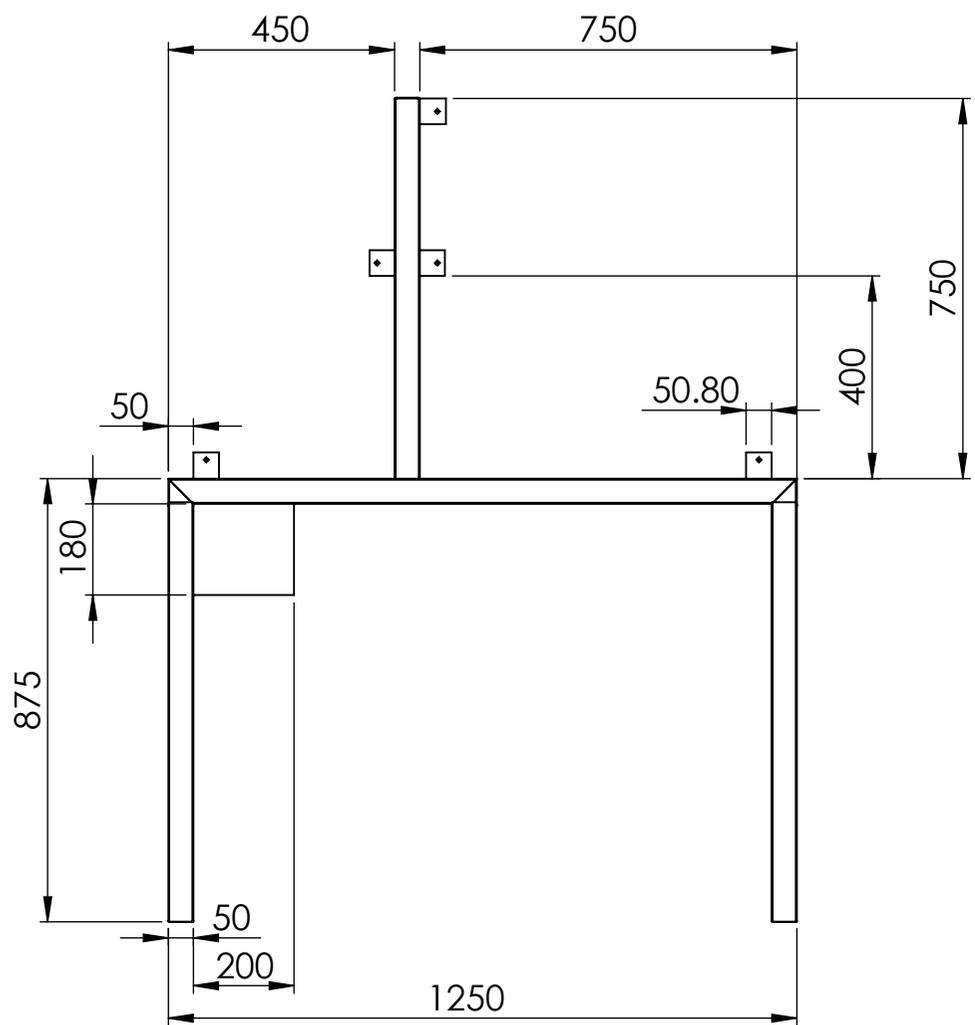
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:2	Tope de alimentación			
	Código de pieza: M-PG-11				
Hoja 2/2					



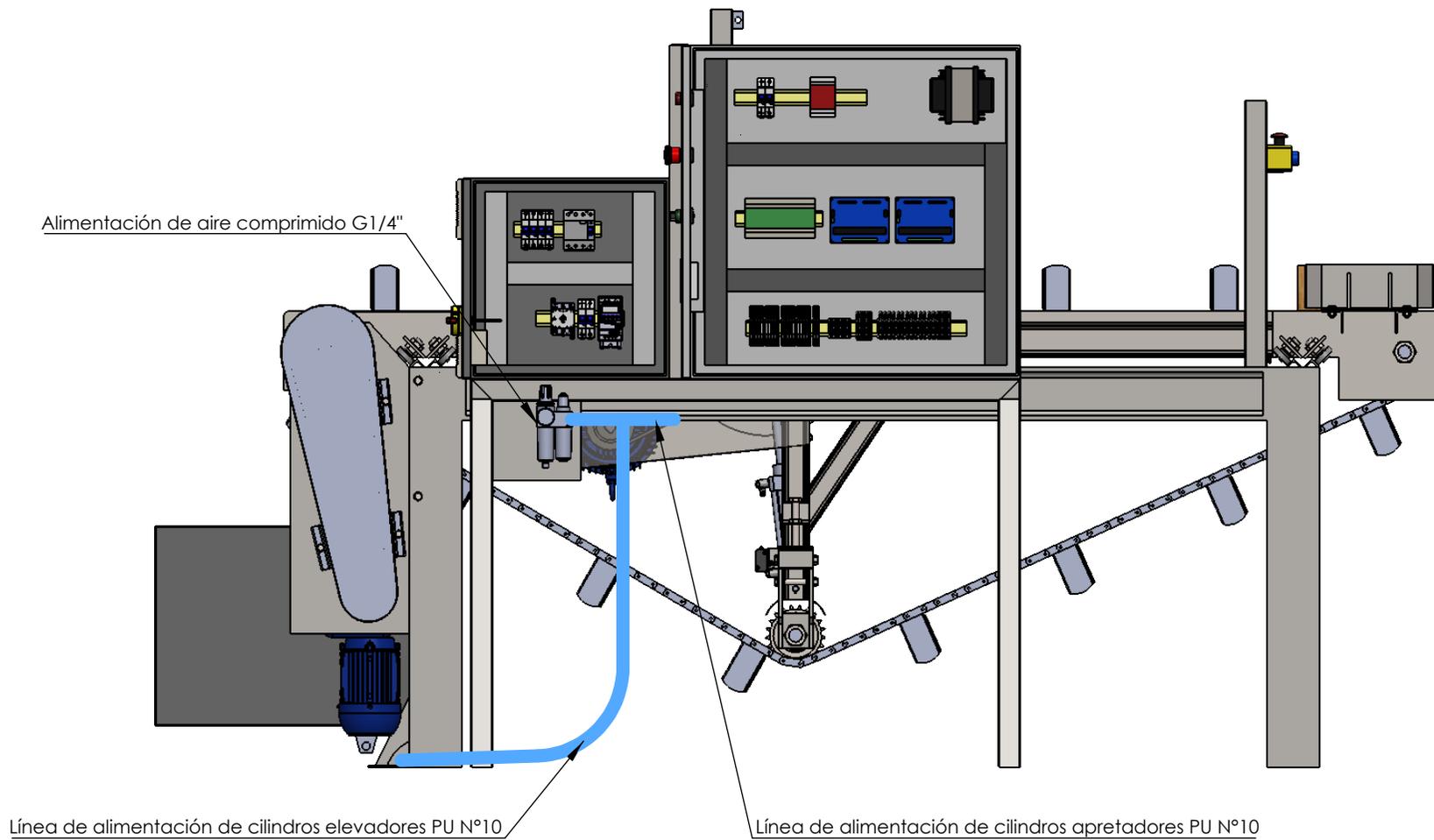
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:10				
			Bandeja porta cables	Código de pieza: M-PG-06	
Hoja 1/1					



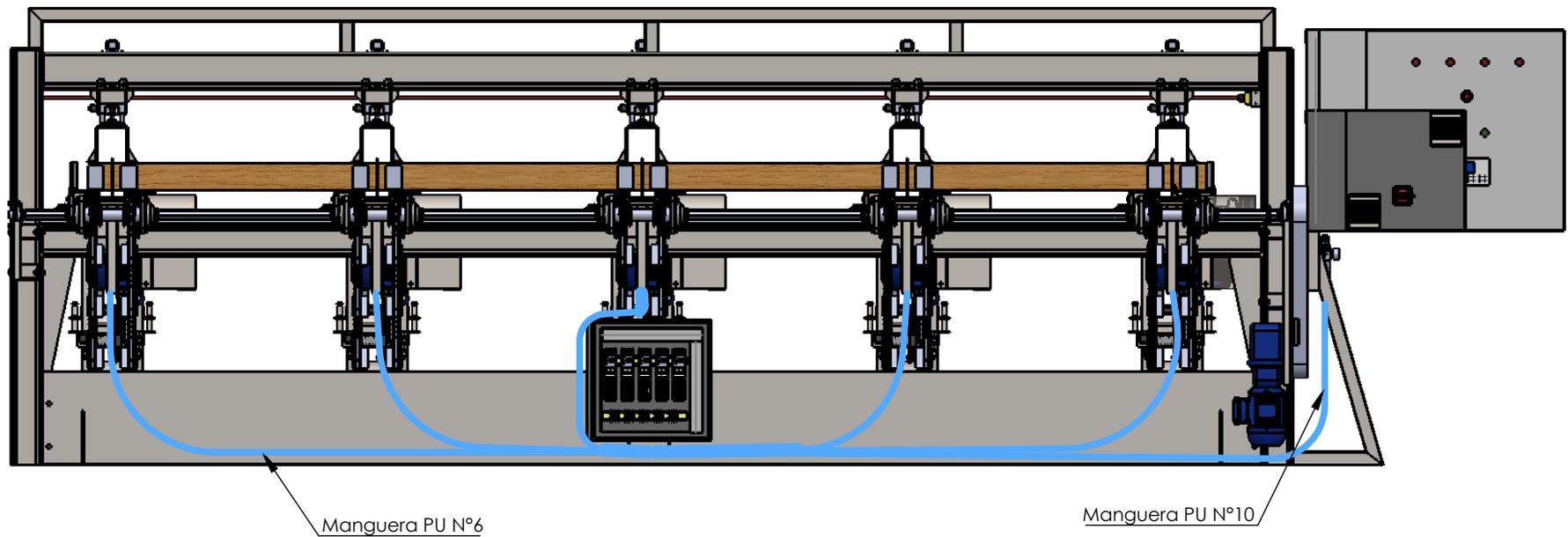
Observaciones Chapa LC N° 14		Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Dibujó		Petelín		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala 1:8	Cubre cadena			Plano A-1603B-M-039 Rev00
				Código de pieza: M-PG-05	
Hoja 1/1					



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:15	Estructura tableros		Plano A-1603B-M-040 Rev00	
				Código de pieza: M-PG-07	
	Hoja 1/1				



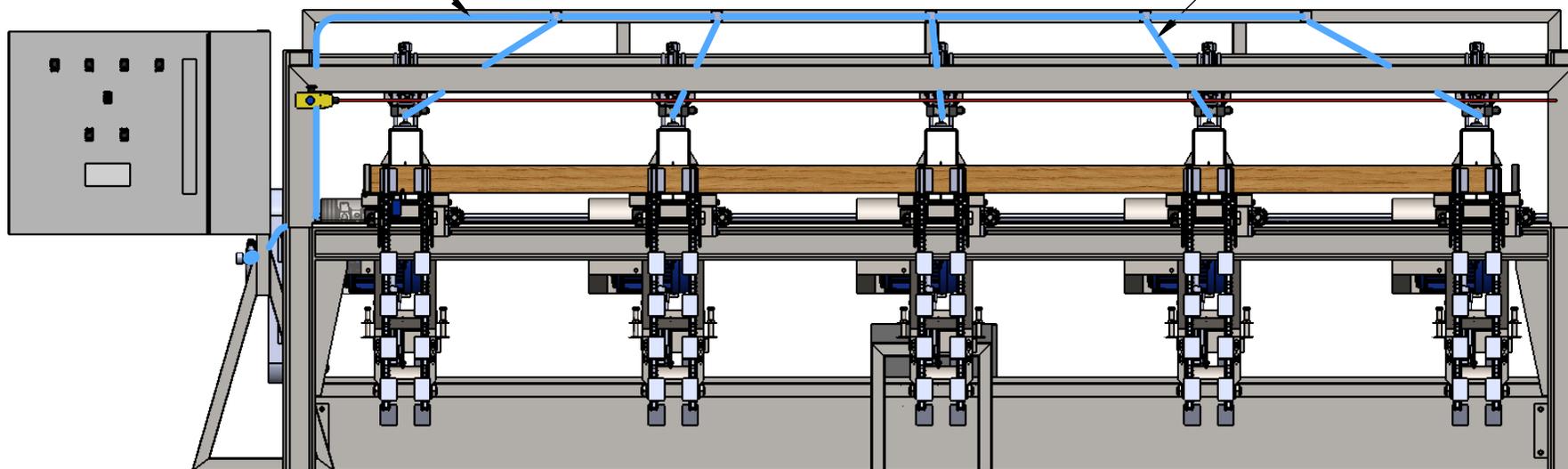
Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:15				
		Croquis neumático entrada			
	Hoja 1/1				



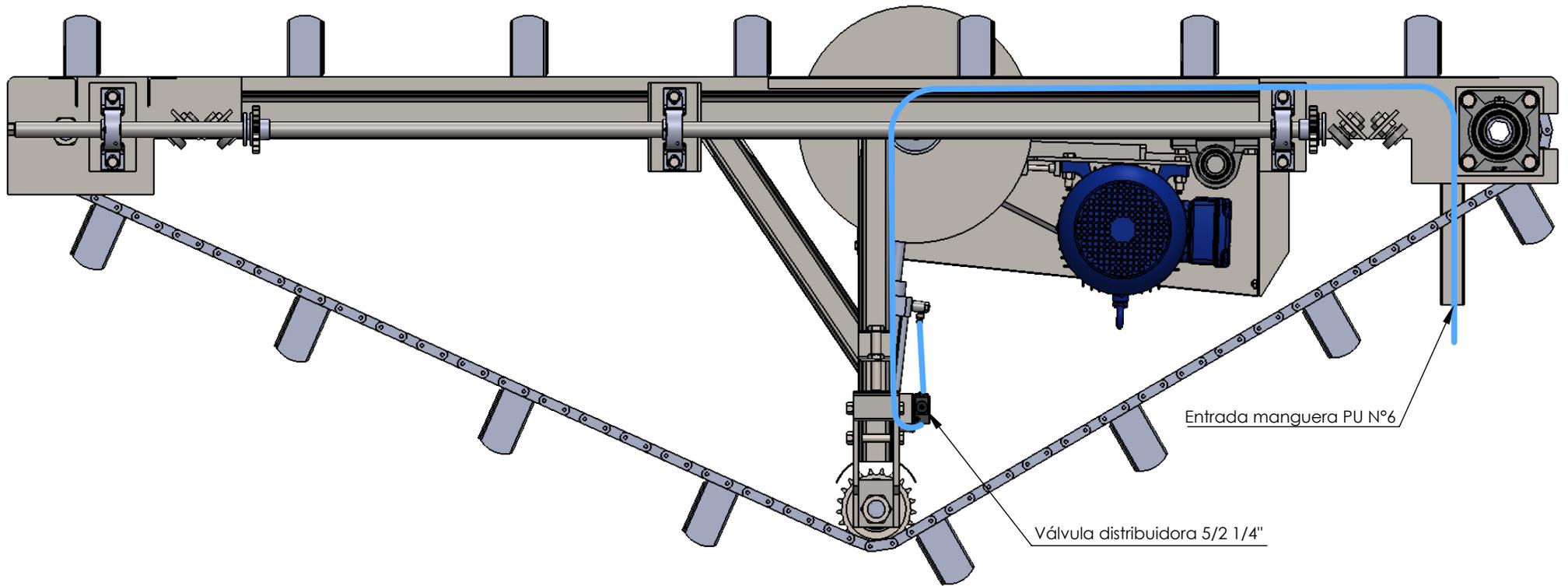
Observaciones Alimentación de cilindros neumáticos elevadores	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:25	Croquis neumático elevadores			Plano A-1610B-N-002 Rev00
					
Hoja 1/1					

Línea alimentación de apretadores PU N°10

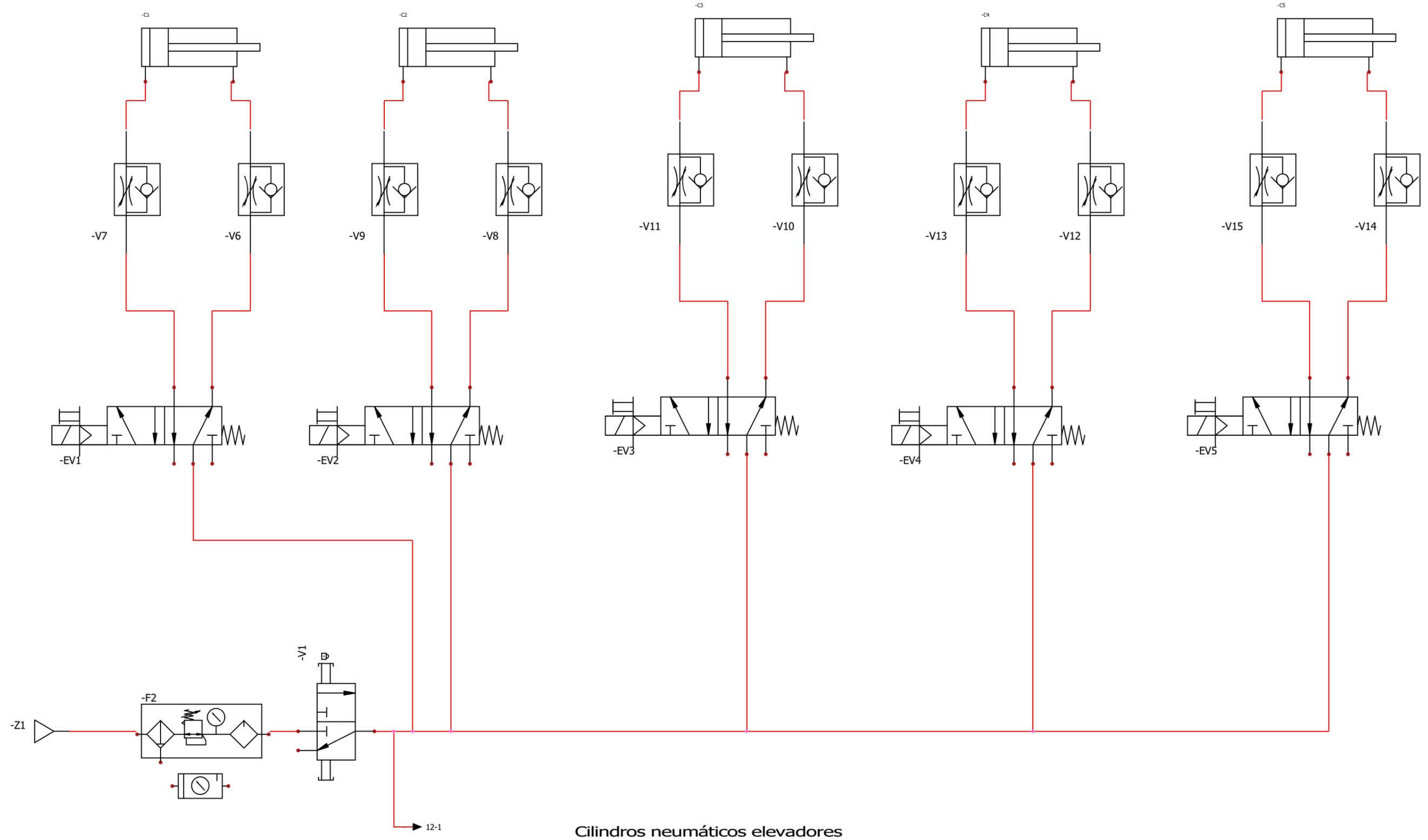
Tubo en espiral de 2 m PU N°6



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:25	Croquis neumático apretadores			Plano A-1610B-N-003 Rev00
	Hoja 1/1				



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:10	Croquis neumático en puentes			
					
Hoja 1/1					



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

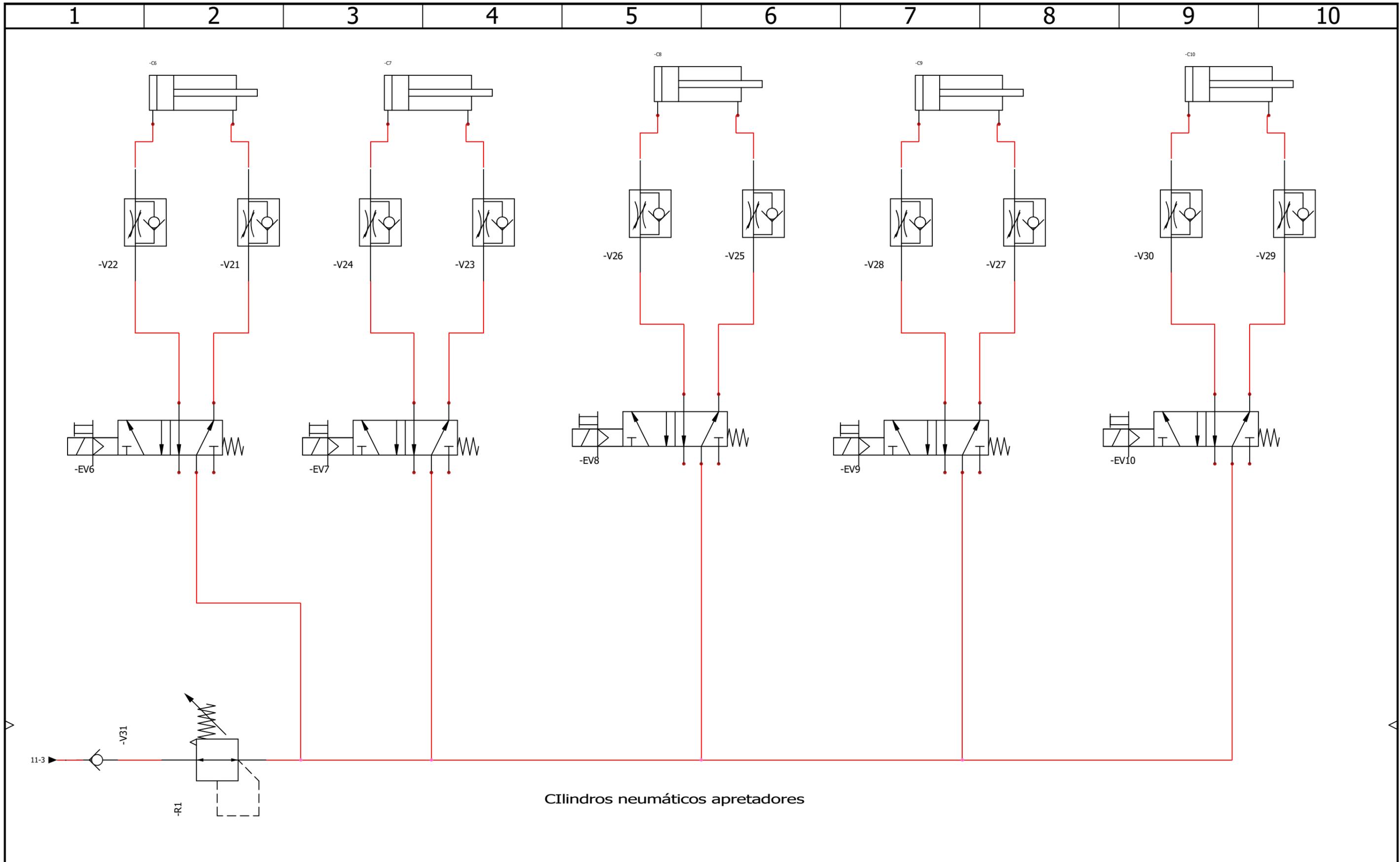
				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	11

Contrato nº : 1

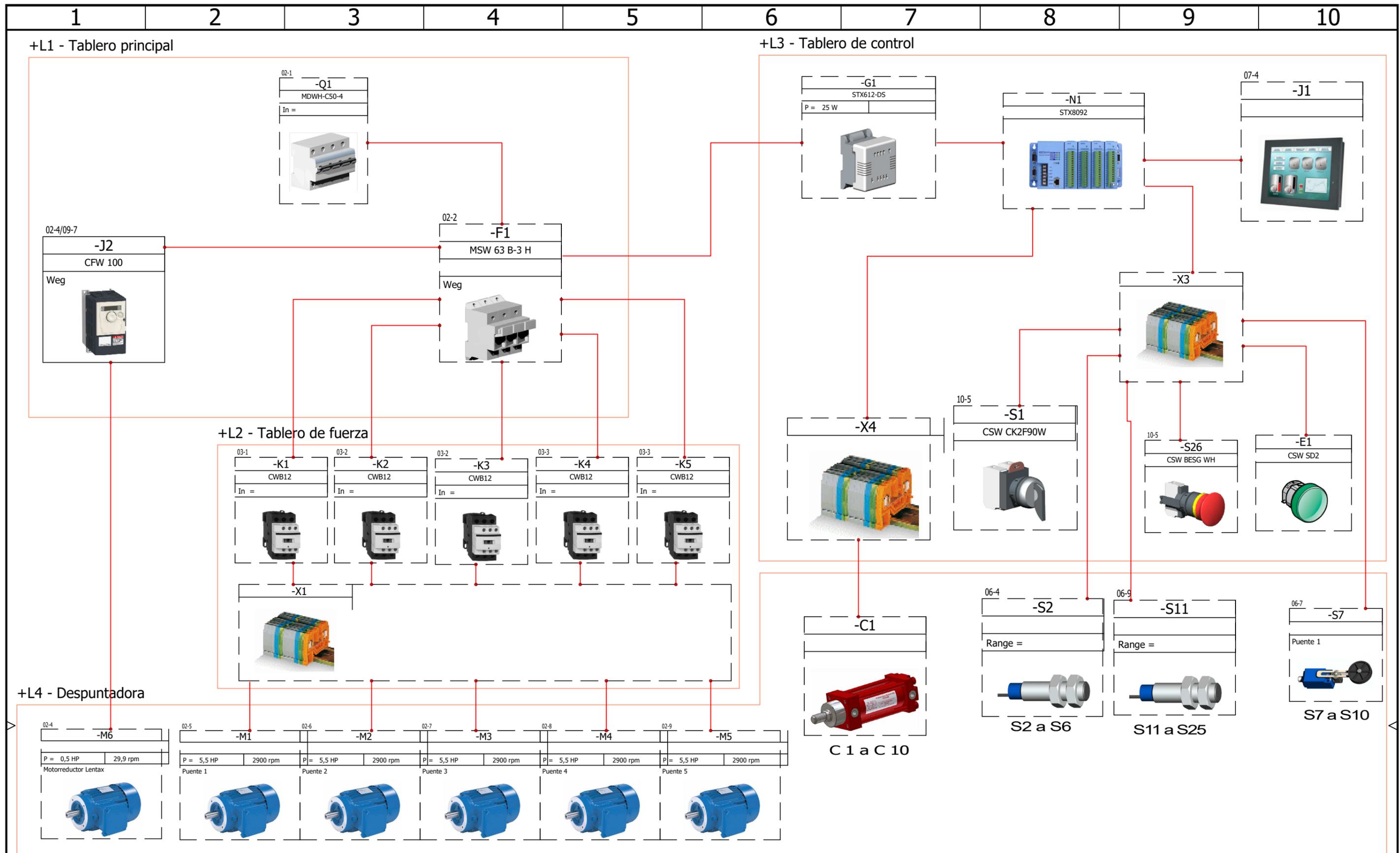
Situación: +L4

Despuntadora

B-1610B-N-005 Rev00



Petelín Andrés y Guy José	Despuntadora múltiple			Índice
				0
		0	23/11/2016	Andrés Petelín
		IND	Fecha	Nombre
			Comentarios	
Contrato nº : 1	Situación: +L4	Plano B-1610B-N-006 Rev00		Datos de usuario 2
				Hoja 12



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

Índice

0

0 25/10/2016 Andrés Petelín

IND Fecha Nombre

Comentarios

Hoja

Plano B-1610B-E-001 Rev00

Datos de usuario 2

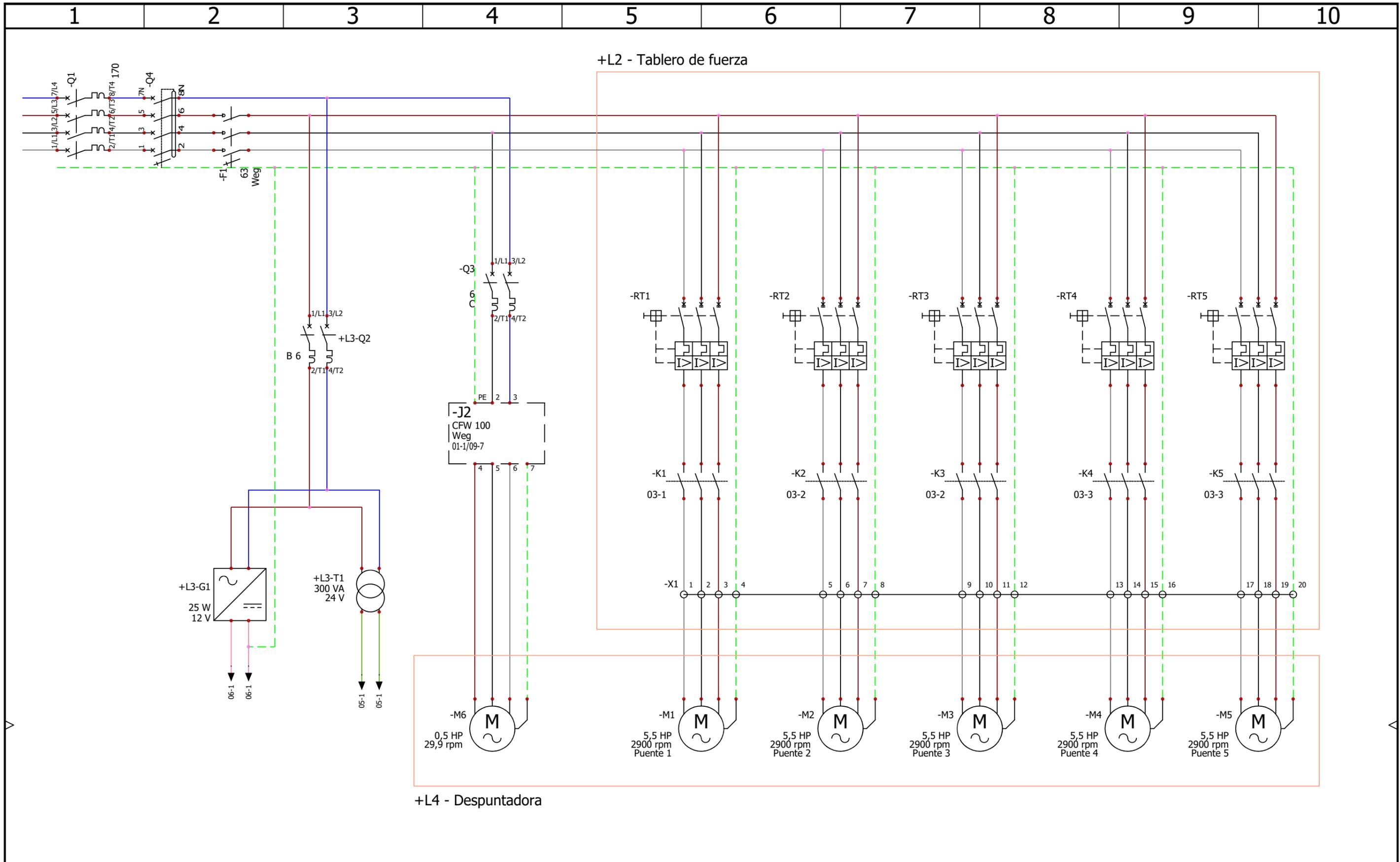
01

Contrato nº : 1

Situación:

+L1

Tablero principal

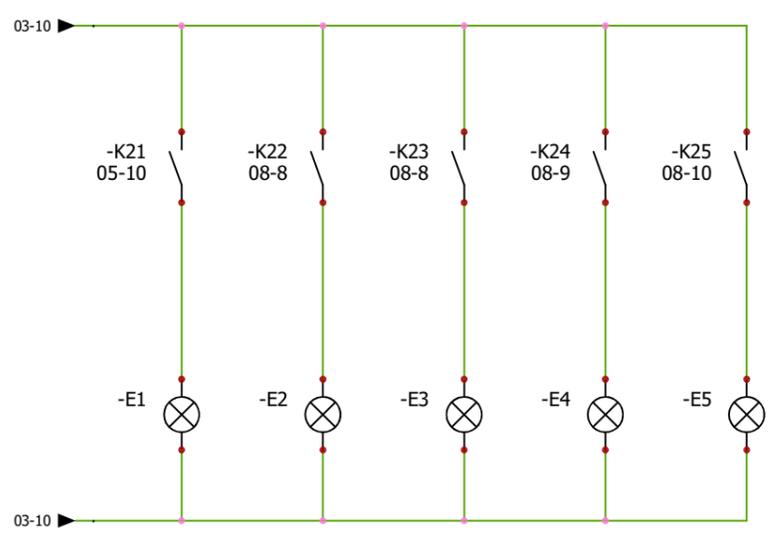
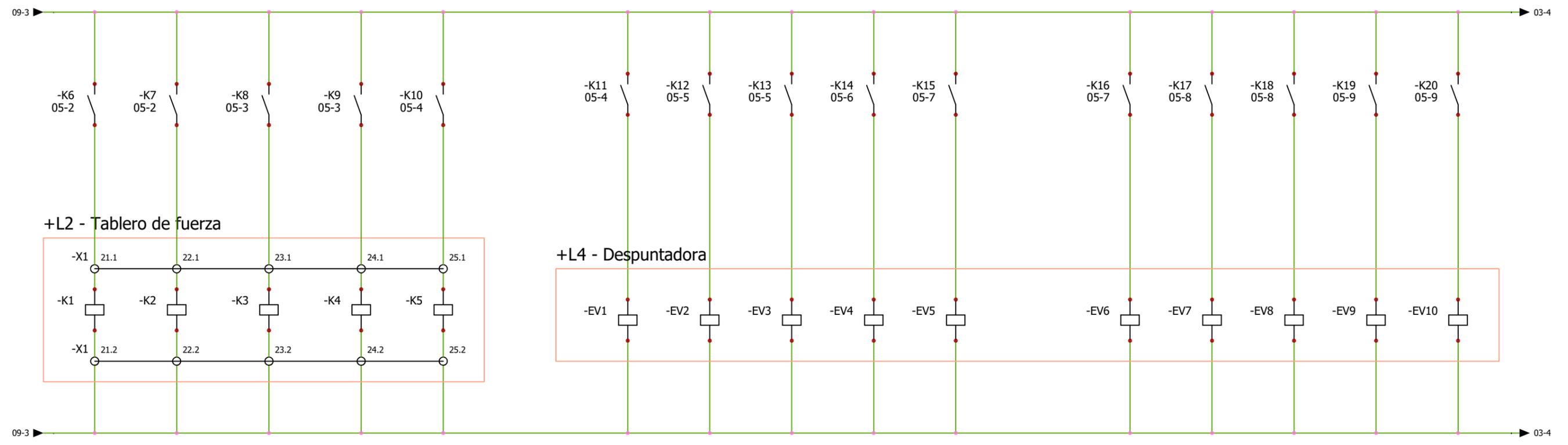


Petelín Andrés y Guy José		Despuntadora múltiple		Índice
				0
0	25/10/2016	Andrés Petelín		Hoja
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	02
Plano			Datos de usuario 2	
Contrato nº : 1		Situación: +L1		Tablero principal
		B-1610B-E-002 Rev00		

Contadores

Electroválvulas elevadores

Electroválvulas apretadores



Petelín Andrés y Guy José

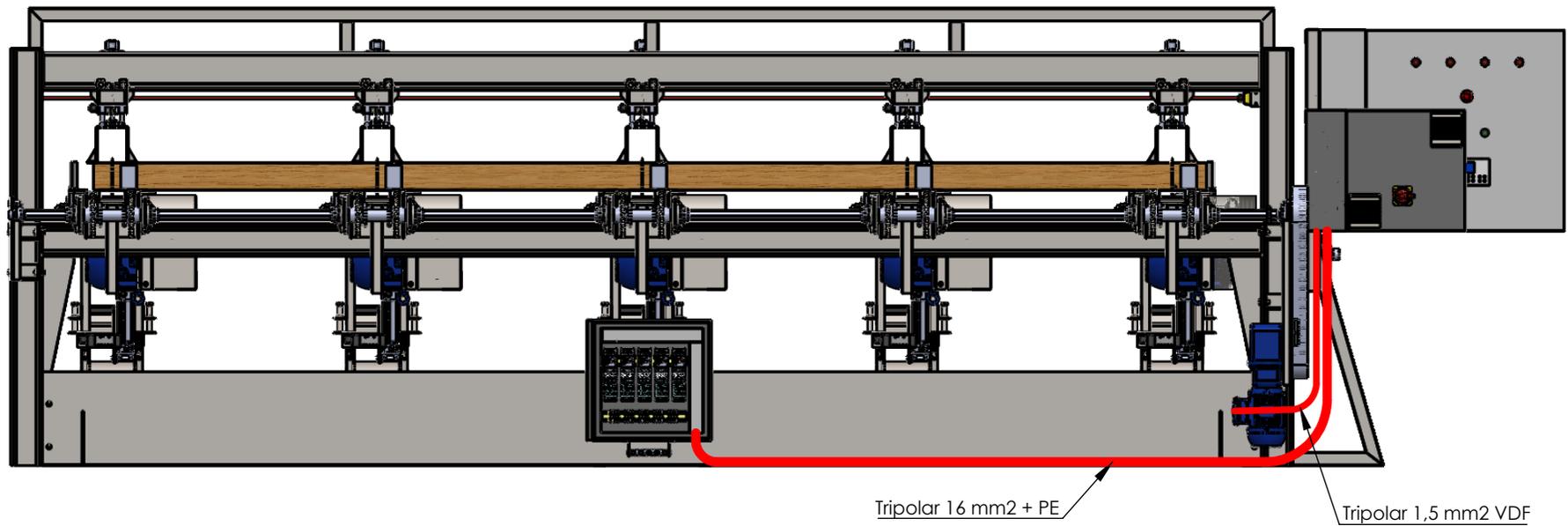
Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	03

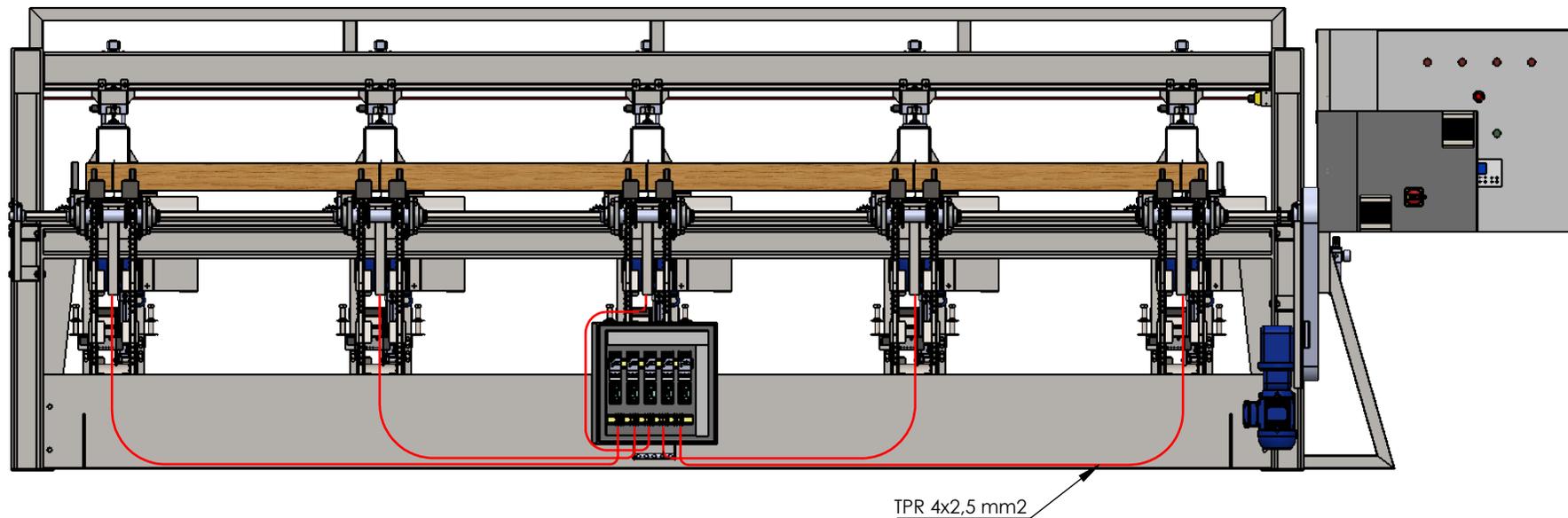
Contrato nº : 1

Situación: +L3 Tablero de control

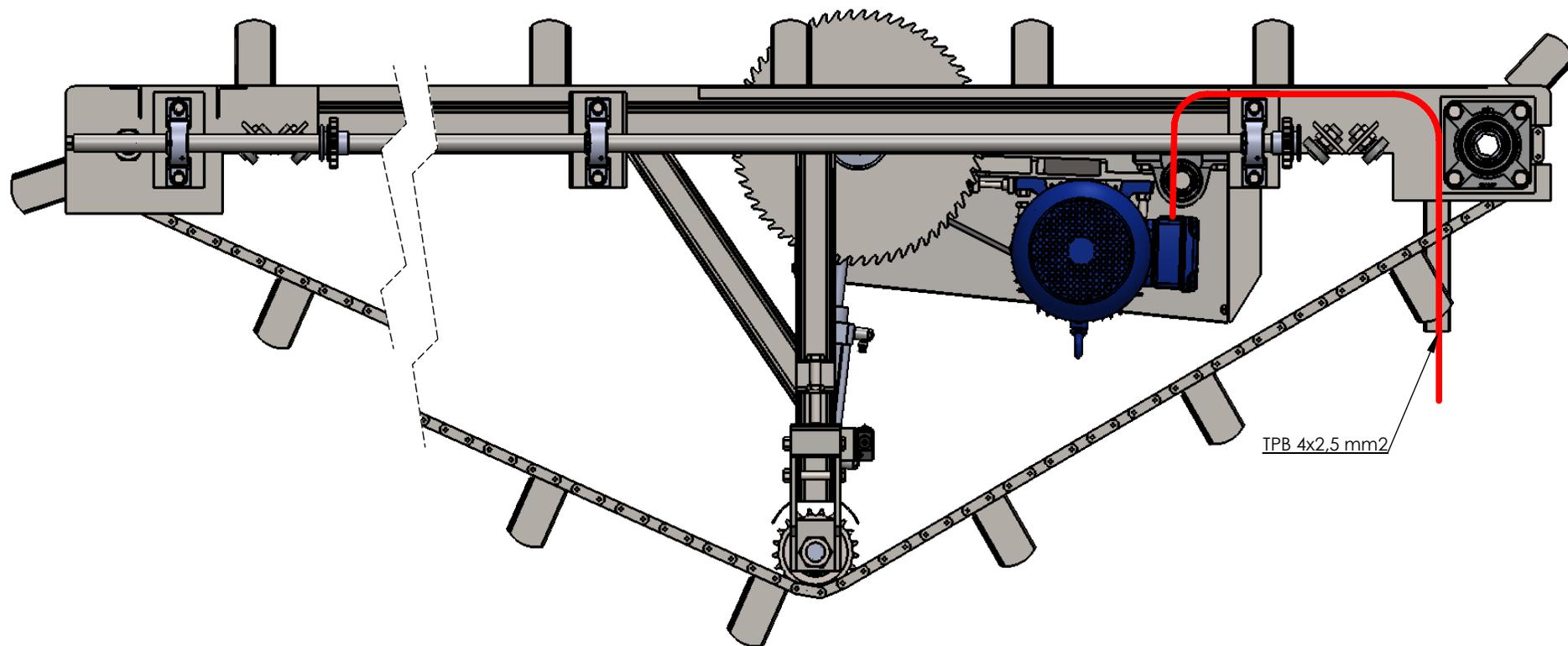
B-1610B-E-003 Rev00



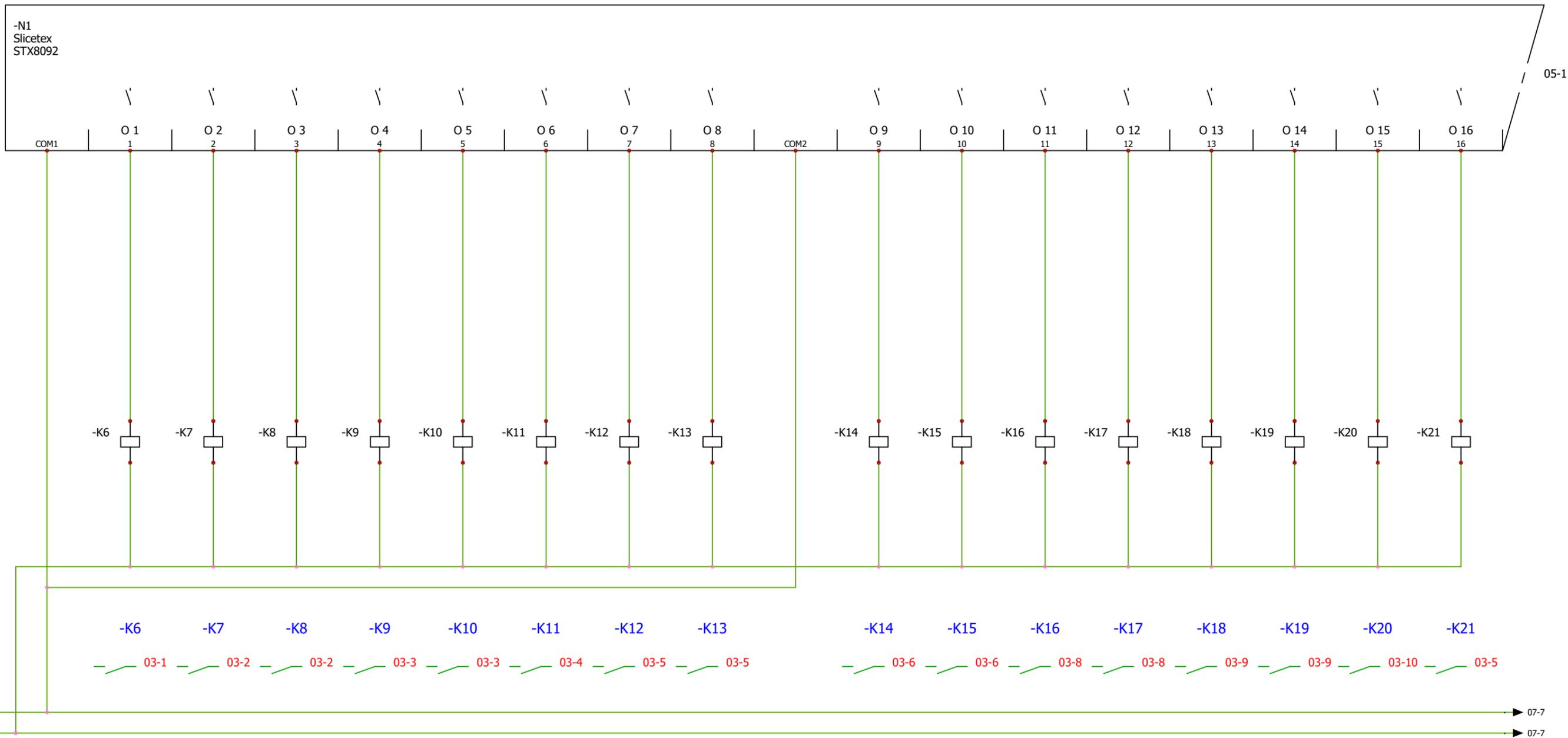
Observaciones Alimentación de tablero de fuerza	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:25	Croquis eléctrico cable principal			Plano A-1610B-E-004 Rev00
					
Hoja 1/1					



Observaciones Alimentación de motores de sierras	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				
	Escala 1:25	Croquis eléctrico elevadores			Plano A-1610B-E-005 Rev00
	Hoja 1/1				



Observaciones	Dibujó	Fecha	Nombre	Ingeniería electromecánica	UTN - FRCU
	Revisó		Petelín		
	Aprobó				Plano A-1610B-E-006 Rev00
	Escala 1:10	Croquis eléctrico en puentes			
					
	Hoja 1/1				



Relés de interface para contactores y electroválvulas

Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

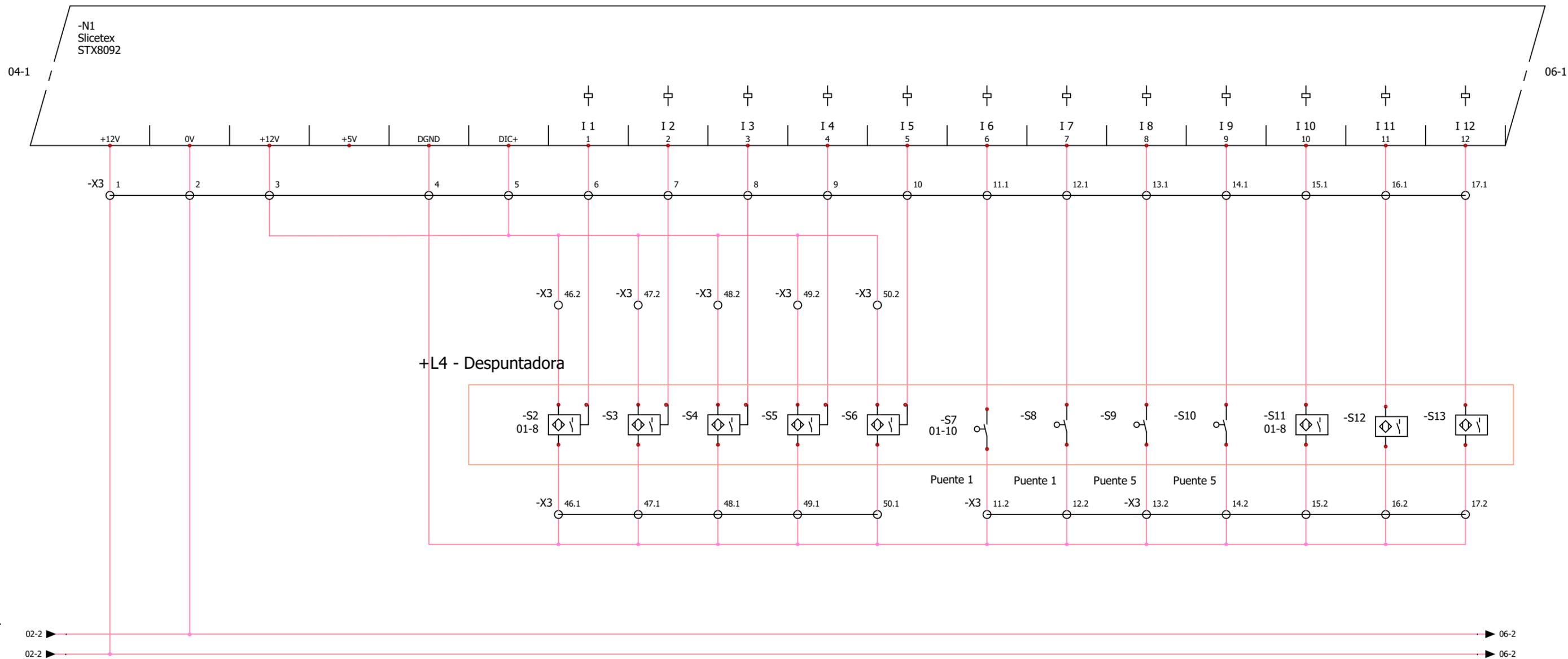
				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	04

Contrato nº : 1

Situación: +L3

Tablero de control

B-1610B-A-001 Rev00



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	05

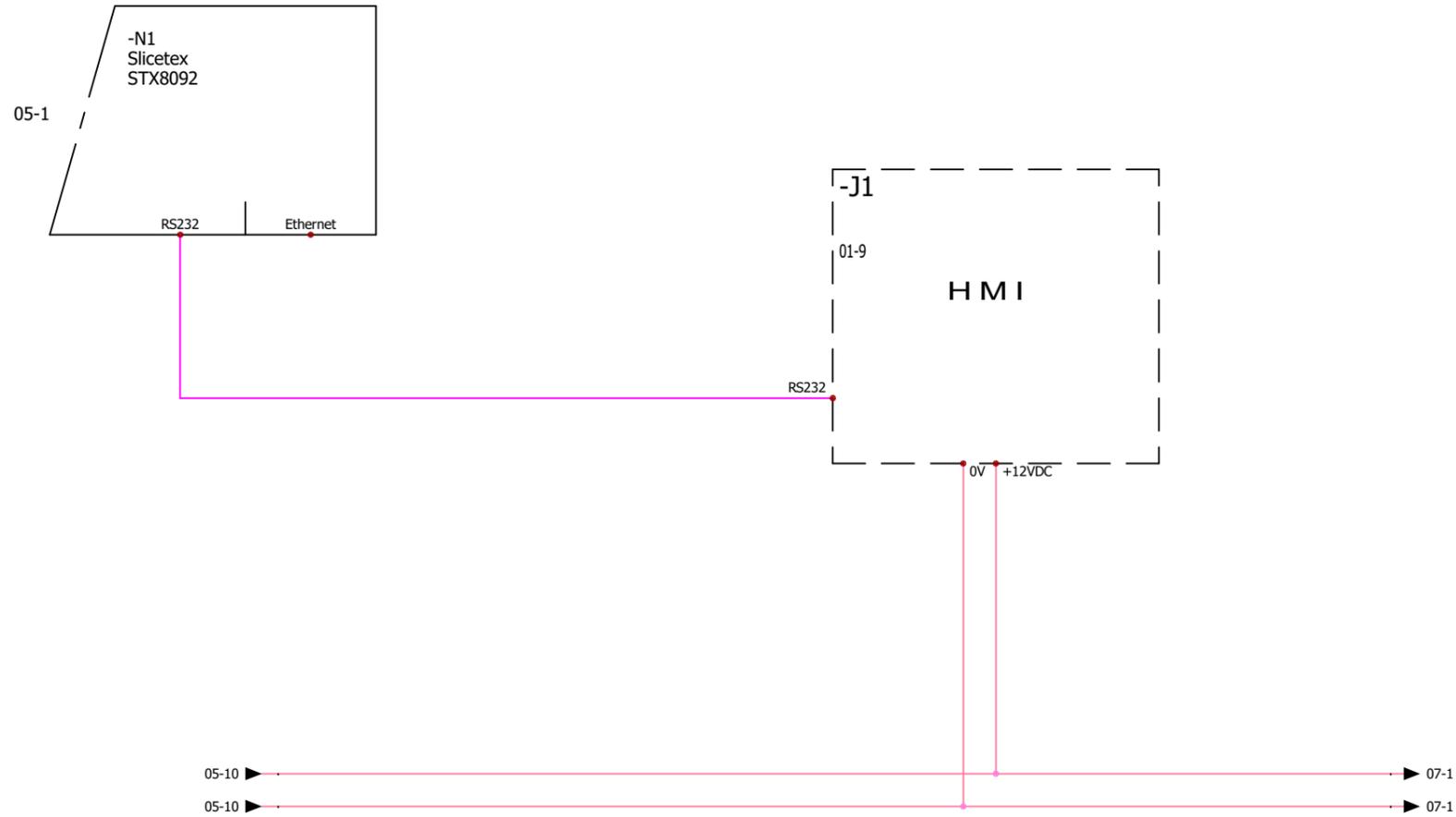
Contrato nº : 1

Situación:

+L3

Tablero de control

B-1610B-A-002 Rev00



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	06
B-1610B-A-003 Rev00				

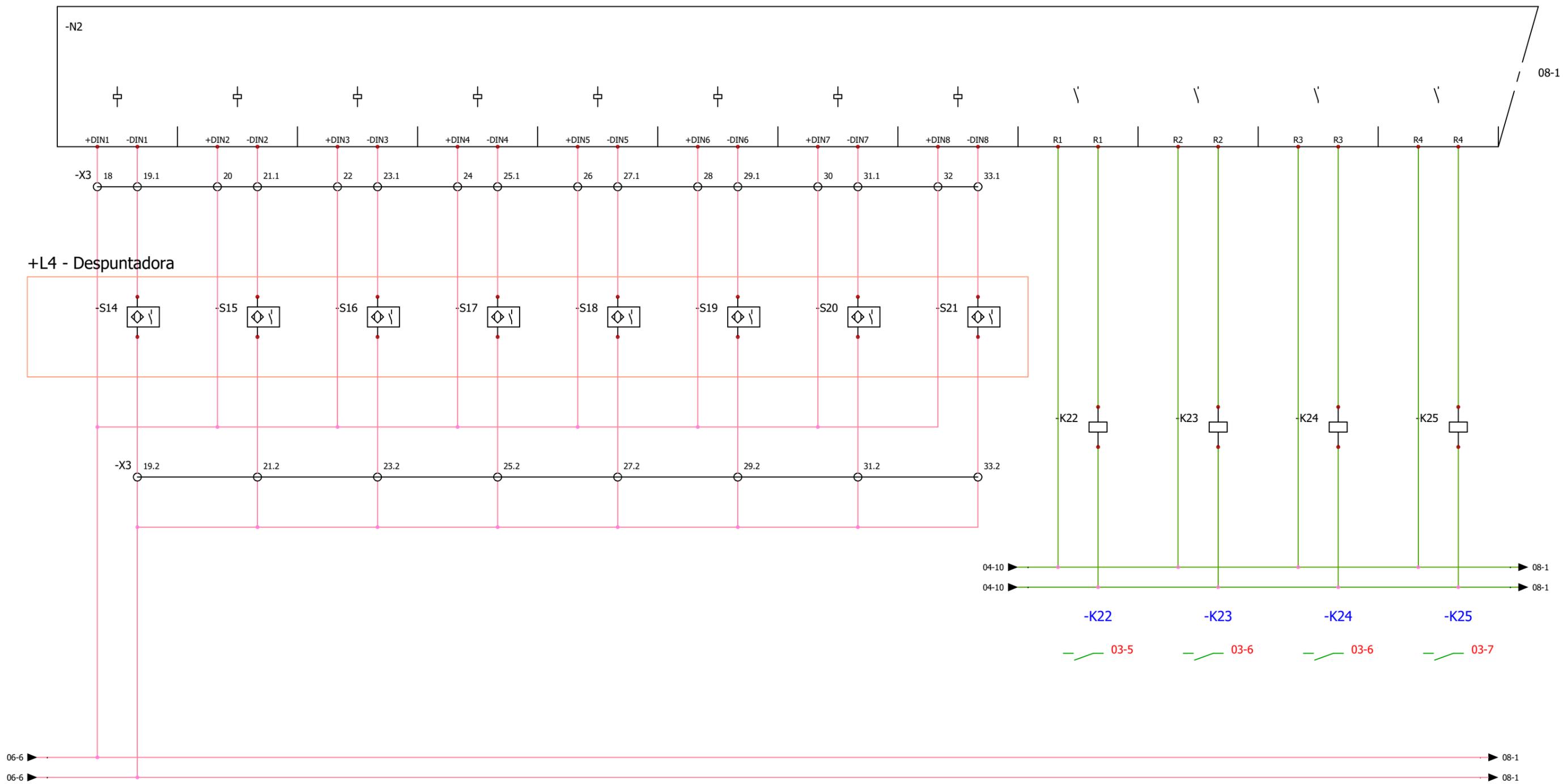
Contrato nº : 1

Situación:

+L3

Tablero de control

Módulo de expansión Slicetex STX 570A



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	07

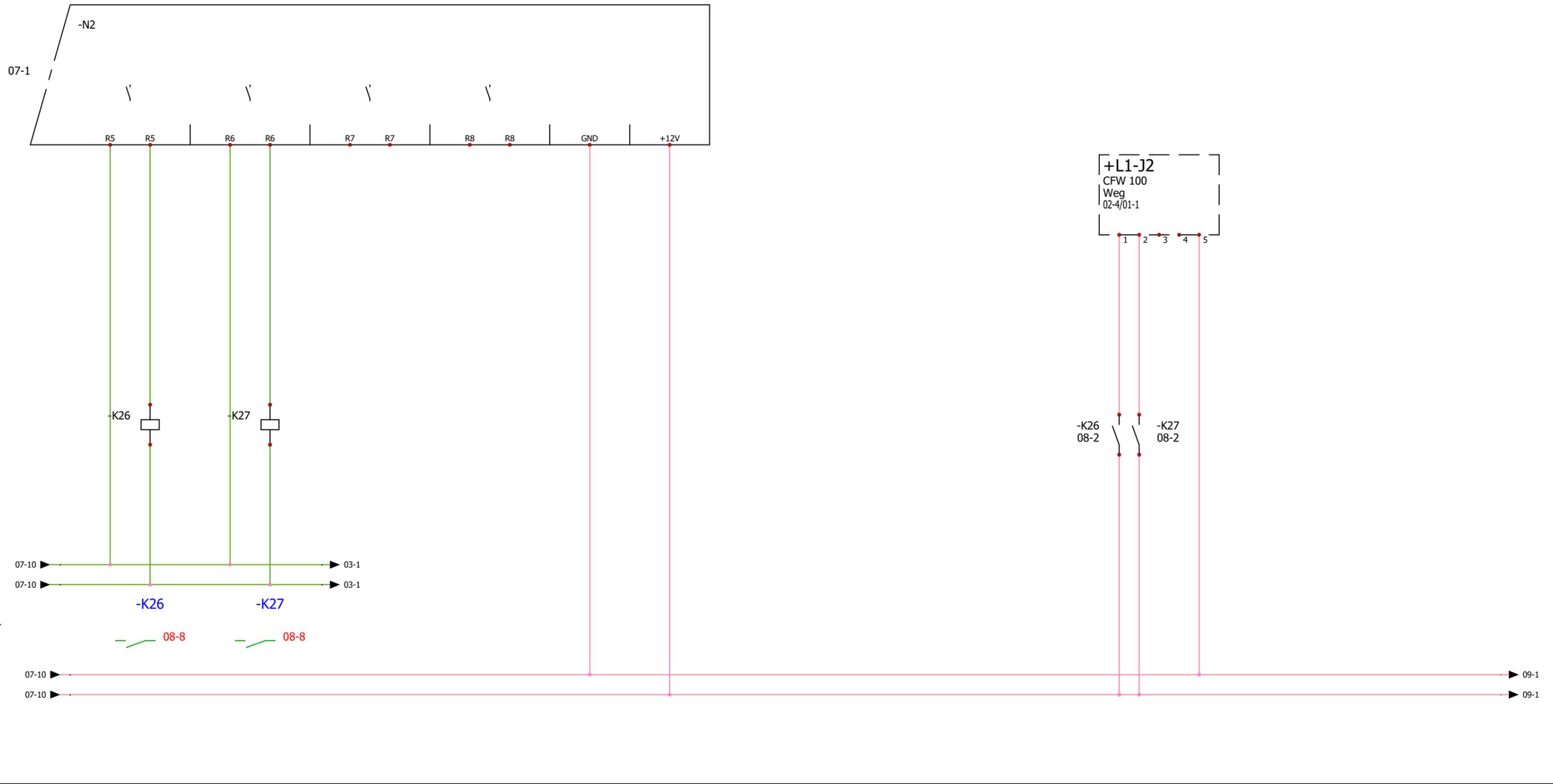
Contrato nº : 1

Situación:

+L3

Tablero de control

B-1610B-A-004 Rev00



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	08

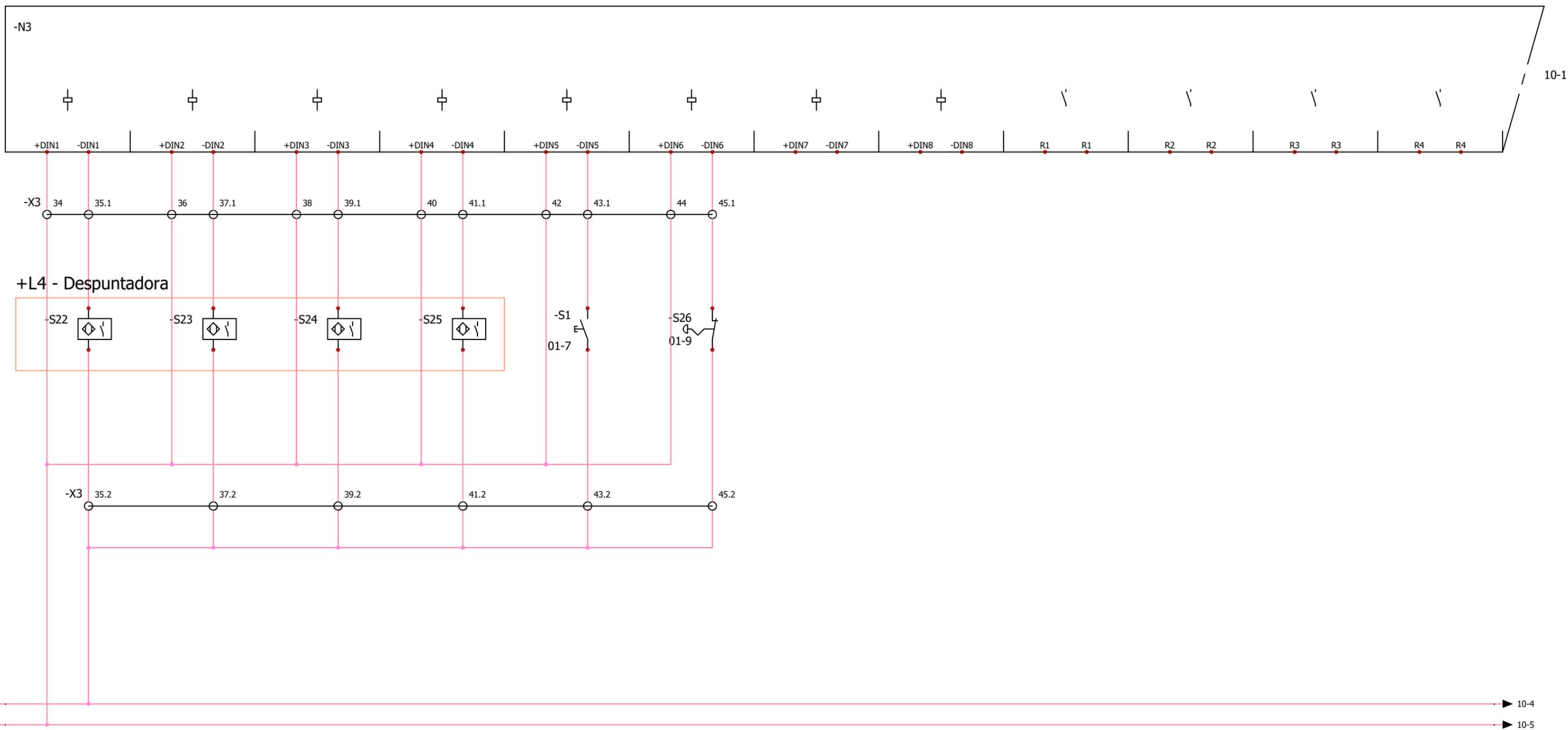
Contrato nº : 1

Situación: +L3

Tablero de control

B-1610B-A-005 Rev00

Módulo de expansión Slicetex STX 570A



08-10 → 10-4
08-10 → 10-5

Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	09

Contrato nº : 1

Situación:

+L3

Tablero de control

B-1610B-A-006 Rev00

1

2

3

4

5

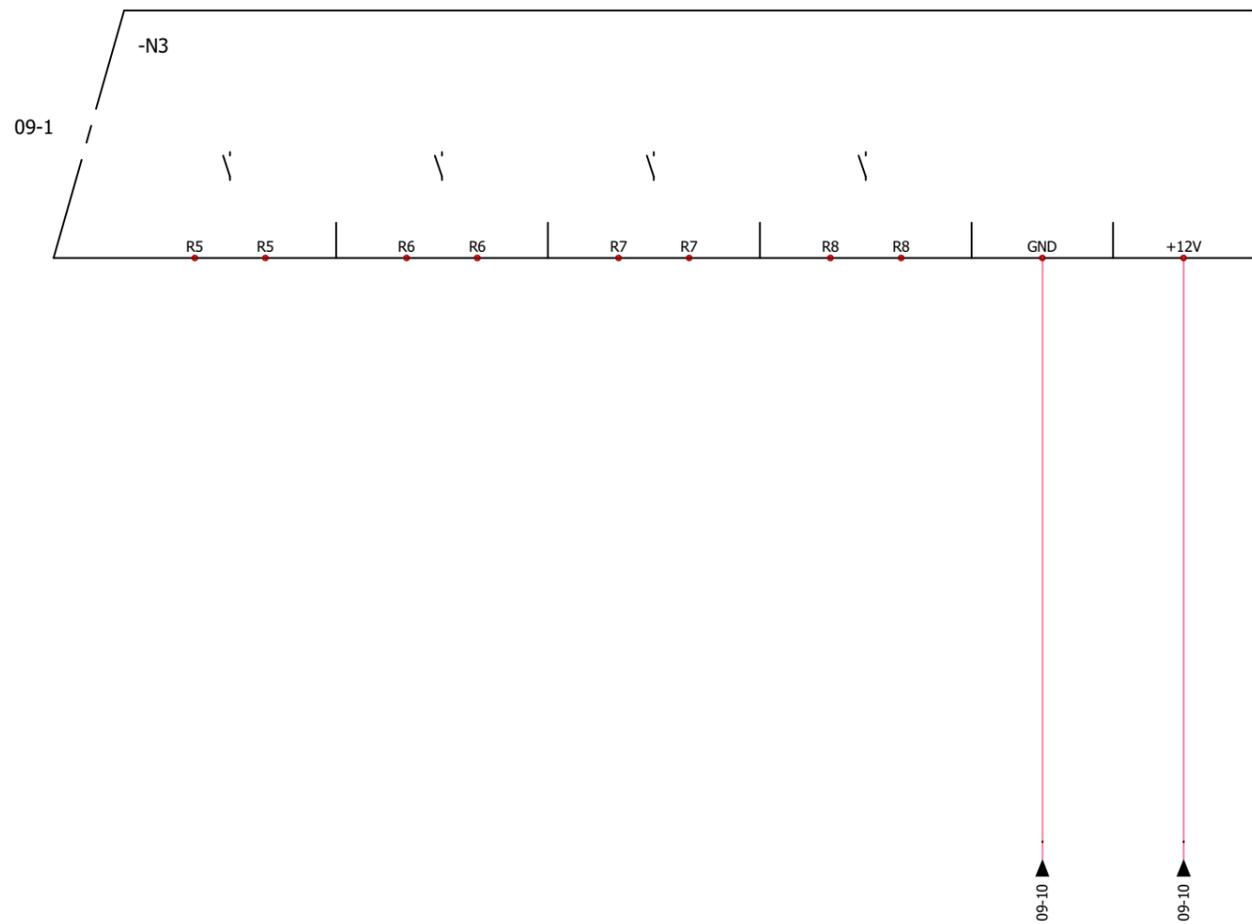
6

7

8

9

10



Petelín Andrés y Guy José

Despuntadora múltiple

				Índice
0	23/11/2016	Andrés Petelín		0
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Plano			Datos de usuario 2	10
B-1610B-A-007 Rev00				

Contrato nº : 1

Situación:

+L3

Tablero de control

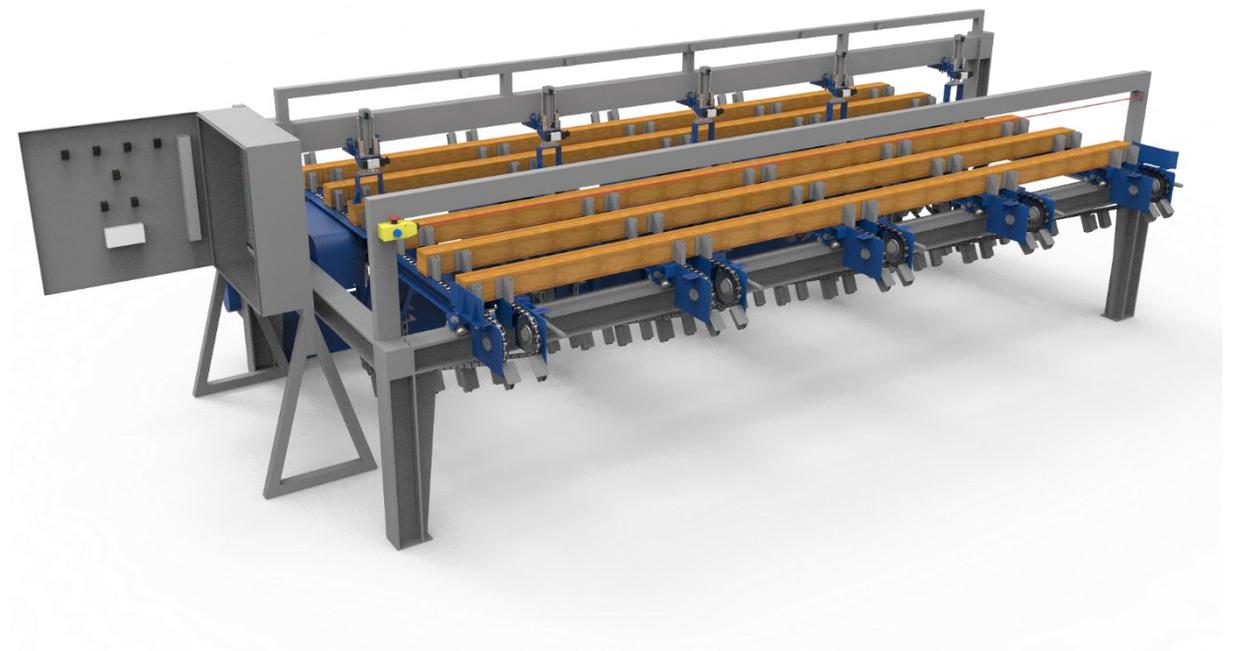
TOMO 2

Memorias de cálculo

- Mecánica 1
- Neumática 115
- Eléctrica 135
- Automatización 163

MEMORIAS DE CÁLCULO

MECÁNICA



Página en blanco.

Índice

1.	Mecánica del corte de la madera	7
1.1.	Introducción	7
1.2.	Diámetro de sierra necesario	8
1.3.	Selección de la sierra	9
1.4.	Cálculo de la velocidad de avance máxima	10
1.5.	Cálculo de la potencia de corte	11
1.6.	Verificación del volumen de garganta	13
1.7.	Brida de fijación	14
2.	Selección del motor de la sierra circular	14
3.	Cálculo de la transmisión a correa	15
4.	Cálculo del árbol de la sierra circular y verificación de la chaveta	20
4.1.	Cargas y tensiones.....	20
4.2.	Verificación de la resistencia.....	23
4.2.1.	Sección con el momento flector máximo	24
4.2.2.	Cambio de sección del alojamiento de la polea.....	27
4.2.3.	Chaveta de la transmisión a correas	31
5.	Verificación de los rodamientos del árbol de la sierra circular	32
6.	Mecanismo de ascenso.....	34
6.1.	Cálculo de fuerza a realizar por el cilindro elevador	34
6.1.1.	Posición chapa portante horizontal	35
6.1.2.	Posición inferior con cilindro retraído:	36
6.1.3.	Posición superior con cilindro extendido:.....	37
6.2.	Simulación del sistema neumático	37
6.3.	Selección del cilindro y accesorios	40
6.3.1	Verificación al pandeo.....	42
6.4.	Perno de anclaje del cilindro de elevación.....	44
6.4.1.	Verificación por carga estática	47
6.4.2.	Verificación por fatiga	47
7.	Verificación de la chapa portante.....	49
7.1.	Configuración del Modelo.....	49
7.1.1.	Cargas.....	49
7.1.2.	Vinculación de la pieza	50
7.2.	Resultados de simulación	50
7.3.	Verificación de las tensiones.....	51

8.	Cálculo y selección de los sujetadores.....	53
8.1.	Fuerza de apriete necesaria	53
8.2.	Selección del cilindro neumático	54
8.3.	Diseño del sistema.....	55
9.	Calculo de los puentes de corte	56
9.1.	Vinculación de la pieza	58
9.2.	Cargas.....	58
9.3	Hipótesis de cálculo 1	59
9.3.1	Cargas y solicitaciones	59
9.3.2.	Cálculo de tensiones en secciones críticas	60
9.3.3.	Verificación resistencia estática	65
9.3.4.	Verificación de deformaciones	65
9.3.5.	Verificación a fatiga	67
9.3.6	Análisis complementario mediante cálculo por elementos finitos	69
9.4.	Hipótesis de cálculo 2	70
9.5.	Apoyo y traslación de los puentes	73
9.5.1.	Verificación de los anclajes de los rodamientos.....	73
9.5.2	Verificación estática de los rodamientos.....	74
10.	Cálculo de la viga porta sujetadores.....	75
10.1.	Cálculo de deformaciones.....	75
10.1.1.	Flecha vertical	75
10.1.2	Ángulo de torsión	76
10.1.	Deformación del resto de la estructura y verificación por elementos finitos.....	76
10.2.	Verificación de la resistencia estática	77
10.3.	Verificación a fatiga de la unión soldada	78
11.	Verificación de la mesa.....	84
11.1.	Verificación de deformaciones.....	84
11.2.	Verificación de resistencia	85
11.3.	Diseño y verificación de las uniones soldadas de las esquinas de la mesa	86
11.3.1.	Cálculo de esfuerzos en los cordones.....	87
11.3.2.	Verificación a fatiga	87
12.	Diseño y cálculo del transporte de madera	88
12.1	Selección de las cadenas transportadoras.....	88
12.2.	Sistema de tensado	89
12.3.	Cálculo de la potencia del transporte	90
12.4.	Selección del motorreductor	92

12.5.	Cálculo de la transmisión a cadena	96
12.6.	Verificación de la velocidad de transporte	101
12.7.	Árbol de accionamiento.....	102
12.7.1	Verificación de la deformación angular	103
12.7.2	Verificación de la resistencia.....	104
12.7.3	Verificación de la chaveta	107
12.8.	Soporte del accionamiento del árbol de avance	108
13.	Nomenclatura	110
14.	Bibliografía	113

Página en blanco.

1. Mecánica del corte de la madera

1.1.Introducción

Para la correcta selección de las sierras circulares a utilizar en esta máquina, deben comprenderse las distintas características de las herramientas de corte. A continuación se describen los parámetros que influyen en el comportamiento de la sierra.

Materiales

Los materiales que se utilizan en las herramientas de corte son los aceros de alta velocidad (HSS), con insertos de metal duro como carburo de tungsteno (widia), de aleaciones nobles y de diamante policristalino; además de herramientas de cerámica. Las más usadas en la actualidad son las que tienen insertos de carburo de tungsteno.

Existen distintas calidades del carburo de tungsteno para distintas aplicaciones, ya que las que presentan mayor dureza también tienen la menor tenacidad. Empezando por la K 01 hasta la K 40, las primeras se utilizan en maderas duras y las últimas en maderas blandas.

Descripción de los dientes de corte

En el proceso de corte, cuando el diente apoya sobre la madera lo primero que hace es deformarla, luego, cuando supera el límite de rotura de la misma, la rompe y penetra dentro de ella. Cuando pasa el diente, la madera recupera la deformación y roza contra el lomo de diente. Para evitar o reducir ese rozamiento existe el ángulo libre que se muestra en la figura 1.1.

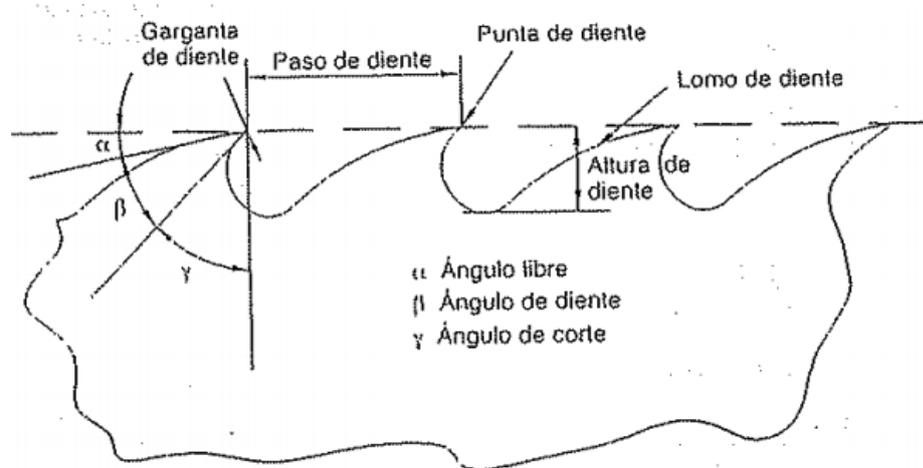


Figura 1.1 Características geométricas del diente

En maderas blandas la deformación es mayor que en maderas duras por lo que se necesita un ángulo libre o de desahogo mayor. También influye en el desalajo de la viruta arrancada.

El ángulo de diente influye en la vida del filo de la herramienta, por lo que cuanto más grande mejor. Finalmente, el ángulo de corte es con el cuál el diente se introduce en la madera, a mayor ángulo menos fuerza se necesita.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 7 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-----------------

En conclusión, debe existir una relación de compromiso óptima entre estos ángulos para cada dureza de madera, tipo de herramienta y velocidad de corte.

Como la sierra circular atraviesa la madera se debe prever un espacio donde alojar las virutas arrancadas y cortar un sobreancho, de manera que el cuerpo de la sierra no roce la madera.

El paso entre dientes y la altura de los mismos definen el volumen que aloja la viruta. La relación entre el paso y el alto suele oscilar el valor de 3. Cuando la madera es dura el espacio suele ser pequeño, y la altura del diente es baja para que no se rompa. Cuando la madera es blanda se busca un espacio grande para alojar la viruta implicando altura y paso entre dientes grandes.

Paso de las sierras

Tipo de corte y madera	Paso (mm)
Corte longitudinal madera blanda a semidura verde	50 a 80
Corte longitudinal madera seca, de blanda a semidura	40 a 50
Corte longitudinal madera seca, dura o a tableros no rechapados	30 a 35
Corte transversal o tableros rechapados	20
Tableros con recubrimientos plásticos	10 a 15

Figura 1.2 Pasos de sierras recomendados (Vignote Peña, 2006)

Esfuerzo de corte

Este parámetro se ve afectado por numerosas cuestiones que pertenecen a las características de la herramienta y de la madera. Entre las primeras se encuentran claramente el filo del diente y sus ángulos. Desde el punto de vista de la madera, los factores a considerar son la dirección de corte, la humedad, la densidad y el espesor de la mordida.

La dirección en que se realiza el corte afecta significativamente el esfuerzo de corte. La razón se debe a que la madera está formada por células cilíndricas de 0,5 a 2,5 mm de longitud por 2 a 8 μ m de diámetro. Por lo tanto, en la dirección de corte longitudinal el diente de la herramienta desprende las fibras de la madera, en cambio en la dirección transversal las corta para lo que necesita mucha más fuerza.

La humedad y la densidad afectan la dureza de la madera, mientras más seca y más densa sea, más dura será la madera.

1.2. Diámetro de sierra necesario

Los requerimientos de producción fijan las dimensiones máximas del material a cortar en 6" (153 mm) de ancho por 4" (102 mm) de espesor. El diámetro de la sierra debe ser tal que permita abarcar este tamaño de corte, inclusive ante pequeños errores de posicionamiento. Adicionalmente y como se observa en la figura 1.3, deberá permitir traspasar la estructura que sostiene la madera, teniendo en cuenta también las dimensiones del árbol motriz y la brida de fijación.

Considerando lo anterior, se fija como parámetro de diseño un diámetro de sierra de 400 mm. Descontando la madera, se tendrán unos 80 mm de radio disponibles para satisfacer las cuestiones mencionadas.

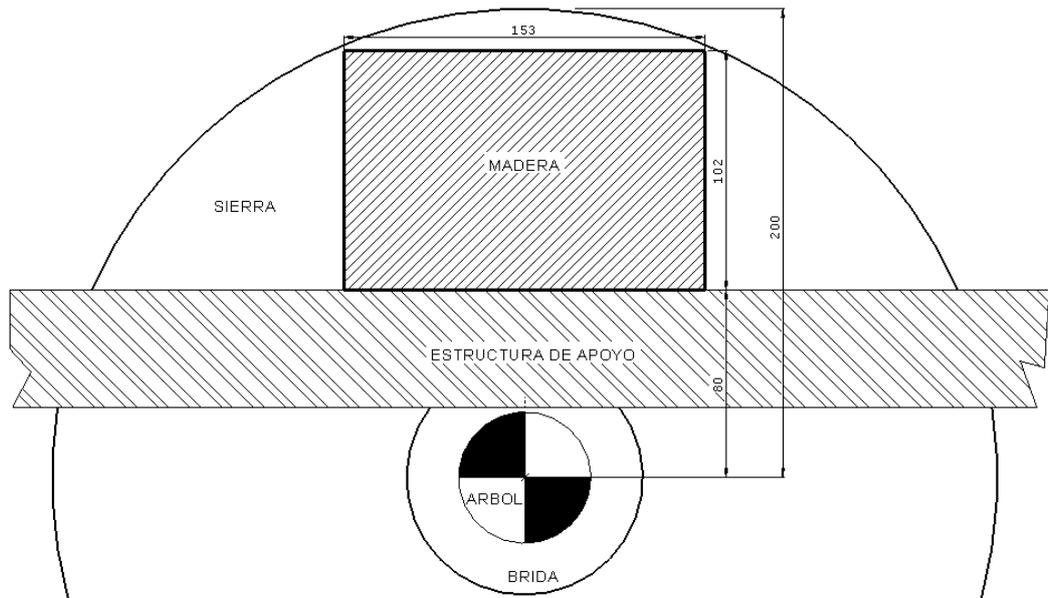


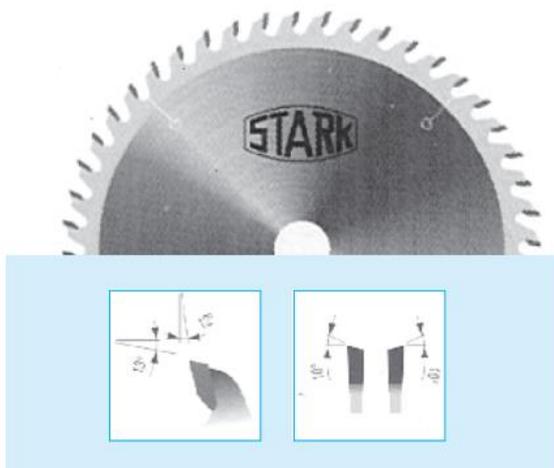
Figura 1.3 Tamaño de sierra necesario

1.3. Selección de la sierra

Con el diámetro de la hoja de la sierra definido, se procede a seleccionar una sierra del fabricante Frund Stark, considerando los conceptos de la sección 1.1 y las recomendaciones del fabricante en cuanto a construcción, materiales, paso, etc, de acuerdo a la aplicación del caso.

En los puentes de la despuntadora se colocan sierras de 400 mm de diámetro con placas de carburo de tungsteno (widia) de Frund Stark y cuerpo de acero templado. Se utiliza la hoja U04 universal, con un paso de 19 mm y 64 dientes con un espesor de 3,8 mm.

002 U04 UNIVERSALES (paso 19 mm)



	CÓDIGO	DIÁMETRO	ESPESOR	DIENTES	EJE
1	2-01-002-004	150	3,2	24	30
2	2-01-002-005	180	3,2	28	30
3	2-01-002-006	200	3,2	32	30
4	2-01-002-007	250	3,2	40	30
5	2-01-002-008	300	3,2	48	30
6	2-01-002-009	350	3,5	54	30
7	2-01-002-010	400	3,8	64	30
8	2-01-002-011	450	4,2	72	30

Se emplean para el corte general en maderas macizas a lo largo ó en contraveta.

Figura 1.4 Sierra seleccionada (Frund Stark, 2014)

1.4.Cálculo de la velocidad de avance máxima

Para lograr un corte adecuado, es necesario estimar cuáles son los límites de velocidad en los que puede hacerse incidir a la sierra sobre la madera.

La velocidad de avance de la sierra sobre el mazo de tablas puede expresarse como sigue:

$$A = \frac{m \cdot v}{p}$$

Siendo:

m : Mordida o coeficiente de avance es el espesor de corte que realiza cada diente, como puede observarse en la figura 1.5 [mm]

v : Velocidad tangencial de la sierra [m/s]

p : Paso entre dientes [mm]

Es decir, la velocidad de avance está dada por el espesor que corta cada diente por la cantidad de dientes que pasan por segundo.

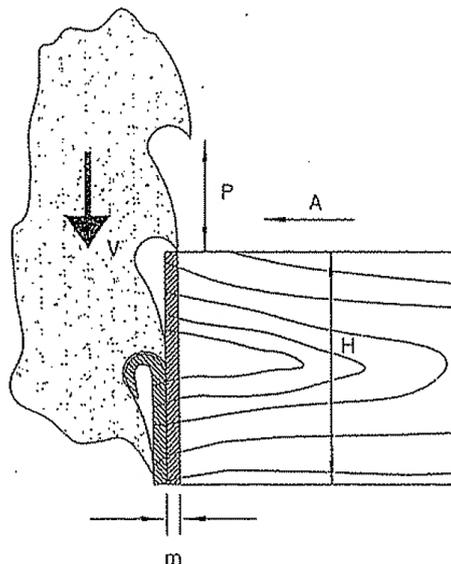


Figura 1.5 Variables del proceso de corte (Vignote Peña, 2006)

La mordida, o coeficiente de avance, influye en la calidad del corte de la máquina y en el esfuerzo que debe realizar cada diente. Una mordida pequeña, menor a 0,1 mm produce una calidad de corte muy buena, y se usa en trabajos muy finos. Una mordida entre 0,1 y 0,3 mm produce una calidad media, suficiente para trabajos de carpintería. Superando los 0,3 mm la calidad de corte ya es mala, pero el trabajo es muy rápido y se suele aconsejar en trabajos de aserradero.

En cuanto a la velocidad tangencial de la sierra v , el fabricante Frund Stark recomienda para corte transversal de maderas blandas, una velocidad periférica de 60 a 90 m/s, disminuyendo al aumentar la dureza de la madera. Como no se necesita una velocidad de corte muy elevada, debido al sistema de

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 10 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

ascenso de la sierra, se utiliza el límite inferior del intervalo mencionado, es decir 60 m/s. El coeficiente de avance que se recomienda en la figura 1.6 es análogo a la mordida medida en mm.

MATERIAL	VELOCIDAD PERIFÉRICA (V _p)	COEFICIENTE DE AVANCE (K)
Maderas blandas (corte longitudinal)	60-90	0,2-0,5
Maderas blandas (corte transversal)	60-90	0,1-0,3
Maderas duras (corte longitudinal)	50-85	0,1-0,3
Maderas duras (corte transversal)	50-85	0,1-0,2
Chapas finas	70-100	0,1-0,2
Tableros compensados	50-80	0,05-0,3
Tableros alistonados	40-80	0,05-0,3

Figura 1.6 Parámetros de corte para distintos materiales (Fruind Stak, 2014)

Por lo tanto la velocidad de avance máxima resulta, limitándose a una mordida de 0,1 mm:

$$A_{max} = \frac{0,1 \text{ mm} \cdot 60 \text{ m/s}}{19 \text{ mm}} = 0,3 \text{ m/s}$$

1.5.Cálculo de la potencia de corte

La potencia necesaria para el corte depende de la dureza de la madera y del volumen que debe cortar por unidad de tiempo.

$$P_{cm} = R \cdot S \cdot A [W]$$

Siendo:

R: Presión de resistencia de la madera [N/cm²]

S: Superficie de la madera en la que se ejerce presión [cm²]

A: Velocidad de avance [m/s]

Según Vignote Peña, el valor de resistencia R es muy similar al valor de la dureza Janka. Éste es un parámetro que se utiliza para conocer la resistencia que ofrece la madera a la penetración de cuerpos de mayor solidez y consistencia. El ensayo (IRAM 9570) consiste en penetrar la madera con una esfera de acero de 1,13 cm de diámetro hasta dejar una impronta de 1 cm², es decir hasta la mitad de su diámetro. El valor de la fuerza necesaria para realizar esto es la dureza Janka en Kg/cm². El proceso se realiza en las 6 caras de una probeta prismática y se obtienen los valores de dureza tangencial, radial y transversal o longitudinal.

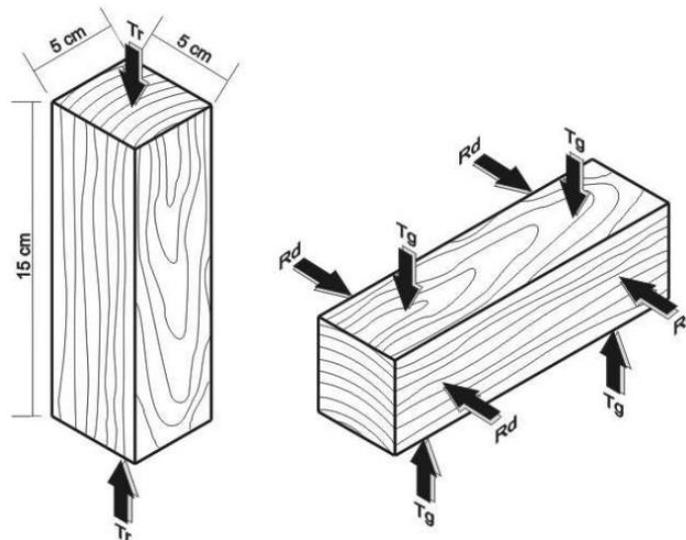


Figura 1.7 Posiciones de medición de la dureza Janka

Del Manual para productores de Eucaliptos (INTA, 1995) se obtiene una dureza Janka transversal de 358 Kg/cm^2 para el Eu. Grandis húmedo o verde, como se trabaja en el aserradero. Ya que de los tipos de madera que se eligen para el diseño de la despuntadora múltiple, el Eu. Grandis es el que presenta las mayores dificultades para el aserrado, según lo expresado en las fichas técnicas del INTI (Martinuzzi), se utiliza el valor mencionado como presión de resistencia de la madera.

La superficie donde se ejerce presión está dada por el ancho del diente de la sierra multiplicado por el ancho H de la tabla a cortar, que puede ser de hasta 15 cm en esta máquina. El ancho del diente b depende de la hoja de sierra seleccionada al igual que el paso.

Con estos valores se puede estimar la potencia que demanda el corte a velocidad de avance máxima:

$$P_{cm \max} = R \cdot S \cdot A = R \cdot H \cdot b \cdot A$$

Reemplazando, resulta:

$$P_{cm \max} = 3508 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 15 \text{ cm} \cdot 0,38 \text{ cm} \cdot 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6 \text{ KW}$$

Como la sierra sube a cortar el mazo de tablas gracias a un cilindro neumático, debe asegurarse que en la aceleración producida en el ascenso no se supere la velocidad de avance calculada. Si se supera la velocidad de avance aumenta la potencia demandada ya que se incrementa la mordida y, consecuentemente, la fuerza que debe hacer cada diente que pasa. Si la potencia demandada supera la disponible por el motor, la sierra se frena.

Como se verá en la sección 6, la velocidad de ascenso del cilindro tiene un valor máximo de $0,179 \text{ m/s}$, debido a la utilización de válvulas reguladoras de caudal. La potencia en la sierra circular necesaria para cortar el mazo resulta entonces menor a la calculada anteriormente:

$$P_{cm} = 3508 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 15 \text{ cm} \cdot 0,38 \text{ cm} \cdot 0,179 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 3,58 \text{ KW}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 12 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Propiedad	Norma	Eucalyptus grandis		E.dunnii	E. saligna
		Seco al aire (14-17 % de Humedad)	Verde	Seco al aire	Seco al aire
Flexión estática : Módulo de ruptura	ASTM D 143 Kg/cm ²	731	582	854	866
Tensión en el límite	Kg/cm ²	519	340	467	547
Módulo de elasticidad	Kg./cm ²	98.345	69.192	116.093	117.161
Compresión paralela: Tensión de rotura	ASTM D 143 Kg/cm ²	342	242	330	404
Tensión en el límite	Kg/cm ²	257	181	239	301
Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	150.534	118.461	121.555	149.554
Compresión perpendicular: Tensión de rotura	ASTM D 143 Kgm/cm ²	80,78	71,03	-	-
Flexión dinámica: Trabajo absorbido	IRAM 9546 Kgm	1,55	2,49	2,67	2,80
Coef. de resilicencia	Kg/cm ²	1,123	1,93	-	-
Dureza Janka: Transversal	IRAM 9570 Kg/cm ²	450	358	ASTM 540	ASTM 590
Tangencial	Kg/cm ²	290	287	447	392
Radial	Kg/cm ²	285	250	392	387

Figura 1.8 Propiedades de la madera (INTA, 1995)

1.6.Verificación del volumen de garganta

Como se indicó anteriormente, debe verificarse que el volumen de aserrín que puede contener cada garganta de la sierra sea mayor que el que corta cada diente

El volumen que puede contener la garganta es, aproximadamente:

$$V_g = \frac{b \cdot p \cdot A_d}{3 \cdot 1,75} = \frac{3,8 \text{ mm} \cdot 19 \text{ mm} \cdot A_d}{3 \cdot 1,75}$$

El factor 1,75 está dado aproximadamente por la forma del diente y el valor de 3 se incluye porque el volumen de la viruta es unas tres veces mayor que el de la madera maciza (Vignote Peña, 2006).

El fabricante no especifica el alto del diente, pero según (Vignote Peña, 2006) la relación entre el paso y el alto del diente suele ser de 3, por lo tanto:

$$V_g = \frac{3,8 \text{ mm} \cdot 19 \text{ mm} \cdot \frac{19}{3} \text{ mm}}{3 \cdot 1,75} = 87 \text{ mm}^3$$

Este volumen debe ser mayor que el volumen que come un diente, si no éste no corta y se produce solamente un rozamiento entre la sierra y la madera. El volumen que come un diente se calcula como:

$$V_{cd} = b \cdot m \cdot H$$

$$V_{\text{corte diente}} = 3,8 \text{ mm} \cdot 0,1 \text{ mm} \cdot 100 \text{ mm} = 38 \text{ mm}^3$$

De manera que se verifica la relación y, por otra parte, refuerza la necesidad de realizar una mordida pequeña ya que al aumentar ésta se llega rápidamente al volumen de garganta.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 13 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

1.7. Brida de fijación

La brida de fijación de la hoja, según el fabricante de hojas Pilana, debe tener un diámetro mínimo según:

$$D_b \geq 5\sqrt{D} = 5\sqrt{400} = 100 \text{ mm}$$

Con el objetivo de evitar el alabeo de la sierra circular. Por razones constructivas, a fin de cortar la mayor cantidad de tablas posibles por operación, se colocan bridas de 100 mm de diámetro.

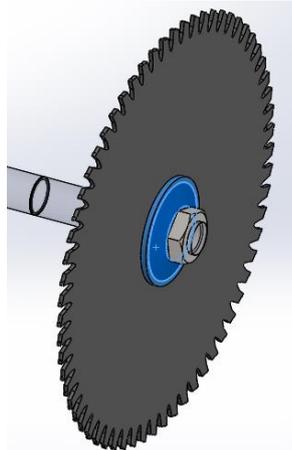


Figura 1.9 Sierra de 400 mm y brida de 100 mm

2. Selección del motor de la sierra circular

La sierra circular es accionada por un motor mediante una transmisión a correa, por lo tanto, a partir de la potencia calculada en 1.5 y si se considera un rendimiento de transmisión de 0,9, se tiene que la potencia del motor debe ser de 4 KW o 5,5 HP. Considerando la velocidad de corte necesaria se selecciona un motor de dicha potencia marca Weg de 2 polos, 2900 rpm y carcasa estándar IEC 112M, en la figura 2.1, se muestra la hoja de datos del mismo.

Las características técnicas como dimensiones y curvas de funcionamiento se agregan en el anexo mecánica.

Cliente	:	
Línea del producto	:	W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3

Carcasa	:	112M
Potencia	:	4 kW
Frecuencia	:	50 Hz
Polos	:	2
Rotación nominal	:	2900 rpm
Deslizamiento	:	3,33 %
Voltaje nominal	:	380/660 V
Corriente nominal	:	7,89/4,55 A
Corriente de arranque	:	60,8/35,0 A
Ip/In	:	7,7
Corriente en vacío	:	3,05/1,76 A
Par nominal	:	13,2 Nm
Par de arranque	:	290 %
Par máxima	:	350 %
Categoría	:	---
Clase de aislación	:	F
Elevación de temperatura	:	80 K
Tiempo de rotor bloqueado	:	22 s (caliente)
Factor de servicio	:	1,00
Régimen de servicio	:	S1
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C
Altitud	:	1000 m
Protección	:	IPW55
Masa aproximada	:	41 kg
Momento de inercia	:	0,00803 kgm ²
Nivel de ruido	:	64 dB(A)

	Delantero	Trasero	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
Rodamiento	6207 ZZ	6206 ZZ	100%	0,86	89,5
Intervalo de lubricación	---	---	75%	0,80	89,1
Cantidad de grasa	---	---	50%	0,69	88,1

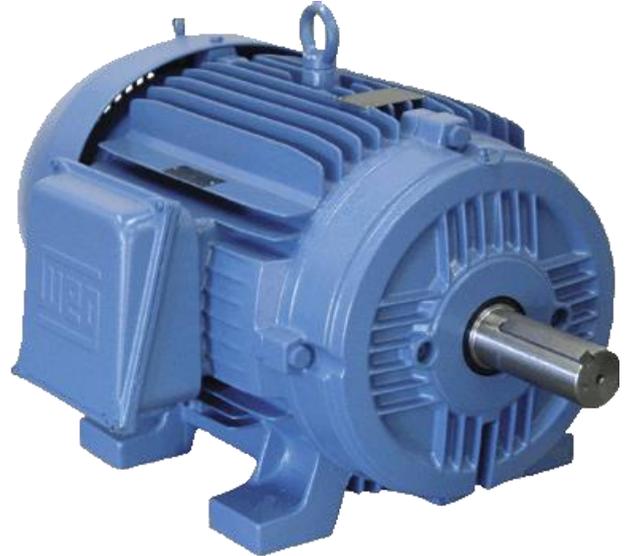


Figura 2.1 Motor seleccionado

3. Cálculo de la transmisión a correa

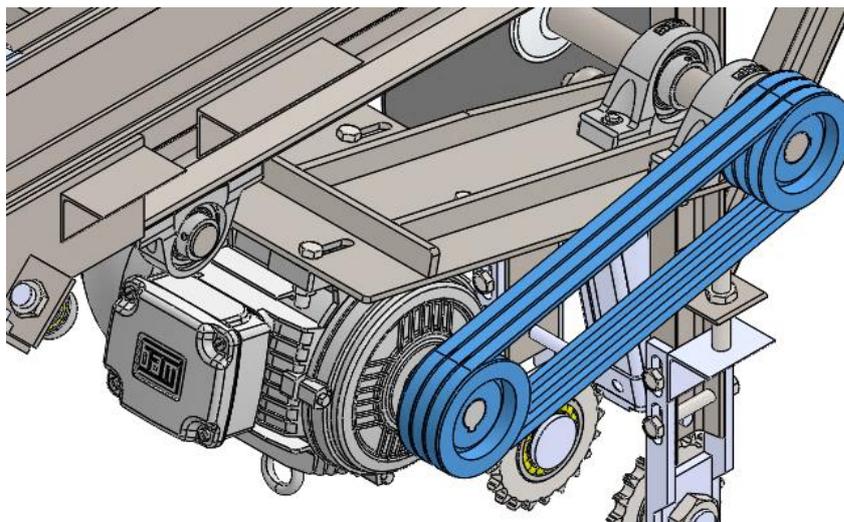


Figura 3.1 Detalle de la transmisión a correa

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 15 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

A continuación se detalla el procedimiento de selección y cálculo de la transmisión a correas que acopla el motor con el eje de la sierra circular de cada puente.

La potencia transmitida por la correa, se debe corregir según el tipo de carga y un arco de contacto distinto de 180°.

$$P_{cc} = P_{motor} \cdot F_{cp}$$

Siendo F_{cp} un factor de corrección de potencia que se obtiene de la figura 3.2 correspondiente al catálogo de correas del fabricante Dunlop (Correas Dunlop).

Para un motor a de corriente alterna a jaula de ardilla, un servicio normal de 8 a 15 hs diarias y una máquina tipo máquina herramienta, el factor de corrección a utilizar es de 1,2.

$$P_{cc} = 5,5 \text{ HP} \cdot 1,2 = 6,6 \text{ HP}$$

Con la potencia corregida y la velocidad de la polea menor de 2900 rpm, igual en este caso que el de la polea conducida, se obtiene de la figura 3.3 una sección de polea recomendada por Dunlop de tipo A.

Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida	Motores de corriente alterna, torque normal, a jaula de ardilla, sincrónicos; fase partida. Motores de corriente continua, bobinado en shunt. Máquinas de combustión interna; cilindros múltiples.			Motores de corriente alternada, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y anillado colector. Motores de corriente continua, bobinado en serie y bobinado compound. Máquina a combustión interna; monocilíndrica. Ejes en línea. Arranque directo y con embrague.		
	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias
Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrifugas. Sopladores hasta 10 HP. Transportadores livianos.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cintas transportadoras para arena, granos, etc. Mezcladores de panadería. Sopladores de más de 10 HP, generadores. Línea a ejes (ejes principales), máquinas de lavaderos, máquinas herramienta, punzadoras, prensa, guillotinas, bombas rotativas positivas. Máquinas de imprenta, zarandas vibradoras y giratorias.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Máquina de ladrillos y cerámicas, elevadores a cangilones. Generadores y excitatrices. Compresores a pistón, transportadores, molinos a martillos, molinos batidores para papel, bombas a pistón, sopladores positivos. Pulverizadores, desmenuzadoras, sierras y máquinas para elaboración de madera, máquinas textiles.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6

Figura 3.2 Factor de corrección de potencia (Correas Dunlop)

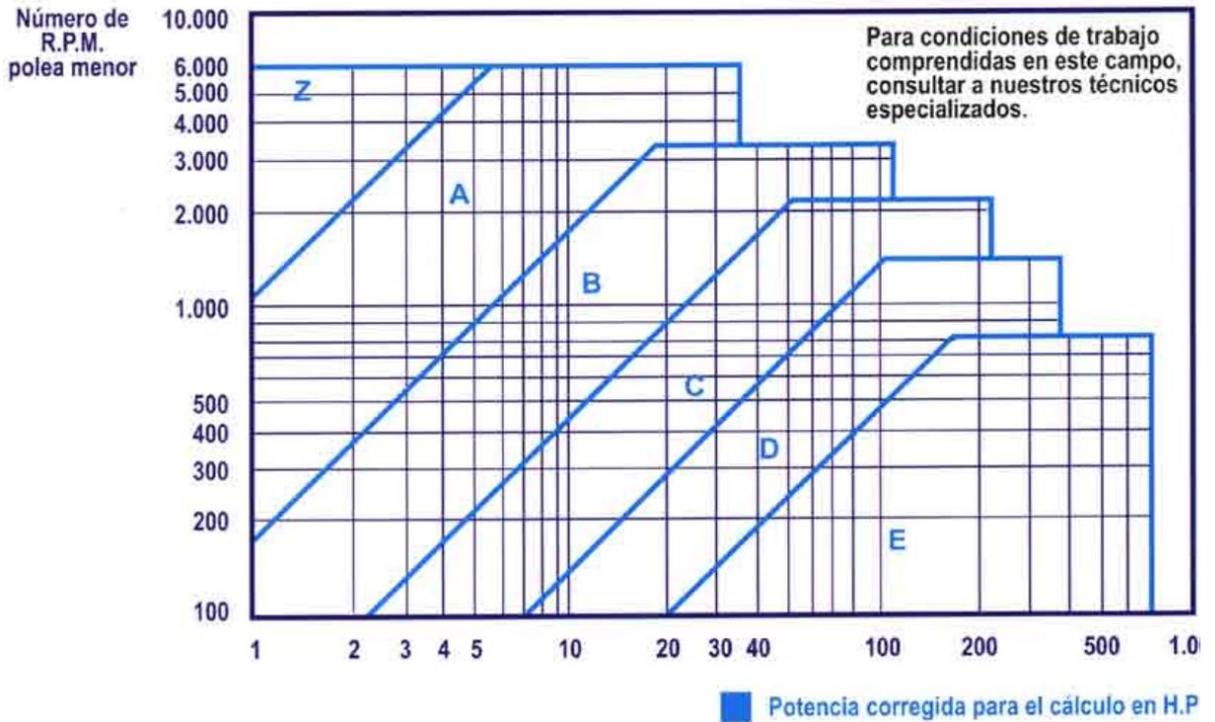


Figura 3.3 (Correas Dunlop)

El diámetro primitivo mínimo especificado para poleas A es de 71 mm, según la figura 3.4

0 mm	Z	A	B	C
50				
53				
56				
60	•			
63	••			
67	•			
71	••	•		
75	•	•		
80	••	•		
90	•	••		

Figura 3.4 Diámetros primitivos especificados (Correas Dunlop)

Como al aumentar el diámetro, aumenta la vida útil de la correa, se colocan las poleas más grandes posibles que permite el diseño del puente de la despuntadora múltiple. Por lo tanto se seleccionan poleas de 110 mm, que poseen un diámetro primitivo de 103,65 mm. Para especificaciones de poleas ver anexo mecánica.

Con una distancia entre centros de poleas de 375 mm, la longitud de la correa, teniendo en cuenta las distancias a dejar por el estirador para la instalación y el correcto estiramiento, resulta en 32", es decir, 853 mm de longitud primitiva nominal.

Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)
15	-	414	-
16	-	439	-
17	-	465	-
18	482	490	-
19	508	516	-
20	533	541	-
21	558	566	-
22	584	592	-
23	609	618	-
24	635	641	-
25	660	670	-
26	685	694	-
27	711	718	-
28	735	756	-
29	762	774	771
30	787	794	796
31	812	822	822
32	838	853	859

Figura 3.5 Longitud primitiva nominal (Correas Dunlop)

Las distancias de instalación y estiramiento mencionadas se especifican en la figura 3.6. Teniendo, para polea A, una distancia mínima para montaje de 19 mm y un desplazamiento mínimo del tensor de 25 mm.

Desplazamiento (a) mínimo para el montaje de la correa (mm)							
l (mm) distancia entre centros	Z	A	B	C	D	E	Desplazamiento (b) mínimo del tensor (mm)
500 % 1000	15	19	25	-	-	-	25
1001 % 1500	15	19	25	38	-	-	38
1501 % 2500	19	19	32	38	-	-	51
2501 % 3000	-	25	32	38	-	-	63
3001 % 4000	-	25	38	38	51	-	75
4001 % 5000	-	-	-	51	51	63	90
5001 % 6000	-	-	-	51	51	63	101
6001 % 7000	-	-	-	51	63	63	113
7001 % 8500	-	-	-	51	63	76	127
8501 % 10500	-	-	-	51	63	76	152
> 10501	-	-	-	-	76	90	1,5 % 1

Figura 3.6 (Correas Dunlop)

Como la frecuencia de flexión de la correa es inversamente proporcional a su longitud, se establece un factor de corrección por largo que realiza las compensaciones apropiadas en cuanto a prestaciones de potencia se refiere.

De la figura 3.7, para correa sección A y longitud 32", el factor de corrección por largo es de 0,84.

Longitud correa	Z	A	B	C
16	0.80	-	-	-
24	0.83	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-
31	0.89	0.84	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-
38	0.93	0.88	0.83	-
42	0.95	0.90	0.85	-
46	0.97	0.92	0.87	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80
55	1.00	0.96	0.90	0.81

Figura 3.7 Factor de corrección por largo (Correas Dunlop)

Cuando el arco de contacto es menor a 180° se debe determinar un factor de corrección por arco de contacto. En este caso, como la relación de transmisión es unitaria, el factor mencionado no se tiene en cuenta.

La potencia que puede transmitir cada correa se determina de la figura 3.8, para correas de sección A, diámetro primitivo de 103,65 mm y velocidad angular del piñón de 2900 rpm.

Nº R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)												
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)												
	66	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127
2200	0.76	1.02	1.28	1.53	1.78	2.02	2.26	2.50	2.74	2.97	3.19	3.42	3.64
2400	0.79	1.07	1.34	1.61	1.88	2.14	2.39	2.65	2.89	3.14	3.38	3.61	3.84
2600	0.81	1.11	1.40	1.69	1.97	2.24	2.51	2.78	3.04	3.29	3.54	3.78	4.02
2800	0.83	1.14	1.45	1.75	2.05	2.34	2.62	2.90	3.17	3.43	3.69	3.94	4.18
3000	0.84	1.17	1.49	1.81	2.12	2.42	2.72	3.00	3.28	3.55	3.81	4.07	4.31

Figura 3.8 Potencia transmitible por cada correa (Correas Dunlop)

La prestación base es de 2,95 HP de manera que la potencia efectiva por correa es:

$$P_e = P_b \cdot F_{cl} = 2,95 \text{ HP} \cdot 0,84 = 2,48 \text{ HP}$$

La cantidad de correas necesarias resulta entonces de:

$$\frac{P_{cc}}{P_e} = \frac{6,6 \text{ HP}}{2,48 \text{ HP}} = 2,66$$

Por lo tanto **se colocan 3 correas número 32 de sección A para transmitir la potencia del motor a la sierra circular.**

4. Cálculo del árbol de la sierra circular y verificación de la chaveta

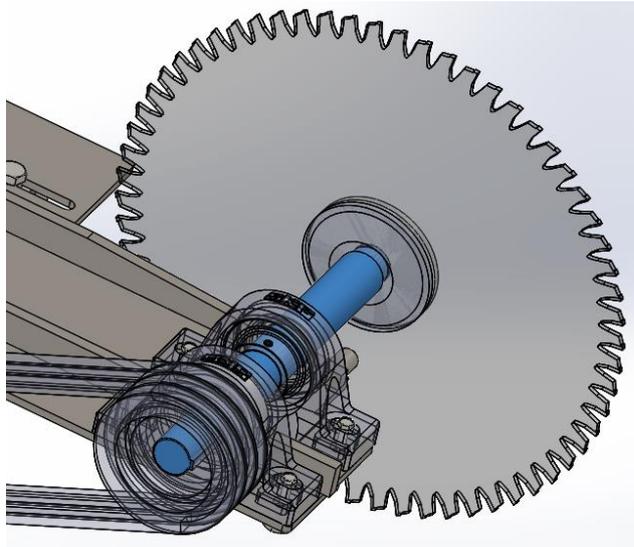


Figura 4.1 Detalle del árbol de la sierra

4.1. Cargas y tensiones

Cuando la sierra realiza el corte sobre la madera, como se indica en el capítulo 1, el esfuerzo es tangencial a la misma. Por lo tanto, por la acción de corte, el eje está sometido a una carga de torsión constante entre la sierra y la polea de transmisión. Además, las fuerzas de reacción de la madera respecto a la sierra y la tensión de las correas imprimen, en ambos extremos, esfuerzos de flexión en el eje.

A potencia nominal, considerando que toda la potencia del motor (4 KW) se transmite a la sierra circular que gira a 2900 rpm, se tiene, un momento torsor en el eje de:

$$Mt = \frac{4000 \text{ W}}{304 \frac{\text{rad}}{\text{s}}} = 13,2 \text{ Nm} = 134,7 \text{ Kgcm}$$

La fuerza que ejercen las correas sobre el eje resulta:

$$Fc = \frac{Mt}{Dp/2} = \frac{13,2 \text{ Nm}}{\frac{(110 - 6,35)}{2} \text{ mm}} = 255 \text{ N} = 26 \text{ Kg}$$

Siendo Dp el diámetro primitivo de las poleas, que se obtiene de restar a 6,35 mm al diámetro externo. Ver anexo mecánica.

La fuerza de reacción de la madera sobre el eje, con la sierra circular de 400 mm de diámetro, es:

$$Ft = \frac{Mt}{Ds/2} = \frac{13,2 \text{ Nm}}{\frac{400}{2} \text{ mm}} = 66 \text{ N} = 6,73 \text{ Kg}$$

Las direcciones de ambas fuerzas se encuentran en distintos planos, la reacción de la madera Ft frente a los dientes de la sierra se puede considerar siempre horizontal, como se observa en la figura 4.2. En cambio, la fuerza que ejerce la correa Fc siempre apunta en dirección al eje del motor y, por lo tanto,

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 20 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

la posición relativa respecto a F_t varía con la posición del cilindro elevador. Entonces, para el cálculo del eje se utiliza la condición más desfavorable que se da cuando el ángulo entre ambas fuerzas es el menor, es decir, cuando la sierra empieza a surgir desde debajo del puente. En dicho caso el ángulo entre ambas fuerzas es de 14° .

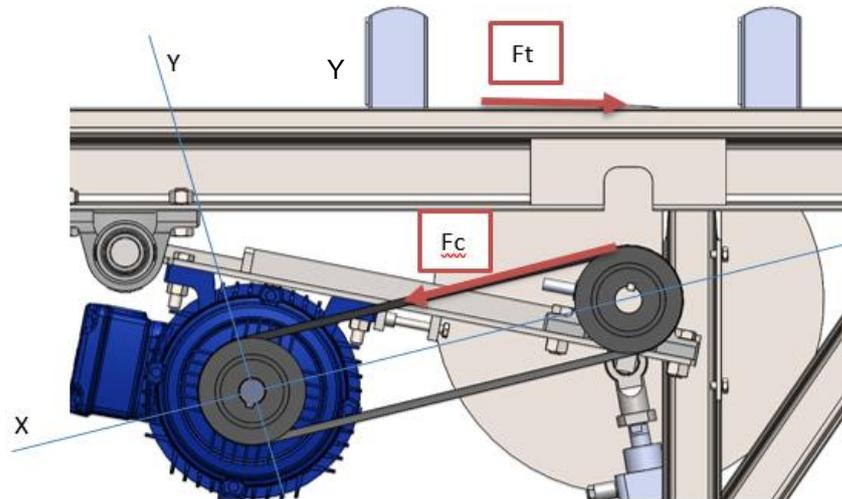


Figura 4.2 Cargas aplicadas al árbol

Si se traza un eje X en la dirección de la F_c y el eje Y perpendicular al mismo y se descompone F_t en la dirección de X e Y, se tiene:

$$F_{t_x} = F_{ts} \cdot \cos 14 = 6,73 \text{ Kg} \cdot \cos 14 = 6,5 \text{ Kg}$$

$$F_{t_y} = F_{ts} \cdot \sin 14 = 6,73 \text{ Kg} \cdot \sin 14 = 1,6 \text{ Kg}$$

El diagrama de cargas en la dirección del eje X se observa en la figura 4.3.

El ajuste de la sierra se realiza mediante una tuerca, de manera que se produce un esfuerzo de tracción en el extremo del mismo. Sin embargo, considerando el pequeño valor del par transmitido y el ajuste automático de la tuerca cuando la sierra tiende a frenarse, no es necesario realizar una precarga considerable en el ajuste de la sierra y el esfuerzo de tracción en el extremo del eje es despreciable.

Por condiciones de equilibrio se obtienen las reacciones en los rodamientos R1 y R2 en la dirección del eje x:

$$\sum M_A = 0 \text{ y } \sum F = 0$$

$$R1 = 52 \text{ Kg}$$

$$R2 = 32,4 \text{ Kg}$$

En primer lugar se calcula el momento flector máximo y el momento torsor al cual está sometido dicho árbol.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 21 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

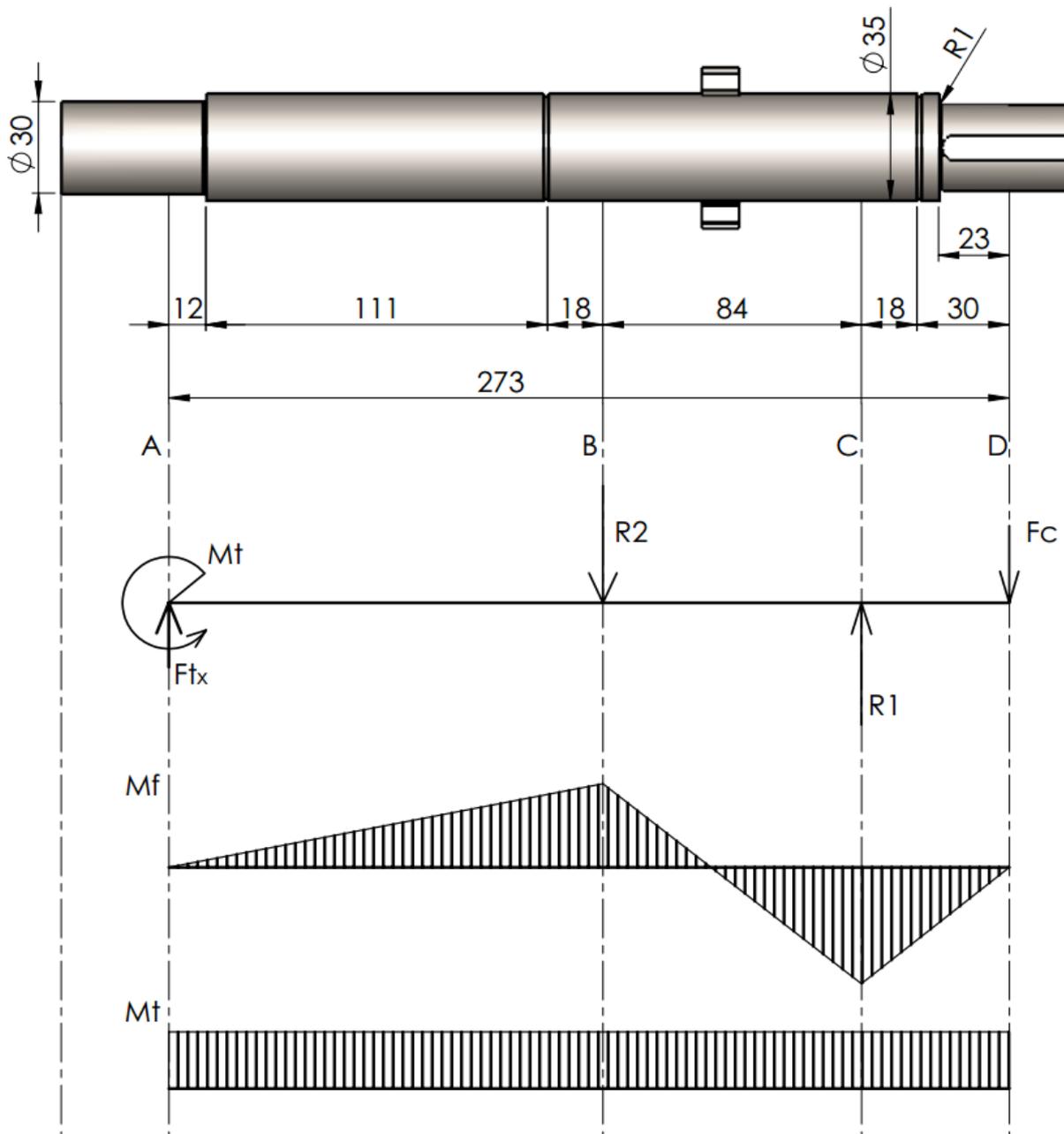


Figura 4.3 Diagrama de cargas y esfuerzos del árbol de la sierra

Como se observa en la figura 4.3 solicitaciones, el máximo momento flector se encuentra en la sección C, que es la posición del rodamiento del lado de la patea y que presenta una reacción R1. Su valor es de:

$$Mf_c = 124,8 \text{ Kgcm}$$

Esta sollicitación de flexión tiene una variación de tipo simétrica ya que oscila entre valores positivos y negativos al girar el árbol.

Por otro lado, como se observa en el diagrama momentos, el momento torsor es constante a lo largo del eje y tiene el valor calculado previamente de:

$$Mt = 134,7 \text{ Kgcm}$$

La variación de esta sollicitación es de tipo pulsante ya que aumenta desde cero hasta valores positivos, situación que se da principalmente en el momento del inicio del corte.

4.2.Verificación de la resistencia

Debido a que en la sección C se encuentra el máximo momento flector se realiza una verificación estática y a fatiga en dicha sección. También se verifica el eje en el cambio de sección de 28 mm a 35 mm, por la concentración de tensiones que se genera. En el resto de las secciones no se realizan verificaciones por el bajo valor de las sollicitaciones presentes.

Se utiliza para la confección del eje un acero SAE 1010 laminado en caliente que posee una resistencia a la rotura $\sigma_r = 320 \text{ MPa} = 3260 \text{ kg/cm}^2$ y una tensión de fluencia $\sigma_f = 180 \text{ MPa} = 1840 \text{ kg/cm}^2$, según puede verse en la figura 4.4.

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131

Figura 4.4 Propiedades mecánicas de los aceros (Shigley, 2008)

En primer lugar se designa un coeficiente de seguridad mínimo que debe tener la pieza para fatiga y otro para carga estática. Según Stiopin (1968) éste se llama coeficiente de seguridad normativo η y está compuesto por otros tres coeficientes parciales:

η_1 : Se aplica tanto para fatiga como para carga estática. Tiene en cuenta el posible error al determinar las cargas y tensiones. Oscila entre 1,2 y 3. En este caso se considera igual a 1,2 ya que las cargas se calculan partiendo de la potencia del motor y el mismo probablemente presente algún grado de sobredimensionamiento.

η_2 : Para fatiga, este coeficiente tiene en cuenta el tamaño de la pieza y la homogeneidad del material. Oscila entre 1,5 y 2. Se considera igual a 1,5 ya que es un acero homogéneo, poco aleado y no presenta dimensiones exageradas. Para cargas estáticas cuantifica la homogeneidad del material y su sensibilidad a los posibles defectos de mecanización. Se obtiene de tabla 2.5 de Stiopin, para relación entre tensión de fluencia y tensión de rotura $\sigma_f/\sigma_r = 180 \text{ MPa}/320 \text{ MPa} = 0,56$. Su valor es 1,45.

σ_f / σ_r	0,45 ÷ 0,55	0,55 ÷ 0,7	0,7 ÷ 0,9
η_2	1,2 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,8	1,7 ÷ 2,2

Figura 4.5 (Stiopin, 1968)

η_3 : Éste también se aplica tanto para fatiga como para carga estática. Tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza. Varía entre 1 y 1,5. Como el árbol presenta un grado de importancia tal que su rotura implica la salida de servicio de un puente se toma 1,2.

Coeficiente de seguridad normativo η_f a fatiga:

$$\eta_f = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 1,2 \cdot 1,55 \cdot 1,2 = 2,2$$

Coeficiente de seguridad normativo η_e a carga estática:

$$\eta_e = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 1,2 \cdot 1,45 \cdot 1,2 = 2,1$$

4.2.1. Sección con el momento flector máximo

En primer lugar se calculan las tensiones características en función del tipo de ciclo.

Los módulos resistentes de la sección circular son:

$$\text{A flexión: } W_{fc} = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi(3,5 \text{ cm})^3}{32} = 4,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{A torsión: } W_{tc} = \frac{\pi D^3}{16} = \frac{\pi(3,5 \text{ cm})^3}{16} = 8,4 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto la tensión amplitud por flexión para ciclo simétrico en la sección C es:

$$\sigma_{Ac} = \frac{M_{fac}}{W_{fc}} = \frac{M_{fmaxc}}{W_{fc}} = \frac{124,8 \text{ Kgcm}}{4,2 \text{ cm}^3} = 29,7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

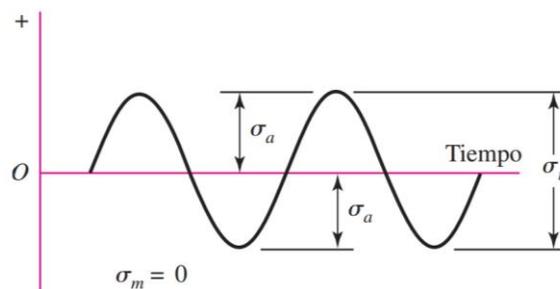


Figura 4.6 Cargas variables de tipo simétrico (Shigley, 2008)

Donde M_{fac} es el momento flector amplitud que es igual a M_{fmaxc} por ser ciclo simétrico.

Las tensiones amplitud y media por torsión para ciclo pulsante en la sección C son:

$$\tau_{ac} = \tau_{mc} = \frac{Mt_a}{W_{tc}} = \frac{Mt_{max}}{2W_{tc}} = \frac{134,7 \text{ Kgcm}}{2 \cdot 8,4 \text{ cm}^3} = 8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

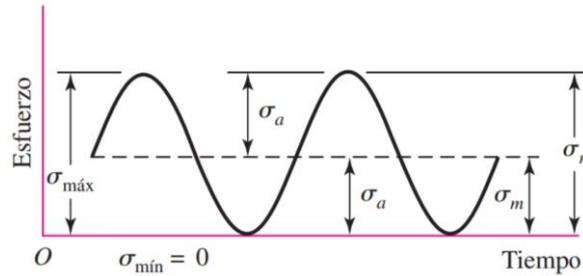


Figura 4.7 Ciclo pulsante (Shigley, 2008)

Por considerarse ciclo pulsante $\tau_{ac} = \tau_{mc}$ y el momento torsor amplitud es igual a la mitad del momento torsor máximo del ciclo: $Mt_a = Mt_{max}/2$.

A fin de calcular los límites de resistencia a la fatiga se utiliza el criterio de I. Mirolubov:

$$\text{Límite de resistencia a la fatiga a flexión: } \sigma_{-1} = 0,55 \cdot \sigma_r = 0,55 \cdot 3260 \frac{kg}{cm^2} = 1790 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Límite de resistencia a la fatiga en corte: } \tau_{-1} = 0,55 \cdot \sigma_{-1} = 0,55 \cdot 1790 \frac{kg}{cm^2} = 985 \frac{kg}{cm^2}$$

Por otro lado, la resistencia a la fluencia de corte para cualquier material dúctil, según la teoría de la energía de distorsión o teoría de Von Mises, es: $\tau_f = 0,577 \cdot \sigma_f = 0,577 \cdot 1840 \frac{kg}{cm^2} = 1062 \frac{kg}{cm^2}$.

Para calcular los coeficientes de seguridad a la fatiga para flexión y torsión se utilizan los siguientes coeficientes definidos según Stiopin:

K_σ : Coeficiente por la influencia de concentradores de tensiones. Como en esta sección no se encuentran concentradores de tensión se utiliza $K_\sigma = 1$.

K_τ : Coeficiente por la influencia de concentradores de tensiones para la torsión. Por la misma razón que en el caso anterior se adopta $K_\tau = 1$.

ϵ_σ y ϵ_τ : Coeficientes por las dimensiones absolutas de la pieza para flexión y torsión. De acuerdo a (Shigley, 2008), se obtiene de la siguiente fórmula para diámetro de 35 mm:

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Figura 4.8 Factor de tamaño (Shigley, 2008)

$$\epsilon_\sigma = \epsilon_\tau = k_b = \left(\frac{D}{7,62}\right)^{-0.107} = \left(\frac{35}{7,62}\right)^{-0.107} = 0,85$$

β : Coeficiente que cuantifica la calidad de acabado de la superficie y la consolidación de la capa superficial. De acuerdo a Shigley, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$k_a = aS_{ut}^b$$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S _{UR} kpsi	S _{UR} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Figura 4.9 Factor de superficie (Shigley, 2008)

En este caso para maquinado en frío el factor resulta: $a = 4,51$ y $b = -0,265$

$$\beta = k_a = 4,51 \cdot (320 \text{MPa})^{-0.265} = 0,98$$

ψ_σ : Coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo para flexión. De tabla 12.1 de Stiopin, para $\sigma_r = 32 \text{ kg/mm}^2$, $\psi_\sigma = 0,25$

ψ_τ : Coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo para torsión. De tabla 12.1 de Stiopin para $\sigma_r = 32 \text{ kg/mm}^2$, $\psi_\tau = 0,15$

El coeficiente de seguridad a la fatiga para flexión, de acuerdo a Stiopin se calcula como:

$$\eta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_A \cdot k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} + \psi_\sigma \sigma_M} = \frac{1790 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{29,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1}{0,85 \cdot 0,98} + 0,25 \cdot 0} = 50$$

Análogamente el coeficiente de seguridad a la fatiga para torsión, de acuerdo a Stiopin es:

$$\eta_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_A \cdot k_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \beta} + \psi_\tau \tau_M} = \frac{985 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1}{0,85 \cdot 0,98} + 0,15 \cdot 8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 91$$

Como es un estado de tensiones compuesto se calcula un coeficiente global para fatiga de acuerdo a Stiopin:

$$\eta_g = \frac{\eta_\tau \cdot \eta_\sigma}{\sqrt{\eta_\tau^2 + \eta_\sigma^2}} = \frac{91 \cdot 50}{\sqrt{91^2 + 50^2}} = 43,8$$

El mismo se compara con el coeficiente normativo η_f . Al resultar el η_g mucho mayor que el normativo, esta sección del árbol verifica a fatiga.

Para la verificación estática se calculan las tensiones máximas y directamente se las compara con las de fluencia. Las tensiones máximas son:

$$\text{Flexión: } \sigma_{maxc} = \frac{Mf_{maxc}}{Wf_C} = \frac{124,8 \text{ kgcm}}{4,2 \text{ cm}^3} = 29,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Torsión: } \tau_{maxc} = \frac{Mt}{Wt_C} = \frac{134,7 \text{ kgcm}}{8,4 \text{ cm}^3} = 16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 26 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Entonces, el coeficiente de seguridad estático para flexión es:

$$\eta_{\sigma e} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{maxc}} = \frac{3260 \frac{kg}{cm^2}}{29,7 \frac{kg}{cm^2}} = 109,8$$

Y para torsión el coeficiente de seguridad estático resulta:

$$\eta_{\tau e} = \frac{\tau_f}{\tau_{maxc}} = \frac{1067 \frac{kg}{cm^2}}{16 \frac{kg}{cm^2}} = 66,7$$

De estos, el coeficiente que se utiliza para compararlo con el normativo estático η_e es el menor, esto es $\eta_{\tau e}$. Como $\eta_{\tau e}$ es ampliamente mayor que η_e esta sección verifica sobradamente a carga estática.

4.2.2. Cambio de sección del alojamiento de la polea

Se procede de la misma manera que en el caso anterior. Para esto debe calcularse el momento flector aplicado en el cambio de sección.

$$M_f = F_c \cdot 23mm = 26 \text{ kg} \cdot 23 \text{ mm} = 60 \text{ kgcm}$$

El momento torsor se mantiene constante.

Módulos resistentes calculados utilizando el menor de los diámetros $d = 28mm$:

$$\text{A flexión: } W_{f_E} = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi(2,8 \text{ cm})^3}{32} = 2,16 \text{ cm}^3$$

$$\text{A torsión: } W_{t_E} = \frac{\pi D^3}{16} = \frac{\pi(2,8 \text{ cm})^3}{16} = 4,31 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, las tensiones son:

$$\sigma_{AE} = \frac{M_{f_{AE}}}{W_{f_E}} = \frac{M_{f_{maxE}}}{W_{f_E}} = \frac{60 \text{ Kgcm}}{2,16 \text{ cm}^3} = 27,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{AE} = \tau_{ME} = \frac{M_{t_A}}{W_{t_E}} = \frac{M_{t_{max}}}{2W_{t_E}} = \frac{134,7 \text{ Kgcm}}{2 \cdot 4,31 \text{ cm}^3} = 15,6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Coefficientes a tener en cuenta:

K_σ : Coeficiente que cuantifica la influencia de la concentración de tensiones debido al cambio de sección para la flexión (Shigley, 2008). Para $\frac{D}{d} = \frac{35 \text{ mm}}{28 \text{ mm}} = 1,25$ y $\frac{r}{d} = \frac{1 \text{ mm}}{28 \text{ mm}} = 0,036$ se obtiene de la figura 4.10 $K_t = 2,15$ que se define como un factor de concentración de esfuerzos.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 27 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

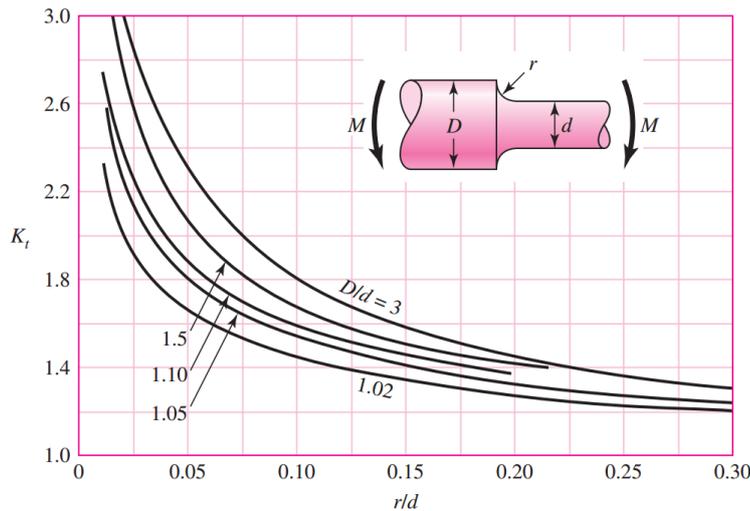


Figura 4.10 (Shigley, 2008)

Sin embargo algunos materiales no son completamente sensibles a la presencia de muescas y, por lo tanto, para ellos puede usarse un valor reducido de K_t . Es necesario entonces usar la fórmula $K_\sigma = 1 + q(K_t - 1)$ donde q es un factor de sensibilidad a la muesca. El mismo se obtiene de la figura 4.11 para $\sigma_r = 320 \text{ MPa}$ y radio de muesca $r = 1 \text{ mm}$, tiene un valor de 0,6.

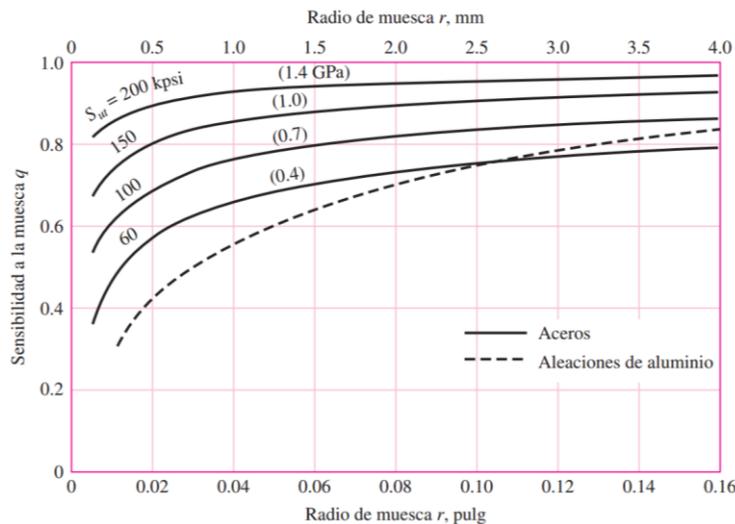


Figura 4.11 (Shigley, 2008)

El factor para flexión resulta entonces:

$$K_\sigma = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0,6(2,15 - 1) = 1,69$$

K_τ : Cuantifica la influencia de la concentración de tensiones debido al cambio de sección para la torsión. Se calcula de manera análoga a K_σ :

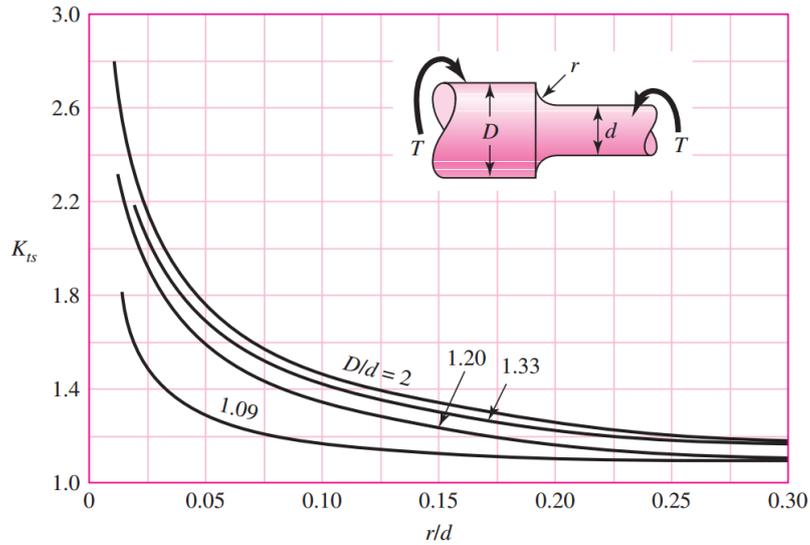


Figura 4.12 (Shigley, 2008)

Para $\frac{D}{d} = \frac{35\text{ mm}}{28\text{ mm}} = 1,25$ y $\frac{r}{d} = \frac{1\text{ mm}}{28\text{ mm}} = 0,036$ se obtiene de la figura 4.12 $K_{ts} = 1,7$ que se define como un factor de concentración de esfuerzos de torsión.

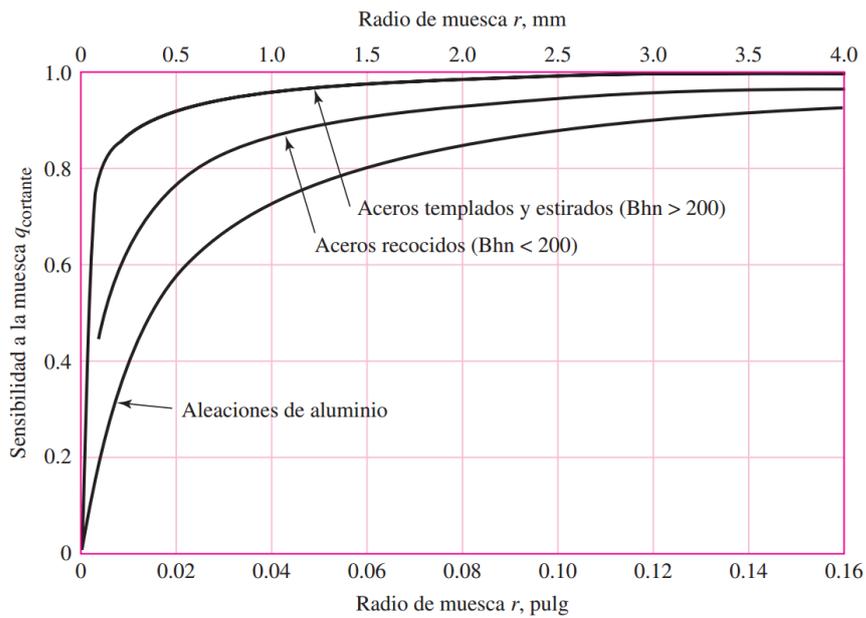


Figura 4.13 (Shigley, 2008)

Análogamente al caso anterior $K_{\tau} = 1 + q_{\tau}(K_{ts} - 1)$. q_{τ} se obtiene de la figura 4.1, para $BHN < 200$ y radio de muesca $r = 1\text{ mm}$, tiene un valor de 0,85.

El factor para flexión resulta entonces:

$$K_{\tau} = 1 + q_{\tau}(K_{ts} - 1) = 1 + 0,85(1,7 - 1) = 1,6$$

ϵ_{σ} y ϵ_{τ} : Coeficientes por las dimensiones absolutas. De acuerdo a Shigley, para diámetro de 35 mm (se utiliza el mayor para mayor seguridad de cálculo):

$$\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{\tau} = \left(\frac{D}{7,62}\right)^{-0.107} = \left(\frac{35}{7,62}\right)^{-0.107} = 0,85$$

β : Coeficiente que cuantifica la calidad de acabado de la superficie y la consolidación de la capa superficial. De acuerdo a Shigley, se obtiene, para maquinado en frío: $a = 4,51$ y $b = -0,265$

$$\beta = 4,51 \cdot (320MPa)^{-0.265} = 0,98$$

ψ_{σ} : Coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo para flexión. De tabla 12.1 de Stiopin para $\sigma_r = 32 \text{ kg/mm}^2$, $\psi_{\sigma} = 0,25$

ψ_{τ} : Coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo para torsión. De tabla 12.1 de Stiopin para $\sigma_r = 32 \text{ kg/mm}^2$, $\psi_{\tau} = 0,15$

Coeficiente de seguridad a la fatiga para flexión:

$$\eta_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_{AE} \cdot k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta} + \psi_{\sigma} \sigma_M} = \frac{1790 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{27,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1,69}{0,85 \cdot 0,98} + 0,25 \cdot 0} = 31,7$$

Para torsión:

$$\eta_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_{AE} \cdot k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta} + \psi_{\tau} \tau_{ME}} = \frac{985 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{15,6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1,6}{0,85 \cdot 0,98} + 0,05 \cdot 15,6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 32$$

Coeficiente de seguridad global:

$$\eta_g = \frac{\eta_{\tau} \cdot \eta_{\sigma}}{\sqrt{\eta_{\tau}^2 + \eta_{\sigma}^2}} = \frac{32 \cdot 31,7}{\sqrt{32^2 + 31,7^2}} = 22,5$$

El mismo se compara con el coeficiente normativo η_f . Al resultar el η_g mucho mayor que el normativo, esta sección del árbol verifica sobradamente a fatiga.

Para la verificación estática se calculan las tensiones máximas y directamente se las compara con las de fluencia. Las tensiones máximas son:

$$\text{Flexión: } \sigma_{maxE} = \frac{Mf_{maxE}}{Wf_E} = \frac{124,8 \text{ kgcm}}{4,2 \text{ cm}^3} = 29,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Torsión: } \tau_{maxE} = \frac{Mt}{Wt_E} = \frac{134,7 \text{ kgcm}}{8,4 \text{ cm}^3} = 16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Entonces, el coeficiente de seguridad estático para flexión es:

$$\eta_{\sigma e} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{maxE}} = \frac{3260 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{29,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 109,8$$

Y para torsión el coeficiente de seguridad estático resulta:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 30 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$\eta_{\tau e} = \frac{\tau_f}{\tau_{maxE}} = \frac{1067 \frac{kg}{cm^2}}{16 \frac{kg}{cm^2}} = 66,7$$

De estos, el coeficiente que se utiliza para compararlo con el normativo estático η_e es el menor, esto es $\eta_{\tau e}$. Como $\eta_{\tau e}$ es ampliamente mayor que η_e esta sección verifica sobradamente a carga estática.

El cambio de sección que se realiza en el otro extremo, es decir donde se ubica la sierra, es menos pronunciado y como el momento flector en dicha sección es menor, se puede decir que la verificación es inmediata.

4.2.3. Chaveta de la transmisión a correas

Las dimensiones de la chaveta son las siguientes (ver anexo mecánica):

Chaveta DIN 6885 para eje de 28 mm: $b \times h \times l = 8 \times 7 \times 40 \text{ mm}$, $t_1 = 4,1 \text{ mm}$

Material: Acero AISI 1020 laminado en frío, el cual posee, según la figura 4.4 una tensión de fluencia $\sigma_f = 390 \text{ MPa} = 3980 \frac{kg}{cm^2}$.

Siguiendo el criterio de Cosme, se tienen las siguientes tensiones admisibles:

$$\text{Tensión admisible de aplastamiento: } \sigma_{apl} = \frac{\sigma_f}{2} = \frac{3980 \text{ kg}}{2 \text{ cm}^2} = 1990 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Tensión admisible de corte: } \tau_{adm} = \frac{\sigma_{apl}}{2} = \frac{1990 \text{ kg}}{2 \text{ cm}^2} = 995 \frac{kg}{cm^2}$$

Las ecuaciones para verificar los largos de las chavetas son:

$$L\tau = \frac{2Mt}{b \cdot D \cdot \tau_{adm}} \rightarrow \text{para el corte}$$

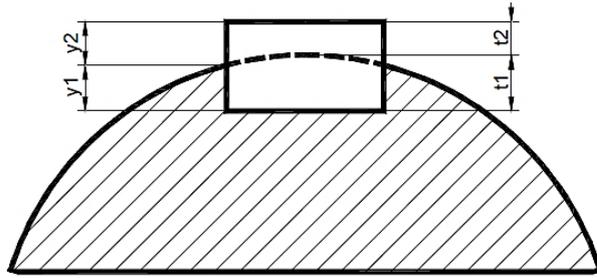
$$L\sigma = \frac{2Mt}{y_2 \cdot D \cdot \sigma_{apl}} \rightarrow \text{para el aplastamiento}$$

Donde: $y_2 = h - y_1$ con $y_1 = t - \frac{D}{2}(1 - \cos\alpha)$ y $\alpha = \arcsen\left(\frac{b}{D}\right)$

Siendo:

- $L\tau$ y $L\sigma$: Largos de chaveta necesarios para resistir las tensiones de corte y aplastamiento respectivamente
- Mt : Momento torsor transmitido por el árbol
- b : Ancho de la chaveta
- D : Diámetro del árbol
- y_1 : Altura de chaveta que queda alojada en el árbol en la sección más crítica
- y_2 : Altura de chaveta que sobresale del árbol en la sección más crítica
- h : Altura total de chaveta
- t : Altura de chaveta que se aloja dentro del árbol

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 31 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------



En este caso se tiene:

$$L\tau = \frac{2 \cdot 134,7 \text{ kgcm}}{0,8 \text{ cm} \cdot 2,8 \text{ cm} \cdot 995 \text{ kg/cm}^2} = 0,12 \text{ cm}$$

$$\alpha = \arcsen\left(\frac{0,8 \text{ cm}}{2,8 \text{ cm}}\right) = 16,6^\circ \quad y_1 = 0,41 \text{ cm} - \frac{2,8 \text{ cm}}{2} (1 - \cos 16,6^\circ) = 0,35 \text{ cm}$$

$$y_2 = 0,7 \text{ cm} - 0,35 \text{ cm} = 0,35 \text{ cm} \rightarrow \text{es indistinto y se verifica usando } y_1 = 0,35 \text{ cm}$$

$$L\sigma = \frac{2 \cdot 134,7 \text{ kgcm}}{0,35 \text{ cm} \cdot 2,8 \text{ cm} \cdot 1990 \text{ kg/cm}^2} = 0,14 \text{ cm}$$

El largo de chaveta que se utiliza es el del cubo del piñón. Es decir, $L = 4 \text{ cm}$. Por lo tanto, la chaveta verifica tanto a esfuerzos cortantes como a esfuerzos de aplastamiento.

5. Verificación de los rodamientos del árbol de la sierra circular

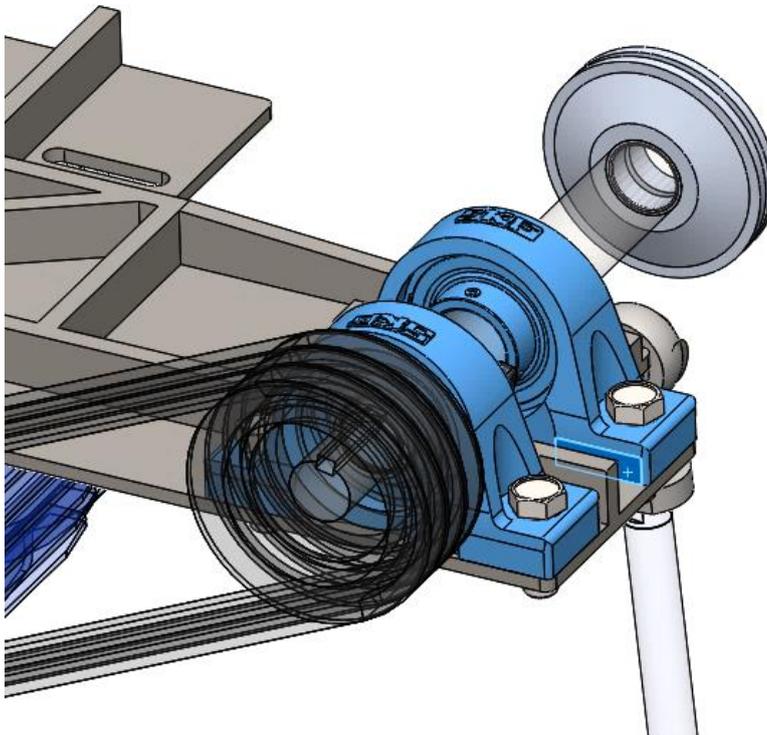


Figura 5.1 Detalle de los soportes de rodamientos

Las unidades de rodamientos que sostienen el eje de la sierra circular son modelo UCP 207 SY 35 TF. Están formadas por un rodamiento tipo Y modelo YAR 207-2F. El rodamiento presenta las siguientes características para el cálculo:

Capacidad de carga dinámica básica:

$$C = 25,7 \text{ KN}$$

Capacidad de carga estática básica:

$$C_o = 15,2 \text{ KN}$$

Velocidad límite:

$$5600 \text{ rpm}$$

Según el diagrama de cargas en el eje de la figura 4.3 las cargas dinámicas de los rodamientos son de: $R_1 = 500 \text{ N}$ y $R_2 = 300 \text{ N}$, por lo que, para el cálculo, se utiliza R_1 por ser mayor.

La vida nominal de los rodamientos se calcula, según norma ISO 281:1990, mediante la fórmula siguiente:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Donde:

L_{10} : Vida nominal, expresada en millones de revoluciones

C: capacidad de carga dinámica

P: carga dinámica equivalente del rodamiento

p: exponente de la ecuación de la vida útil, $p = 3$ para rodamientos de bolas y $p = 3/10$ para rodamientos de rodillos.

$$L_{10} = \left(\frac{25,7 \text{ KN}}{0,5 \text{ KN}} \right)^3 = 135800 \text{ Mrev}$$

Este valor expresado en años resulta:

$$L_{10h} = \frac{135800 \cdot 10^6}{60 \cdot 2900 \text{ rpm}} = 780400 \text{ horas} \rightarrow 89 \text{ años}$$

Este valor está calculado para 24hs diarias de servicio 7 días a la semana. Además se usan obturadores de doble labio a fin de evitar la contaminación del lubricante.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 33 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

6. Mecanismo de ascenso

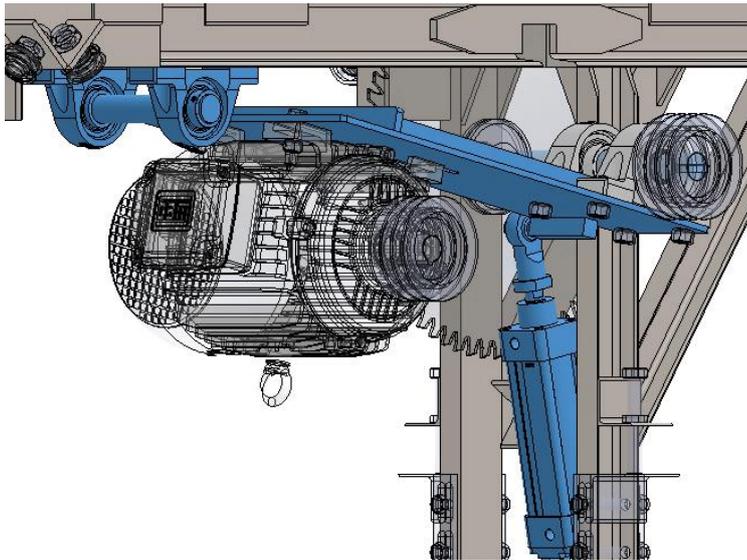


Figura 6.1 Detalle del mecanismo de ascenso

El sistema de ascenso de la sierra circular, como se ve en la figura 6.1 consiste en una palanca que pivota en un extremo fijo a los estructurales del puente y que se eleva gracias a un cilindro neumático ubicado en el extremo opuesto. La palanca mencionada está formada por una chapa que sostiene todo el sistema de corte, es decir: el motor, la transmisión a p Polea, el eje y la hoja circular.

El cilindro neumático del mecanismo de ascenso debe cumplir dos condiciones: una es tener la fuerza suficiente para elevar todo el sistema de corte, la otra es evitar que la velocidad de la hoja circular supere en cualquier punto de su recorrido la velocidad de avance calculada en la sección 1.4. De ser así se incrementaría la mordida de los dientes y por lo tanto la potencia necesaria. La manera de evitar la situación descrita es agregar válvulas reguladoras de caudal en la admisión y el escape del cilindro.

6.1.Cálculo de fuerza a realizar por el cilindro elevador

Según el mecanismo de ascenso mostrado en la figura 6.1 el cilindro debe realizar una fuerza proporcional al peso de los componentes involucrados. El cálculo de la misma define el diámetro mínimo del émbolo del cilindro neumático.

La fuerza que imprimen los componentes móviles sobre el vástago del cilindro es variable ya que, en el recorrido del mismo, las distancias de las palancas cambian. También se modifica la inclinación del cilindro y en consecuencia la componente vertical de la fuerza que debe realizar. En la figura 6.2 puede observarse el sistema de ascenso cuando se haya en las posiciones superior e inferior de su recorrido.

Para obtener un valor representativo de la fuerza a realizar por el cilindro, se la calcula para varios puntos del recorrido.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 34 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

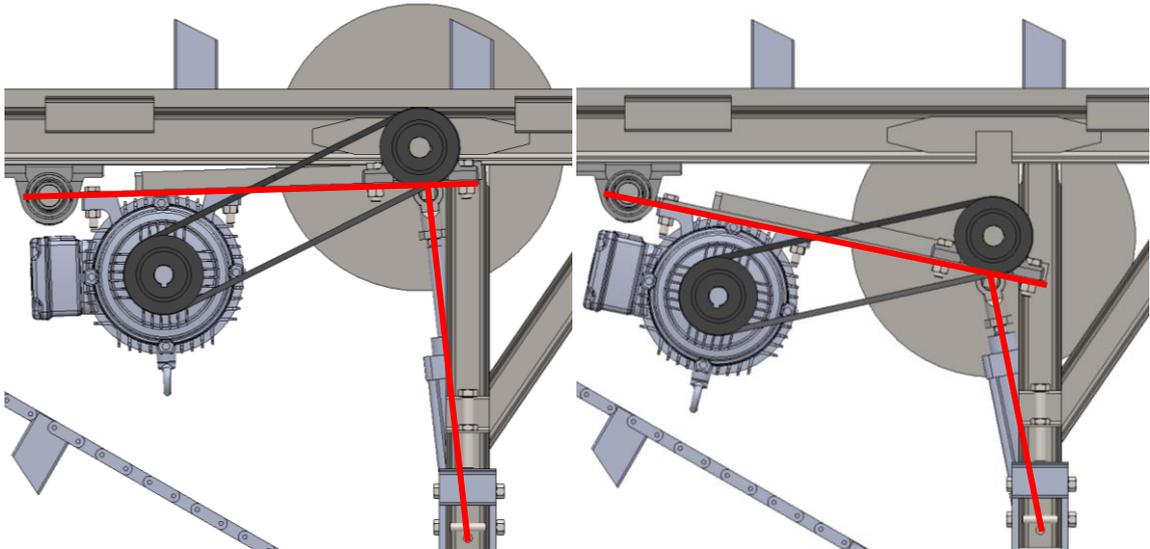


Figura 6.2 Posiciones extremas del mecanismo de ascenso. Extendido (izquierda) y retraído (derecha)

Para el cálculo se detalla a continuación las características de los componentes involucrados.

Pesos:

- Chapa pivot: 10 kg
- Motor: 41 kg
- Poleas: 0,7 kg cada una
- Eje de sierra circular: 2,3 Kg
- Sierra circular: 3,5 Kg
- Conjunto bridas de apriete de sierra: 0,3 Kg
- Cajas de rodamientos SY 35 TF: 1,45 Kg cada una = 2,9 Kg

Como ya se mencionó, las distancias horizontales de los centros de masa de los componentes hasta el eje pivot, o sea el eje sujeto a los estructurales del puente, varían en el recorrido.

6.1.1. Posición chapa portante horizontal

Cuando la chapa está en esta posición, las distancias donde se aplican las cargas se pueden observar en el diagrama de la figura 6.3.

El peso a 515 mm resulta de la suma de los componentes mencionados:

$$2 \text{ Cajas} + \text{Eje} + \text{Bridas} + \text{Sierra circular} + \text{Polea conducida} = \text{Peso total a 515 mm}$$

$$2,9 \text{ Kg} + 2,3 \text{ Kg} + 0,3 \text{ Kg} + 3,5 \text{ Kg} + 0,7 \text{ Kg} = 9,7 \text{ Kg}$$

A 155 mm se suman el motor y la polea motriz:

$$\text{Motor} + \text{Polea motriz} = 41 \text{ Kg} + 0,7 \text{ Kg} = 41,7 \text{ Kg}$$

A 255 mm solamente se encuentra el centro de masa de la chapa pivot, es decir 10 Kg.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 35 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

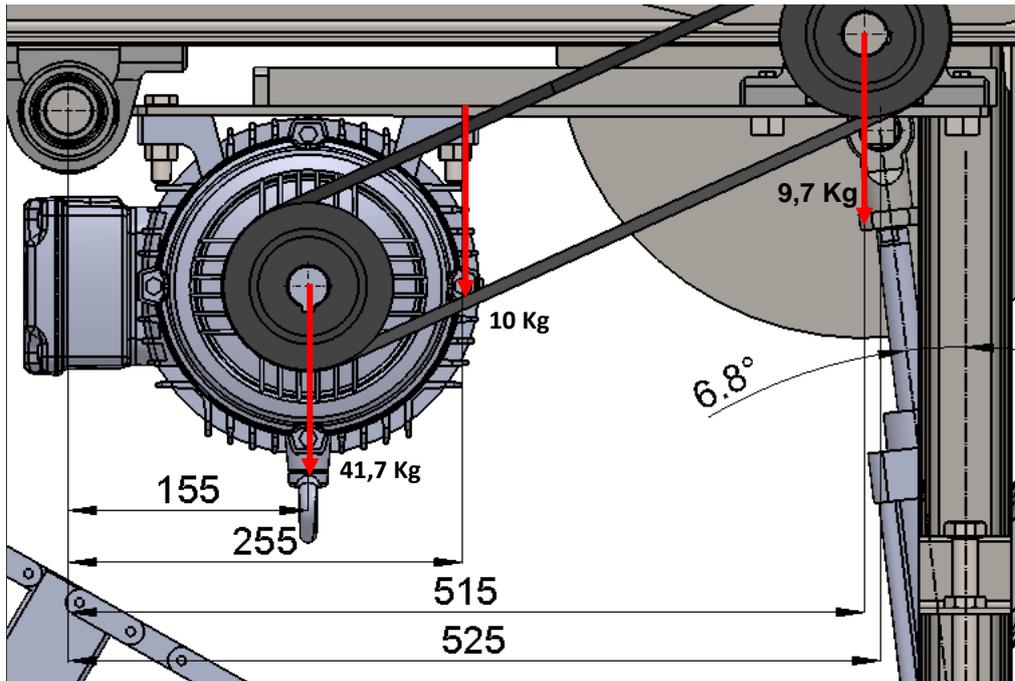


Figura 6.3 Fuerzas y distancias-posición horizontal de chapa pivot

Entonces, con la chapa pivot horizontal, se tiene una fuerza vertical a realizar por el cilindro de:

$$41,7 \text{ Kg} \cdot 155 \text{ mm} + 10 \text{ Kg} \cdot 255 \text{ mm} + 9,7 \text{ Kg} \cdot 515 \text{ mm} = F_{v_1} \cdot 525 \text{ mm}$$

$$F_{v_1} = 24,4 \text{ Kg}$$

Como puede observarse en la figura 6.3 el ángulo del cilindro neumático respecto a la vertical es de $6,8^\circ$, por lo tanto, la fuerza a realizar por el cilindro elevador es:

$$F_{cil1} = \frac{24,4 \text{ Kg}}{\cos 6,8^\circ} = 24,6 \text{ Kg}$$

6.1.2. Posición inferior con cilindro retraído

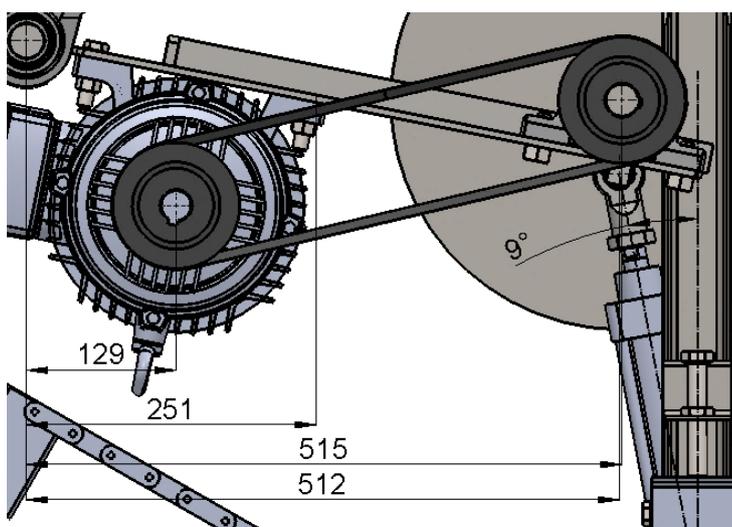


Figura 6.4 Cilindro retraído

Realizando el mismo cálculo que en el caso anterior, pero con las nuevas distancias la fuerza vertical resulta:

$$Fv_2 = 25 \text{ Kg}$$

En este caso, el ángulo del cilindro respecto a la vertical es de 9° por lo que la fuerza del cilindro es:

$$F_{cil2} = 25,3 \text{ Kg}$$

6.1.3. Posición superior con cilindro extendido

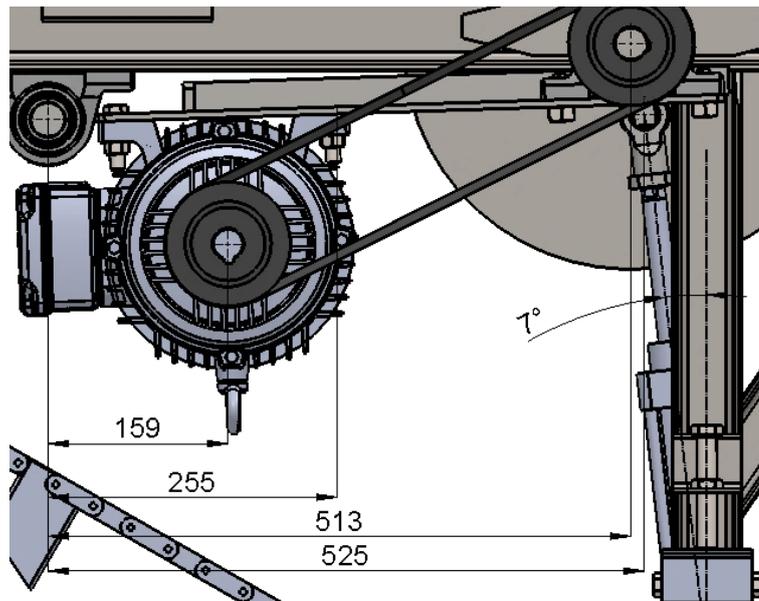


Figura 6.5 Cilindro extendido al máximo

En esta situación la fuerza vertical es la más alta:

$$Fv_3 = 27 \text{ Kg}$$

Formando un ángulo de 7° con la vertical, la fuerza neta resulta:

$$F_{cil3} = 27,2 \text{ Kg}$$

6.2. Simulación del sistema neumático

El proceso de selección del cilindro y demás componentes neumáticos se realiza con el software de selección GSED de Festo, ya que permite simular el comportamiento de sistema. Ajustando los parámetros necesarios, como masa a mover por el cilindro, posición del mismo y tiempo requerido para completar el recorrido; el software arroja curvas de velocidad, presión y posición que permiten verificar las velocidades alcanzadas y la amortiguación de los impactos, entre otras cosas.

1. Parámetros del sistema

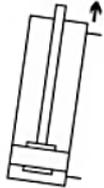
2. Selección de los cilindros

3. Sistema

4. Simulación

5. Lista de piezas

Los parámetros del sistema - base para la selección

[Continuar >](#)

tiempo de posicionamiento esperado	quiero alcanzar este tiempo de posicionamiento:	1	s
Regulación básica del cilindro	<input checked="" type="checkbox"/> .. Con válvula de estrangulación de retención		
	Longitud de carrera requerida	125	mm
	Ángulo de instalación	82	deg
Alimentación de aire comprimido	Dirección del movimiento	<input checked="" type="radio"/> extender	<input type="radio"/> retirar
	Presión de funcionamiento	6	bar
Regulaciones de la carga	Largo del tubo flexible	4	m
	Equipo de mantenimiento > Válvula	0,5	m
	Válvula > Cilindro	24,6	kg
	Masa en movimiento	0	N
	fuerza de impacto adicional	0	N
	fuerza de fricción adicional	0	N

Figura 6.6 Software GSED de Festo

Los parámetros del sistema solicitados por el software se explican a continuación.

El tiempo de posicionamiento esperado hace referencia al valor en que se prevé que el cilindro va a recorrer su carrera, el software se encarga de seleccionar los componentes necesarios para aproximarse al tiempo definido.

La carrera del cilindro está dada por el diseño del mecanismo de elevación y es de 125 mm.

El ángulo de instalación varía con el avance de la carrera, como se observa en la sección 6.1, empieza en 81° respecto a la horizontal y termina en 83° así que, como la variación es poca, se utiliza un ángulo promedio de 82°.

La presión de funcionamiento se puede variar desde el regulador de la instalación, pero para la simulación se utilizan los 6 bares configurados por defecto.

La longitud de las mangueras se divide en dos segmentos: desde el equipo de mantenimiento a la válvula direccional y desde la misma al cilindro. El primero varía con el puente en cuestión, pero como este parámetro afecta principalmente la caída de presión del sistema, que se resuelve con la presión de funcionamiento, no va a modificar demasiado los resultados obtenidos por lo que se fija en un valor medio de 4 m. El otro segmento es de unos 0,5 m ya que la válvula direccional se instala directamente en cada puente, como recomiendan los fabricantes, para reducir los tiempos de respuesta.

Finalmente para la masa en movimiento se toma el menor valor de las fuerzas netas halladas. Dicha elección se justifica desde el punto de vista de que la variable más crítica no es la fuerza necesaria para el ascenso sino la velocidad que puede alcanzar el sistema. Por lo tanto, si se elige la menor de

las fuerzas halladas para la simulación, se sabe que al aumentar el peso durante el recorrido la velocidad va a disminuir y el cálculo de la velocidad máxima se mantendrá del lado seguro. Además, no se toma ninguna fuerza adicional por considerarse despreciables.

El diámetro del cilindro también es una variable a definir para realizar la simulación. Está relacionado con varias características que definen el funcionamiento del sistema, a saber: a mayor diámetro más fuerza puede realizar para elevar la masa en juego, mayor es la resistencia de los componentes que lo conforman como un vástago más grueso y también aumenta el tiempo necesario para el llenado de aire de la cámara obteniéndose un movimiento más lento. Esta última característica también involucra un funcionamiento más estable sobre todo cuando se agregan válvulas reguladoras de caudal y el cilindro está provisto de amortiguación.



Simular el sistema y optimizar los resultados

Regulación PPV
30 %

Flujo
5 Revoluciones abiertas

Haga click sobre el tipo de código del componente que Ud. quiere seleccionar o modificar

Accionamiento	DNC-50-125-PPV-A
<input type="checkbox"/> Amortiguador	
Válvula de estrangulación de retención	GRLA-1/4-QS-6-D
Tubo flexible [Cil. > Válvula]	PUN-6x1-BL (0.5 m)
Válvula de vías	VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1
Tubo flexible [Fuente > Válvula]	PUN-6x1-BL (4 m)
Silenciador	U -1/4

Presión de funcionamiento: 6 bar

Dirección del movimiento: extender, retirar

Ciclo de trabajo completo

Figura 6.7 Sistema de comando del cilindro

Se utiliza el sistema de comando recomendado por el software porque es el método más estable para controlar las velocidades de avance y retroceso del cilindro. Está formado por un cilindro de doble efecto y dos válvulas de regulación, de manera de poder controlar la velocidad de avance y retroceso, y consta además de una válvula direccional 5/2 para el comando. Las conexiones de aire se realizan mediante mangueras estándar de poliuretano PU de 6 mm. Para este proyecto se seleccionan componentes análogos a los recomendados por el software de Festo. Las especificaciones de los elementos utilizados figuran en las memorias de cálculo y el anexo de neumática.

Con los parámetros definidos, el software muestra resultados observados en la figura 6.8. En la misma puede observarse el tiempo de posicionamiento para un ciclo de ascenso y descenso completo, logrado con 5 vueltas abiertas en las válvulas de regulación. La regulación hace referencia a la amortiguación que dispone el cilindro en los extremos de la carrera, y por lo tanto afecta principalmente la energía dinámica de impacto. Al llevarla a un valor de 30 % se reduce dicha energía extendiendo largamente la vida útil del sistema de elevación a costa de un ligeramente mayor tiempo de posicionamiento. De

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 39 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

todas formas, sin amortiguación la energía dinámica de impacto se mantiene debajo del valor máximo permisible.

1. Parámetros del sistema 2. Selección de los cilindros 3. Sistema 4. Simulación 5. Lista de piezas

GSED Resultado de la simulación

Impr

< Atrás

Continu

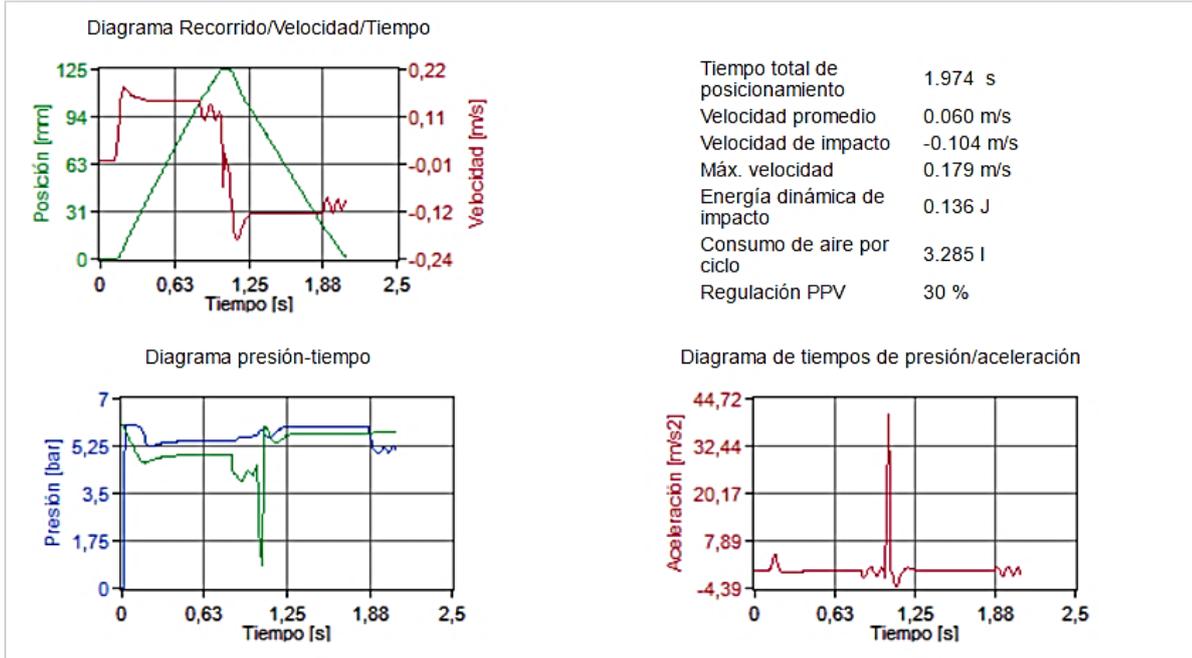


Figura 6.8

La velocidad máxima como puede observarse es de 0,179 m/s, es decir menor a la máxima permitida en la sección 1.4.

También puede observarse el consumo de aire del cilindro, de 3,285 litros normales por ciclo de trabajo, y los diagramas de posición, velocidad, aceleración y presión.

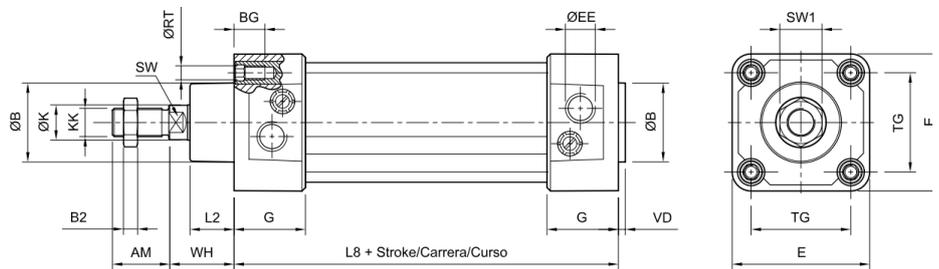
6.3. Selección del cilindro y accesorios

El cilindro seleccionado cumple con norma ISO 15552 y es fabricado por la empresa Micro. El modelo es CN10 de doble efecto, de 125 mm de carrera y 50 mm de diámetro y cuenta con sistema de doble amortiguación y de detección, mediante imán en el émbolo.



Figura 6.9 (Micro)

El fluido de funcionamiento es aire comprimido filtrado con o sin lubricación. Las presiones de trabajo van desde 0,5 bar hasta 10 bar. Las tapas y pistones están fabricados en aluminio y el vástago en acero SAE 1040 cromado. Las conexiones de aire son tipo G 1/4". El código de selección del producto es 0.049.260.125.



Ø	AM	ØB	BG	B ₂	ØEE	E	G	ØK	ØKK	L ₂	L ₈	ØRT	SW	SW ₁	TG	VD	WH
32	22	30	17,5	5	G 1/8"	48	29	12	M 10 x 1,25	18	94	M6 x 1	10	16	32,5	4	26
40	24	35	17,5	6	G 1/4"	55	32,5	16	M 12 x 1,25	20	105	M6 x 1	13	18	38	4	30
50	32	40	17,5	8	G 1/4"	65	33	20	M 16 x 1,5	25	106	M8 x 1,25	16	24	46,5	4	37
63	32	45	17,5	8	G 3/8"	78	40,5	20	M 16 x 1,5	25	121	M8 x 1,25	16	24	56,5	4	37
80	40	45	18,5	10	G 3/8"	96	42	25	M 20 x 1,5	32	128	M10 x 1,5	21	30	72	4	46
100	40	55	18,5	10	G 1/2"	116	45	25	M 20 x 1,5	37	138	M10 x 1,5	21	30	89	4	51

Figura 6.10 (Micro)

La fuerza que puede realizar este cilindro, a una presión de 6 bar, está dada por la fórmula siguiente:

$$F = 10 \cdot P \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = 10 \cdot 6 \text{ bar} \cdot \pi \cdot \frac{(5 \text{ cm})^2}{4} = 1178 \text{ N (120 Kg)}$$

Un valor mucho mayor del estrictamente necesario para elevar la sierra circular, por lo que se puede reducir mucho la presión en el regulador, además de considerar la caída por el sistema de tuberías. Sin embargo, un valor muy bajo de presión puede conducir también a un rebote del vástago en final de la carrera, conduciendo a un sistema inestable y a la propagación de vibraciones por toda la máquina. El ajuste óptimo de tanto la presión del sistema como de las válvulas reguladoras de caudal, debe realizarse en la puesta a punto de la máquina.

Para la instalación en cada puente de la despuntadora se agregan los siguientes accesorios:

- Montaje basculante trasero hembra (figura 6.11 a)

Para cilindro neumático de 50 mm de diámetro, el código del producto es 0.029.000.004.

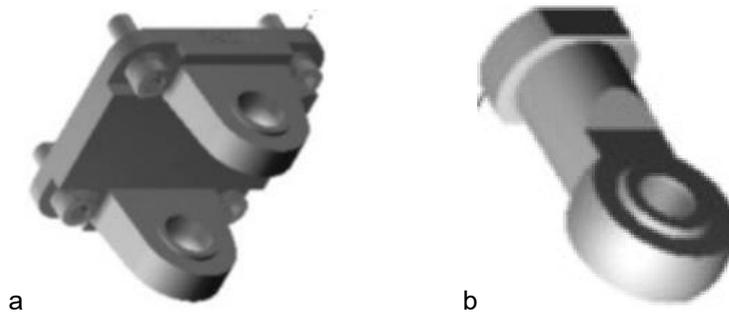


Figura 6.11 (Micro)

- Horquilla con rótula (figura 6.11 b)
Para vástago de 20 mm, M16 x 1,5, código 0.009.000.012.

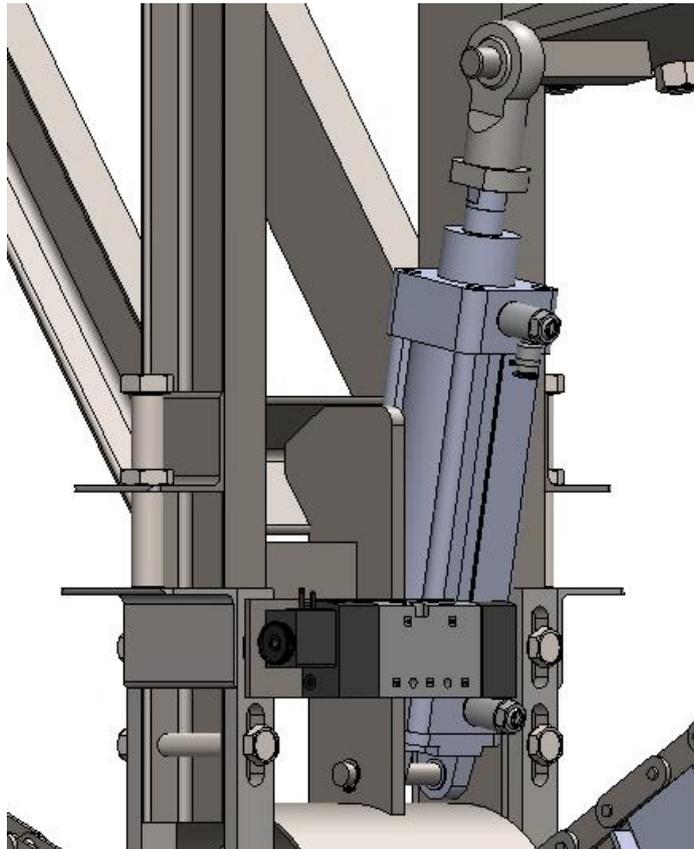


Figura 6.12 Montaje del cilindro, valvula y accesorios

6.3.1. Verificación al pandeo

El pandeo aparece cuando el cilindro neumático está sometido a compresión. Se manifiesta por una flexión lateral del vástago que genera esfuerzos radiales sobre bujes y camisa de los cilindros, acortando su vida útil y eventualmente produciendo la rotura.

Particularmente la verificación por pandeo debe realizarse en cilindros de gran carrera, que es donde el fenómeno puede adquirir magnitud, siendo el único factor constructivo que limita la carrera de los cilindros. En este caso, como la carrera es corta no es crítica la verificación por pandeo, pero se realiza de todas maneras para disipar cualquier duda al respecto.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 42 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Las causas que están ligadas a la sollicitación de pandeo dependen no sólo de los materiales utilizados en la construcción del vástago, sino también de las condiciones de montaje a las que se somete el cilindro. Dependiendo del tipo de montaje existe el factor de corrección K, el que puede adoptar valores desde 0,25 para las fijaciones más favorables hasta el valor 2 para las más críticas. Se debe verificar lo siguiente:

$$K \cdot \text{Carrera real} < \text{Carrera básica}$$

Donde:

Carrera real = carrera del cilindro

Carrera básica = carrera máxima de cada cilindro según su diámetro

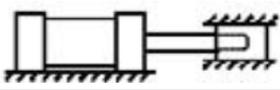
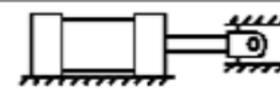
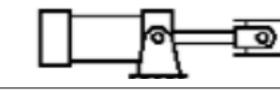
Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carreras muy largas	Fijo y guiado rígido	I 	0,5
	Pivote y guiado rígido	II 	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III 	2
Grupo 2	Pivote y guiado rígido	IV 	1
	Pivote y guiado rígido	V 	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI 	2

Figura 6.13 Factor de montaje (Creus, 2007)

En este caso el factor de montaje según la figura 6.13 es de 2, o sea el más crítico, por lo que la carrera máxima por pandeo debe ser mayor que $2 \cdot 125 \text{ mm} = 250 \text{ mm}$.

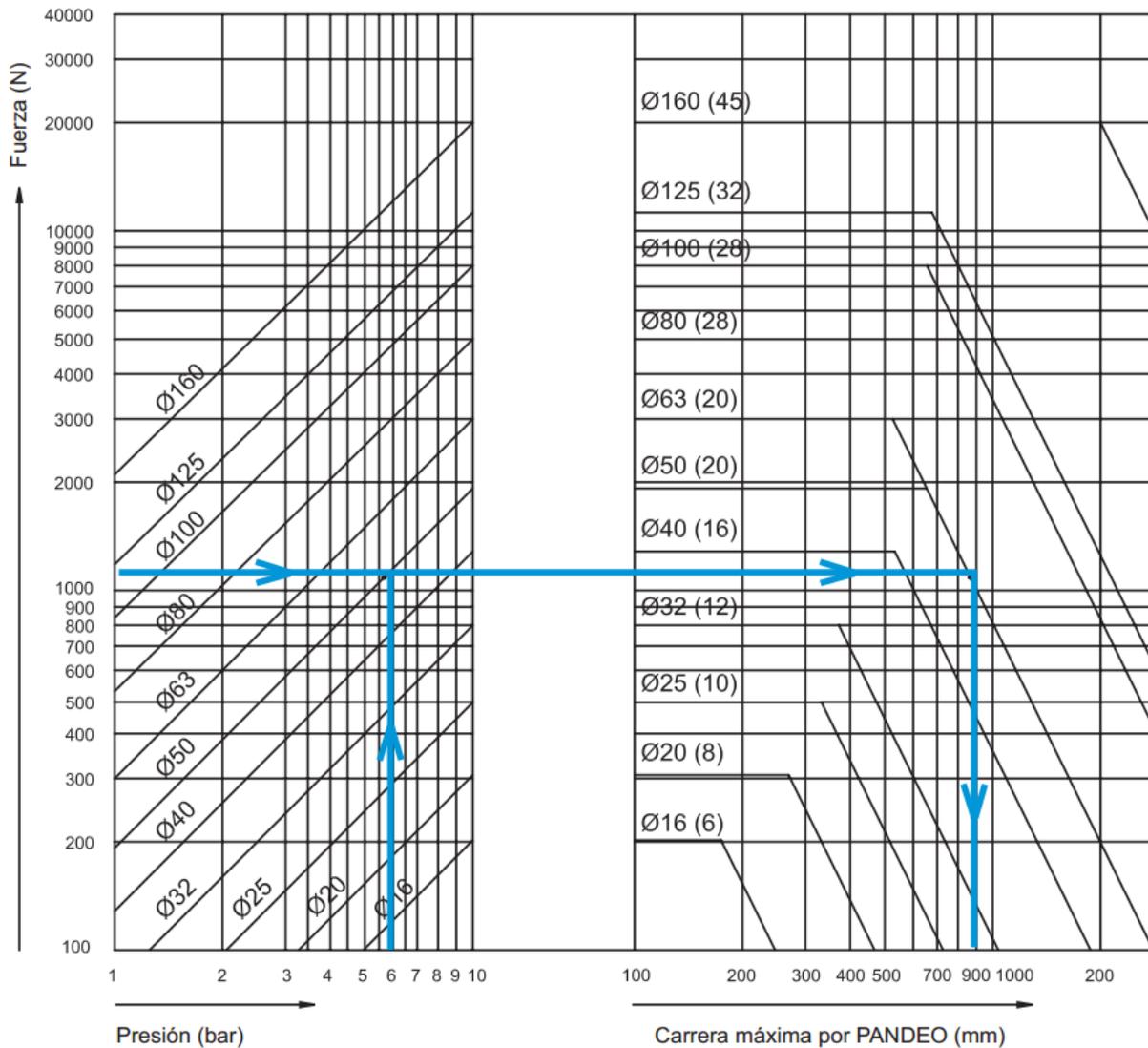


Figura 6.14 Carrera por pandeo (Micro)

Con 6 bar de presión y 50 mm de diámetro del émbolo, la carrera máxima por pandeo según la figura. 6.14 es de 900 mm, o sea que el cilindro verifica sobradamente por pandeo.

6.4. Perno de anclaje del cilindro de elevación

El diámetro del perno está definido por cuestiones de diseño por el basculante del cilindro de elevación seleccionado en 6.3. El mismo tiene un diámetro interno de 12 mm. Por lo tanto en esta sección se realiza una verificación del diámetro del mismo para las cargas a las que está sometido.

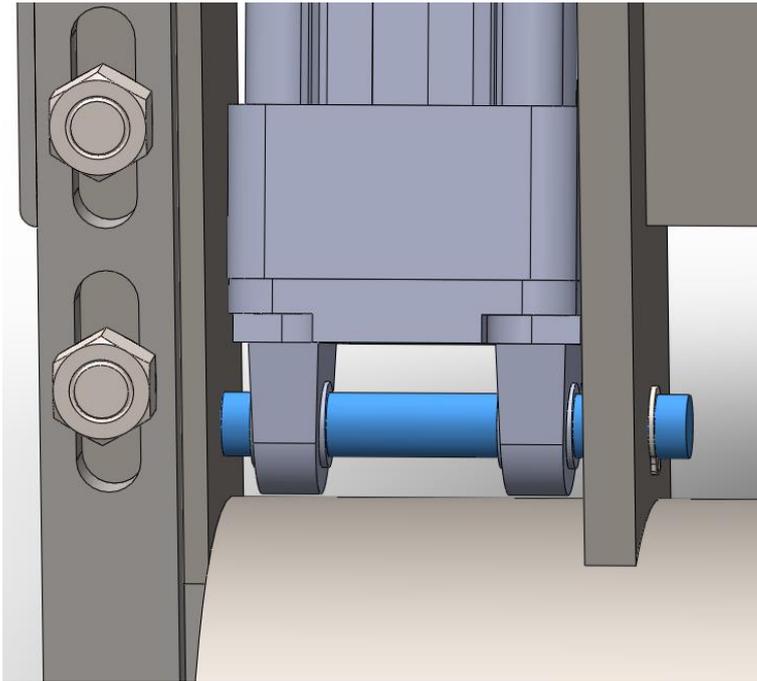


Figura 6.15 Montaje del cilindro y el perno de anclaje

Según los resultados de la sección 6.1, la fuerza que realiza el cilindro para mantener la sierra en la posición más baja es de 25,3 Kg. Además, a través de la simulación de la sección 6.2, se obtiene la aceleración de ascenso que imprime el cilindro a todo el conjunto móvil, aproximadamente unos 7 m/s^2 . Por lo tanto, cuando se produce el ascenso de la sierra, el eje que sostiene el cilindro elevador debe soportar el peso del conjunto más la aceleración de la masa en movimiento. A la vez, el eje mencionado descarga toda la fuerza resultante en la estructura.

Fuerza aplicada al eje durante el ascenso de la sierra:

$$F_{ce} = 25,3 \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 25,3 \text{ Kg} \cdot 7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 425 \text{ N} = 43,4 \text{ Kg}$$

Dicha fuerza se aplica en dos puntos del eje a través del basculante del cilindro, por lo tanto se divide en dos fuerzas iguales:

$$F1 = F2 = 21,7 \text{ Kg}$$

Como se observa en la figura 6.15 el eje se apoya en la estructura del puente y se asegura con dos aros seeger DIN 471 para eje de 12 mm. Ver diagrama de cargas en figura 6.16.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 45 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

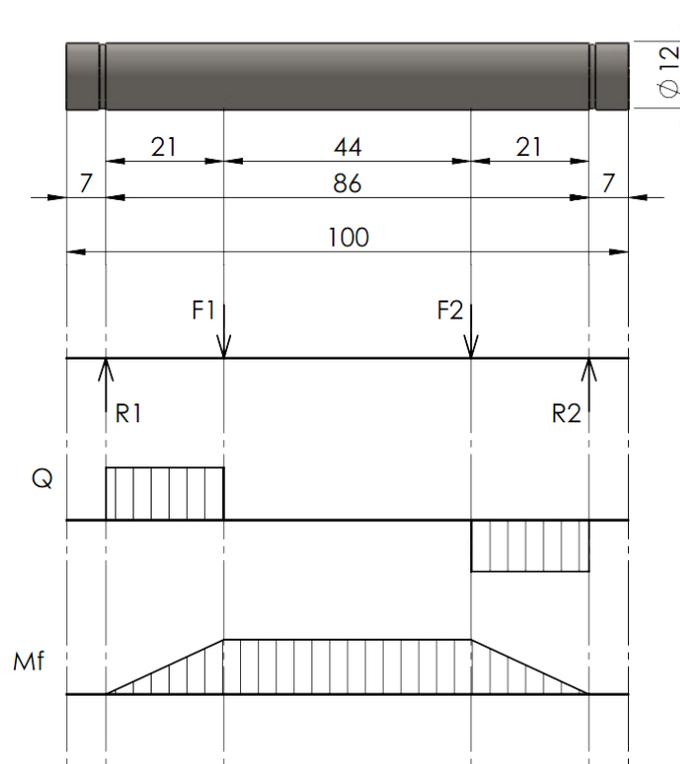


Figura 6.16 Plano en la dirección de funcionamiento del cilindro neumático

Por la simetría del estado de carga, las reacciones R1 y R2 son iguales a las fuerzas aplicadas.

Entre las cargas el eje se encuentra sometido a flexión pura y el momento flector tiene un valor máximo y constante de:

$$M_f = 21,7 \text{ Kg} \cdot 2,1 \text{ cm} = 45,6 \text{ Kgcm.}$$

El módulo resistente de la sección circular a flexión es: $W_f = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi(1,2 \text{ cm})^3}{32} = 0,17 \text{ cm}^3$

Por lo tanto la tensión máxima en la zona del eje sometido a flexión pura es:

$$\sigma_{max} = \frac{M_f}{W_f} = \frac{45,6 \text{ Kgcm}}{0,17 \text{ cm}^3} = 268,2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Esta tensión máxima se da en los extremos inferior y superior de la sección transversal del eje.

En las zonas entre las reacciones y las cargas se agregan tensiones de corte, que para sección circular, las tensiones de corte máximas son:

$$\tau_{max} = \frac{4F}{3A} = \frac{4 \cdot 21,7 \text{ Kg}}{3 \frac{\pi(1,2 \text{ cm})^2}{4}} = 25,6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Esta tensión máxima de corte se da en la fibra neutra del eje.

De acuerdo a la figura 4.4, la resistencia a la fluencia de un acero AISI/SAE 1010 es $\sigma_f = 180 \text{ MPa} = 1840 \text{ kg/cm}^2$. La resistencia a la fluencia de corte para cualquier material dúctil, según la teoría de la energía de distorsión, es: $\tau_f = 0,577 \cdot \sigma_f = 0,577 \cdot 1840 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1062 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 46 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

6.4.1. Verificación por carga estática

Entonces, comparando las tensiones obtenidas con las de fluencia se obtiene los factores de seguridad para carga estática. El factor de seguridad en las fibras extremas inferior y superior es:

$$\eta_{\sigma e} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{max}} = \frac{1840 \text{ kg/cm}^2}{268,2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 6,86$$

El factor de seguridad en la línea neutra, usando la teoría de la energía de distorsión para cortante puro es:

$$\eta_{\tau e} = \frac{\tau_f}{\tau_{max}} = \frac{1062 \text{ kg/cm}^2}{25,6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 41,5$$

El descenso máximo se produce en la mitad del eje y se calcula como:

$$y_{max} = \frac{21,7 \text{ Kg} \cdot 2,1 \text{ cm}}{24 \cdot 2,1 e^6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0,1 \text{ cm}^4} [4 \cdot (2,1 \text{ cm})^2 - 3 \cdot (8,4 \text{ cm})^2] = 0,02 \text{ mm}$$

$$I = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi (1,2 \text{ cm})^4}{64} = 0,1 \text{ cm}^4$$

Si bien los factores de seguridad obtenidos son elevados, lo que hace pensar en un sobredimensionado de la pieza, se mantiene el diámetro original por cuestiones constructivas de acuerdo a lo referido al principio de esta sección.

6.4.2. Verificación por fatiga

La verificación a fatiga se realiza para tensiones normales por ser éstas las más críticas, de acuerdo al elevado factor de seguridad obtenido en la sección anterior para esfuerzos cortantes.

Los siguientes factores afectan el límite de resistencia a la fatiga:

Factor de superficie k_a : se calcula según (Shigley, 2008): $k_a = a \cdot (\sigma_r)^b$

En este caso para maquinado en frío el factor resulta: $a = 4,51$ y $b = -0,265$

$$k_a = 4,51 \cdot (320 \text{ MPa})^{-0,265} = 0,98$$

Factor de tamaño k_b : como el eje es no rotativo, el factor de Marin se calcula con un diámetro equivalente:

$$d_e = 0,37 \cdot D = 0,37 \cdot 12 \text{ mm} = 4,44 \text{ mm}$$

$$k_b = \left(\frac{4,44 \text{ mm}}{7,62} \right)^{-0,107} = 1,06$$

Por las reducidas dimensiones de la pieza, el factor de tamaño da mayor que 1 así que se puede considerar que el tamaño de la pieza no afecta su resistencia a la fatiga y el factor se toma igual a 1.

Factor de confiabilidad k_c : se utiliza por la dispersión de los datos de resistencia a la fatiga considerando la mitad del σ_r . Los datos que presentaron Haugen y Wirching muestran desviaciones estándar de la

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 47 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

resistencia a la fatiga de menos de 8%. Por lo tanto, el factor de confiabilidad aplicable para una distribución de probabilidad gaussiana es:

$$k_e = 1 - 0,08 \cdot z_a$$

Para una confiabilidad del valor de resistencia a la fatiga del 90 %, $z_a = 1,288$ y el factor de confiabilidad resulta:

$$k_e = 0,897$$

Factor de temperatura k_d : como la pieza se encuentra a temperatura ambiente el factor es simplemente 1, tabla 6.4 de (Shigley, 2008).

Factor de carga k_c : se toma $k_c = 1$ para carga a flexión (Shigley, 2008).

El límite de resistencia a la fatiga para esta pieza resulta:

$$\sigma_{fat} = k_a k_b k_c k_d k_e \sigma_{-1} = 0,98 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,897 \cdot 1630 \frac{Kg}{cm^2} = 1430 \frac{Kg}{cm^2}$$

El esfuerzo fluctuante es del tipo que se muestra en la figura 6.17 en donde el esfuerzo mínimo σ_{min} se debe al peso a soportar por el eje y el alternante es producido por la aceleración del conjunto de corte.

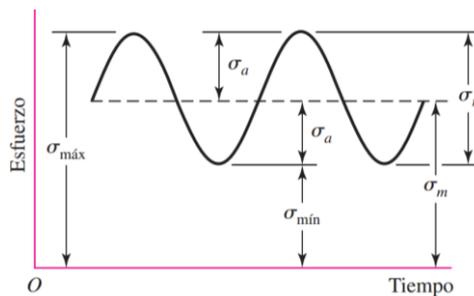


Figura 6.17 Esfuerzo fluctuante

El esfuerzo mínimo σ_{min} está dado por el Mf_{min} que produce el peso del conjunto. El máximo σ_{max} es el que se definió en el caso de carga estática.

$$Mf_{min} = \frac{25,3 \text{ Kg}}{2} 2,1 \text{ cm} = 26,6 \text{ Kgcm}$$

$$\sigma_{min} = \frac{Mf_{min}}{W_f} = \frac{26,6 \text{ Kgcm}}{0,17 \text{ cm}^3} = 156,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Los esfuerzos característicos amplitud y medio se calculan como:

$$\sigma_a = \left| \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \right| = \left| \frac{268,2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} - 156,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{2} \right| = 56 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{268,2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} + 156,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{2} = 212,25 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El criterio de falla por fatiga utilizado para el cálculo es el de Goodman. El factor de seguridad calculado según este método es:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 48 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$\eta_{\sigma} = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{\sigma_{fat}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_r}} = \frac{1}{\frac{56}{1430} + \frac{212,25}{3260}} = 9,5$$

Por lo tanto la pieza verifica a fatiga.

7. Verificación de la chapa portante

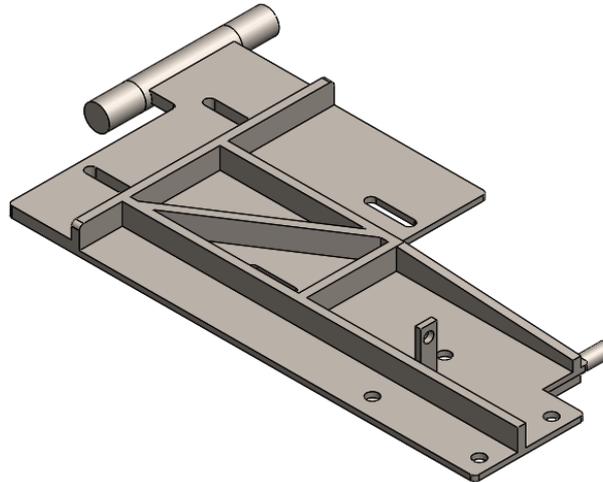


Figura 7.1 Chapa portante del mecanismo de elevación

Su función es la de soportar todo el sistema de corte cuando éste sube y baja en una operación de corte. Debe poseer adecuada rigidez a fin de no inducir vibraciones en los puentes y evitar que la sierra se incline excesivamente, induciendo esfuerzos no deseados en la misma y afectando la perpendicularidad del corte.

La pieza se realiza en acero SAE 1010 y comprende una chapa de ¼" de espesor que pivota respecto a la estructura del puente mediante un eje de 30 mm soldado a la misma y dos unidades de rodamientos tipo UCP 206. En el otro extremo se ubica un perno en donde se sujeta el cilindro neumático. Sobre la chapa base se sueldan una serie de refuerzos a fin de dotarla de mayor rigidez torsional y de mayor resistencia en zonas críticas.

La verificación a esfuerzos y deformaciones se realiza mediante calculo por elementos finitos, utilizando el software Ansys.

7.1. Configuración del Modelo

Se modela el problema a partir del cad 3D de la pieza, asignándole el material acero estructural por defecto del software, asumiendo un comportamiento lineal. El tipo de elemento y mallado de realizan utilizando el método automático del software.

7.1.1. Cargas

Para la simulación de la chapa portante se aplican las siguientes cargas:

- Peso del motor, afectado por la aceleración durante ascenso: 69 Kg.
- Peso del conjunto de la sierra circular, afectado por la aceleración: 17 kg.
- Tensión de las correas: 26 Kg.
- Peso de la chapa: 10 Kg.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 49 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

7.1.2. Vinculación de la pieza

Soportes de rodamientos: Debido a que los rodamientos de apoyo se fijan a los puentes, a los alojamientos de la pieza vinculada a los mismos, se les asignan soportes de tipo cilíndrico, por lo tanto solo pueden girar sobre su eje.

Vinculación al cilindro neumático: Dada la relación entre la rigidez de la chapa y la del cilindro neumático, el cual posee un vástago esbelto montado sobre sellos, puede considerarse sin mayor error que el perno de la chapa puede girar acompañando la deformación de la misma y desplazarse, salvo en la dirección del vástago del cilindro. Por lo tanto se utiliza un soporte cilíndrico que solo le restringe el movimiento en la dirección vertical.

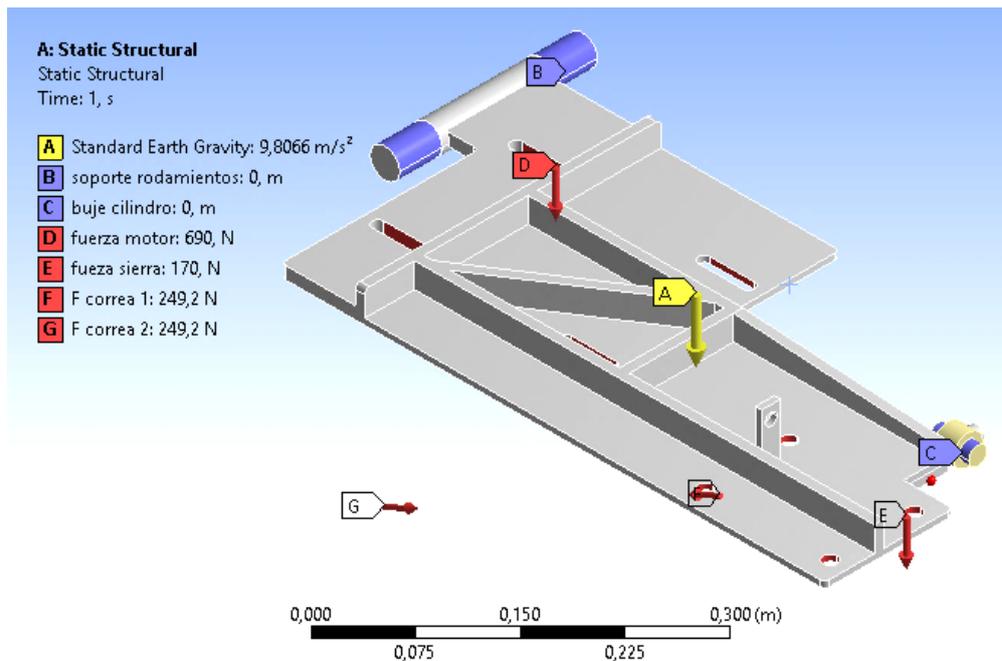


Figura 7.2 Configuración del modelo en Ansys

7.2. Resultados de simulación

En la figura 7.3 se muestran las tensiones de Von-Mises obtenidas refinando la maya hasta obtener una convergencia del 3% en los resultados.

Las zonas más tensionadas se dan en el perno sobre el que actúa la horquilla del cilindro elevador y en la proximidad de la unión al eje de rotación. Las tensiones en esa zona alcanzan los 678 Kg/cm².

En la figura 7.4 se observan los resultados de las deformaciones. Debe tenerse en cuenta al evaluar los resultados que la simplificación del modelo es conservadora ya que tanto el motor como el montaje del árbol se comportan como estructuras capaces de rigidizar la pieza.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 50 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

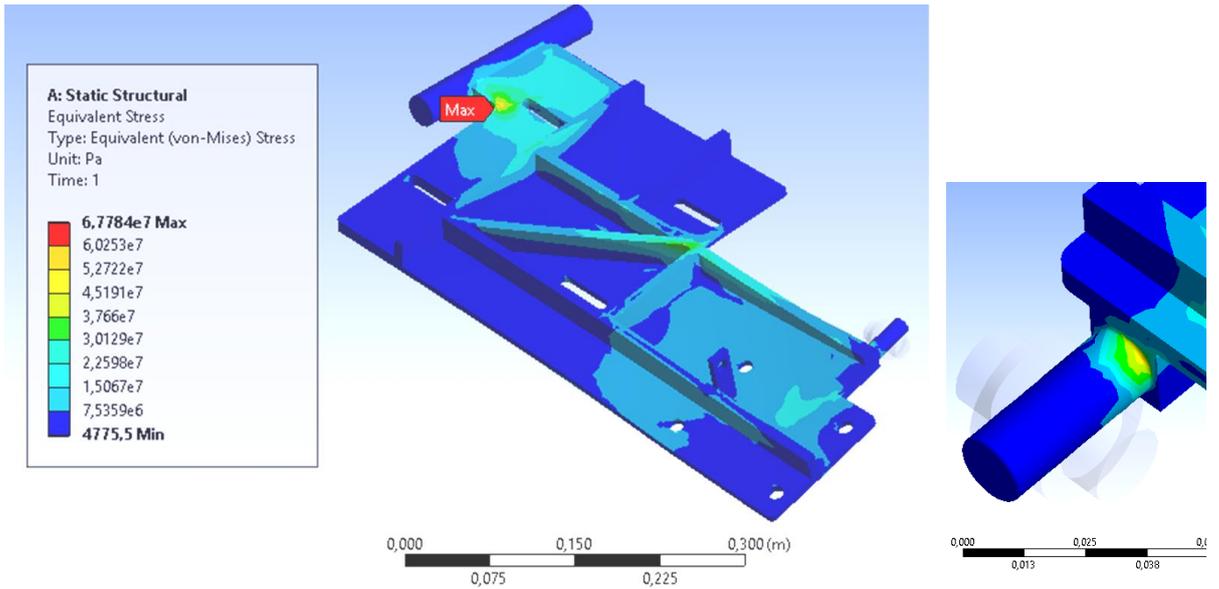


Figura 7.3 -Solución – tensiones de Von Mises

Se obtuvo una deformación máxima de 0,9 mm en el extremo donde se hallan las poleas del árbol, con un giro de 0,3° aproximadamente, lo cual no excede la desalineación entre poleas recomendada por los fabricantes de aproximadamente 0,5°.

Desde el punto de vista de la sierra, la deformación torsional implica un desplazamiento del filo cortante sobre un radio normal a la chapa de aproximadamente 0,8 mm. Por lo tanto, el nivel de deformación obtenido está de acuerdo con lo esperado y permite el correcto funcionamiento de los sistemas de elevación y corte.

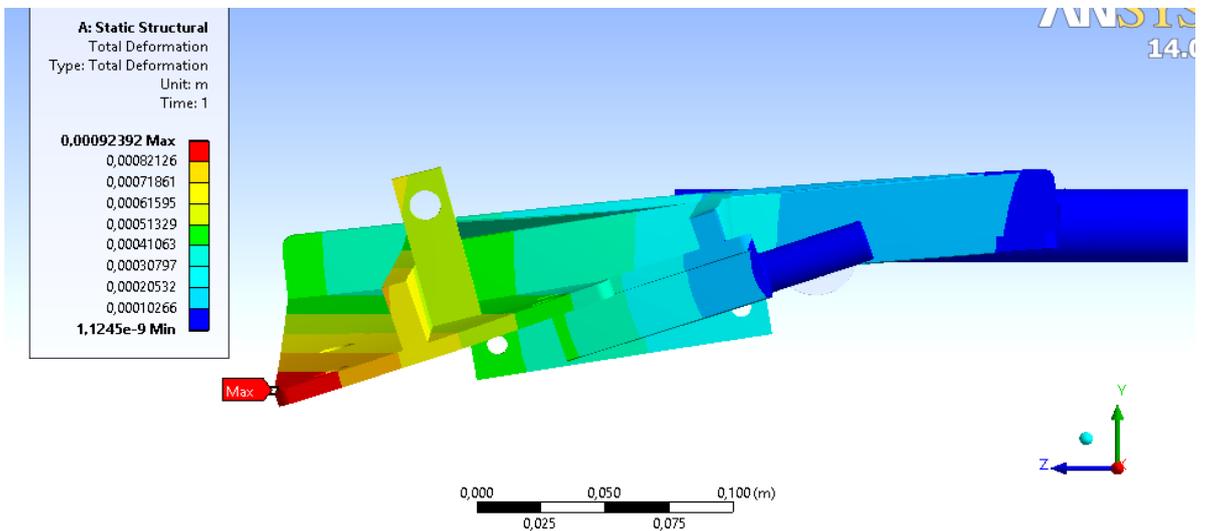


Figura 7.4 Solución de las deformaciones de la pieza

7.3.Verificación de las tensiones

Siendo el límite elástico para este acero de 1800 Kg/cm², el mínimo factor de seguridad estático que se da en la pieza es de 2,6 y por lo tanto se verifica la resistencia.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 51 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Verificación a fatiga

Debido a las aceleraciones en la carrera de ascenso y descenso, especialmente en los límites de las mismas donde el mecanismo se frena con el actuador trabajando a tope, las tensiones cambian de signo y por lo tanto las arriba calculadas se consideran de tipo simétricas a fin de realizar un cálculo conservador. Considerando esto se tienen los siguientes esfuerzos característicos y factores:

$$\sigma_a = \sigma_{max} = 678 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\sigma_m = 0$$

Factor de concentración de tensiones

$$kt = 1 \text{ (efecto incluido en calculo por E.F)}$$

Factor de terminación superficial

$$ka = a \cdot \sigma_r^b$$

Considerando una calidad como maquinado, de la figura 4.9 se tiene:

$$ka = 4,51 \cdot 320^{-0,265} = 0,97$$

Factor de tamaño

$$d_e = 0,37 \cdot D = 0,37 \cdot 16 \text{ mm} = 5,92 \text{ mm}$$

$$kb = \left(\frac{5,92 \text{ mm}}{7,62} \right)^{-0,107} \approx 1$$

Límite de resistencia a la fatiga de la pieza:

$$\sigma_{fat} = \sigma_{-1} \cdot kt \cdot ka \cdot kb = 1630 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1581 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Utilizando criterios de falla conservadores como el de Goodman, se obtiene un factor de seguridad a la fatiga aceptable.

$$\eta_\sigma = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{\sigma_{fat}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_r}} = \frac{1}{\frac{678}{1581} + \frac{0}{3260}} = 2,3$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 52 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

8. Cálculo y selección de los sujetadores

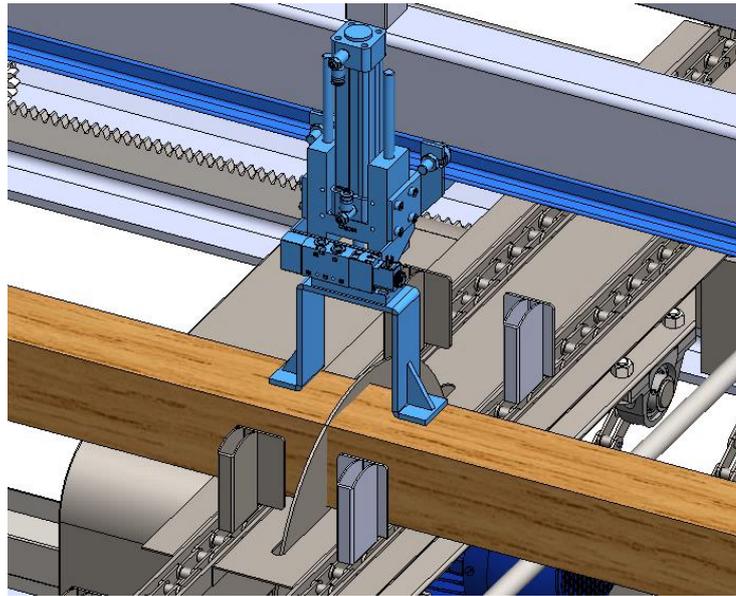


Figura 8.1 Sistema de sujeción de tablas

Cuando la sierra circular corta el mazo de tablas realiza una fuerza en sentido principalmente tangencial sobre las mismas, que tiende a mover las tablas sobre cada puente. Si no se sujeta el mazo con algún mecanismo las tablas pueden correrse del centro del eje de la circular provocando un corte incompleto. Los cilindros neumáticos que hacen de sujetadores se encargan de aumentar la fuerza de fricción que existe entre tablas y entre tabla y acero a fin de que las sierras no las corran de lugar.

El mecanismo, alineado sobre la zona de corte, consta básicamente de una planchuela plegada (sujetador) capaz de apretar la madera a ambos lados de la hoja de sierra, accionada por un cilindro neumático.

8.1.Fuerza de apriete necesaria

La fuerza tangencial que produce la sierra sobre la tabla se calcula de la siguiente manera. La potencia de corte necesaria es de 4 KW, y la velocidad angular es de 2900 rpm por lo que el par transmitido a la circular es de:

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{4000 \text{ W}}{2900 \text{ rpm}} = \frac{4000 \text{ W}}{304 \text{ 1/s}} = 13,1 \text{ Nm}$$

Entonces la fuerza tangencial de la circular es:

$$F_{t_c} = \frac{T}{D/2} = \frac{13,1 \text{ Nm}}{0,2 \text{ m}} = 66 \text{ N} = 6,6 \text{ Kg}$$

La fuerza de fricción de las tablas debe ser mayor a la tangencial para asegurar que el mazo de tablas se mantenga en el lugar.

Los cilindros neumáticos más chicos de la serie ISO 15552, comúnmente utilizados, tienen un émbolo de 32 mm y pueden producir una fuerza de 48 Kg con 6 bares de presión.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 53 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

La fuerza de fricción depende del coeficiente de fricción estático y de la fuerza normal. En el mazo de tablas intervienen dos coeficientes de fricción, uno es el que existe entre acero y madera, y que corresponde a la tabla inferior del mazo apoyada en el puente, y el otro es entre madera y madera que corresponde al resto de las tablas. El primero tiene un valor de 0,6 y el segundo de 0,7 como se muestra, por lo tanto, en el cálculo se utiliza el primer coeficiente.

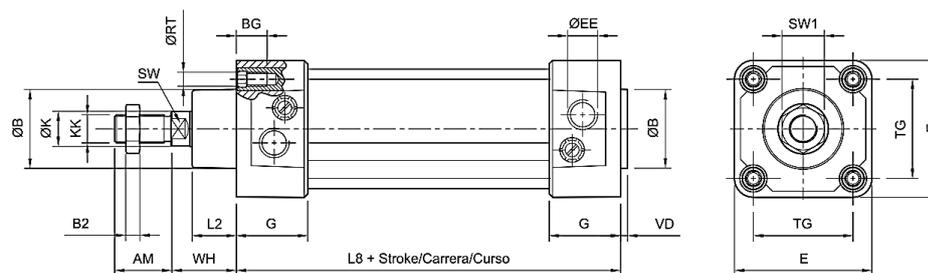
La fuerza normal es la suma del peso del mazo de tablas más la fuerza del apretador correspondiente. Sin embargo, tanto la cantidad de tablas que puede haber en el mazo como el espesor de las mismas es variable, por lo que se decide simplemente despreciar el factor peso de las tablas. El rozamiento debe ser suficiente con una tabla fina y con el mazo entero. Dicho esto, la fuerza de fricción ocasionada por los sujetadores resulta:

$$Fr_a = 0,6 \cdot 48 \text{ Kg} = 29 \text{ Kg}$$

Como la fuerza de rozamiento resulta varias veces mayor que la tangencial de la sierra, se puede bajar la presión del cilindro para que no cargue tanto el puente cuando aprieta el mazo de tablas.

8.2. Selección del cilindro neumático

Se selecciona un cilindro marca Micro de la serie CN10 con embolo de 32 mm. La carrera de los cilindros es de 125 mm de manera tal que pueda sujetar desde pilas de tablas de 100 mm de altura hasta una sola tabla de 10 mm en caso de ser necesario.



Ø	AM	ØB	BG	B ₂	ØEE	E	G	ØK	ØKK	L ₂	L ₈	ØRT	SW	SW ₁	TG	VD	WH
32	22	30	17,5	5	G 1/8"	48	29	12	M 10 x 1,25	18	94	M6 x 1	10	16	32,5	4	26

Figura 8.2 Dimensiones del cilindro CN10 de 32mm (Micro)

Para evitar el giro de émbolo del cilindro y mejorar la resistencia mecánica del conjunto se seleccionan guías proveídas por el mismo fabricante, las cuales a su vez proporcionan un sistema de sujeción del cilindro neumático que simplifica el diseño, al poseer orificios roscados que se atornillan a las planchuelas de los sujetadores.

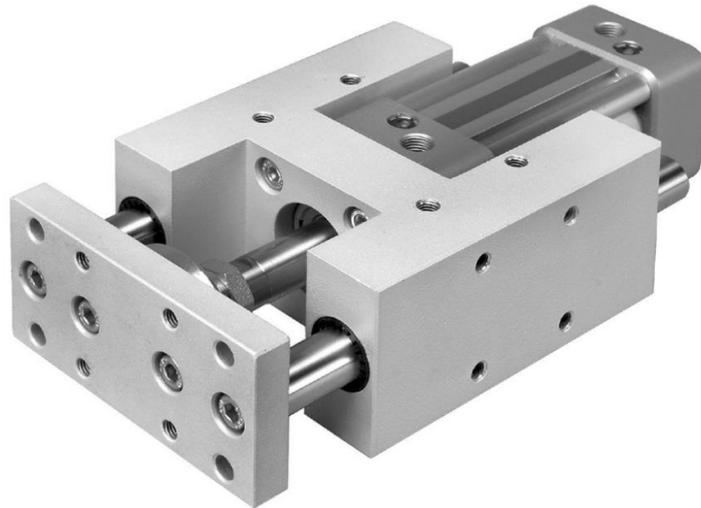


Figura 8.3 Guía H tipo JB para serie CN10 (Micro)

El código de selección que proporciona micro para cilindro de émbolo de 32 mm y 125 mm de carrera es el 0.047.230.125. Por otro lado, el código de la guía 0.047.980.125.

8.3. Diseño del sistema

El diseño de los sujetadores permite moverlos a lo largo de la máquina de manera de poder ubicarlos siempre sobre sus correspondientes puentes. Como el posicionamiento de los puentes en la máquina es manual también lo es el de los sujetadores. Por lo tanto, cuando se decide cambiar la longitud de las tablas, se mueven los puentes hasta la posición deseada y luego se hace lo mismo con los sujetadores. La automatización del proceso es una posibilidad de mejora de la máquina, pero está acompañada de un aumento considerable de la complejidad de la misma y de su costo, y que se desea evitar en esta ocasión.

El desplazamiento se logra, como se observa en la figura 8.1, mediante un carril formado por dos perfiles ángulo soldados a un tubo estructural rectangular que soporta a los sujetadores a lo largo de toda la máquina.

El sistema consta de un carrito que sostiene el cilindro neumático, la válvula de comando y los demás accesorios. Cuatro rodamientos 6200 apoyan sobre los perfiles ángulo del carril, de manera que el carrito pende de los mismos cuando se lo desplaza. El carrito se ajusta en la posición deseada mediante una tuerca mariposa M10 que aprieta el conjunto contra los carriles.

El pequeño valor de las cargas involucradas prácticamente permite el dimensionamiento de las piezas anteriores solo basándose en su construcción y funcionalidad, sin que la resistencia juegue un rol significativo.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 55 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

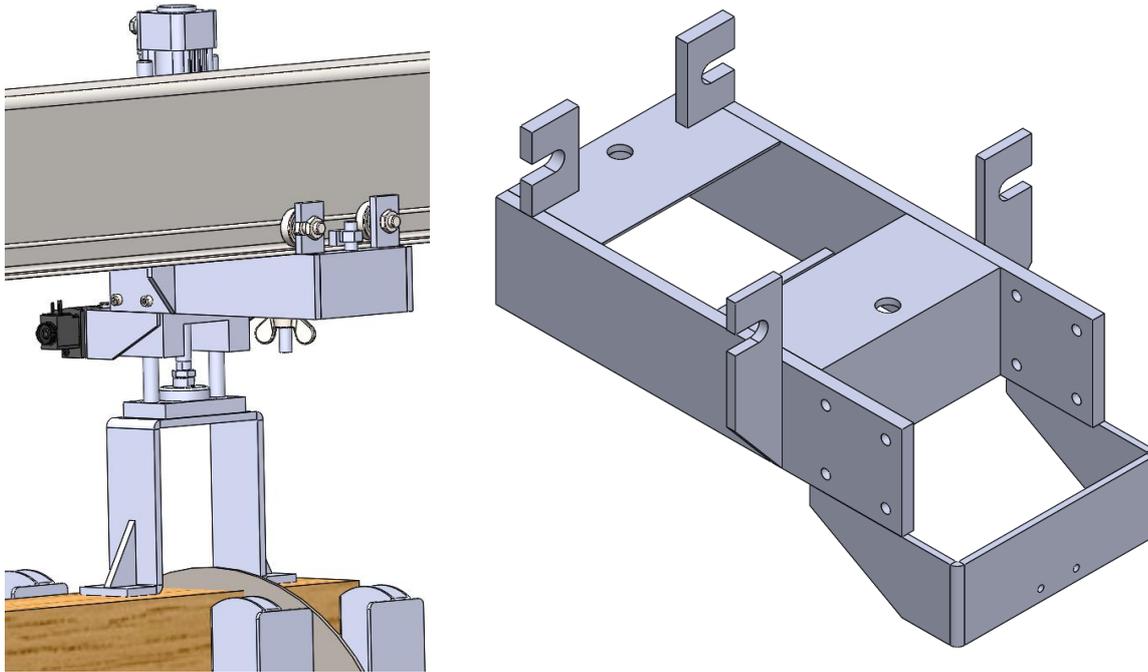


Figura 8.4 Sistema de traslado del sujetador(izquierda) y detalle del bastidor (derecha)

9. Calculo de los puentes de corte

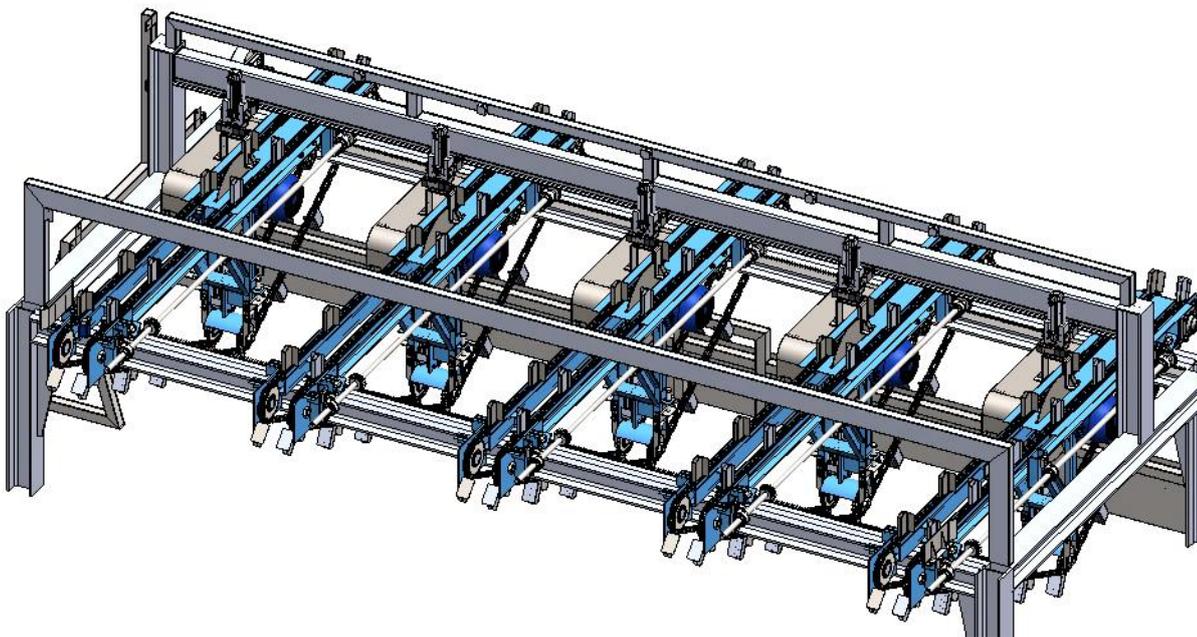


Figura 9.1 Puentes de corte (resaltados)

Este componente, de suma importancia debido a la cantidad de mecanismos que aloja, se verifica tanto a la resistencia como a la deformación, ya que una falla en el mismo dejaría la maquina fuera de servicio y por otro lado la falta de rigidez impacta en la tensión de la cadena de transporte, la estabilidad de las tablas durante el avance y el proceso de corte en general.

Los puentes están formados por dos perfiles UPN 80, cuatro planchuelas de 1" por 3/16" y dos barras de sección cuadrada de 3/8".

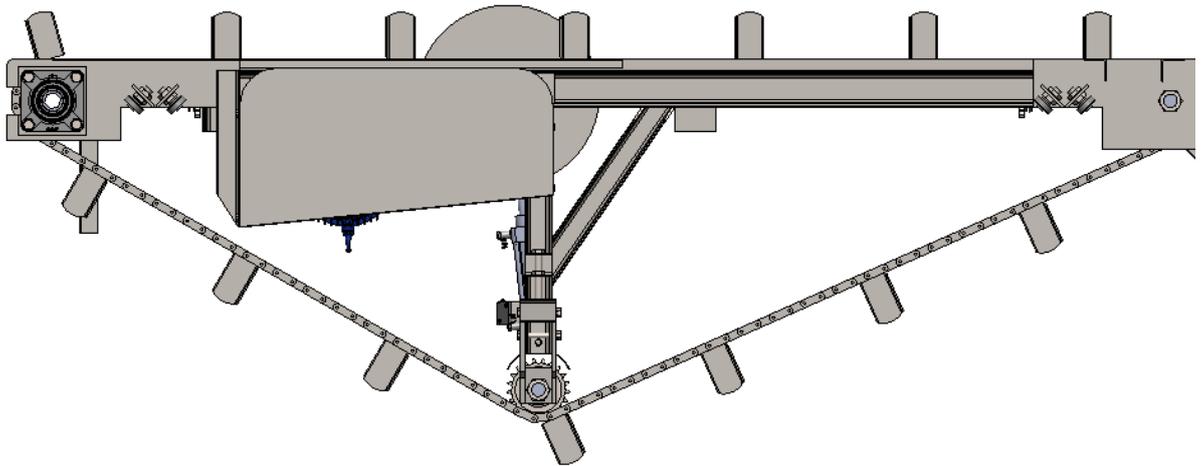


Figura 9.2 Vista lateral del puente

La sección transversal se observa en la figura 9.5. Las planchuelas y las barras cuadradas cumplen funciones de guía del sistema de transporte y apoyo de las tablas como así también funciones estructurales en el puente.

Uno de los perfiles UPN presenta un corte, el cual se observa en la figura 9.3 para permitir el ascenso necesario del eje de la sierra circular, debido a que el diámetro de esta última no se considera modificable. Las dimensiones del recorte son 45 mm de alto por 50 mm de largo. Esto implica una reducción considerable de la sección transversal del puente y la consecuente pérdida de resistencia. Por lo tanto, es indispensable la verificación de la resistencia del puente en dicha zona.

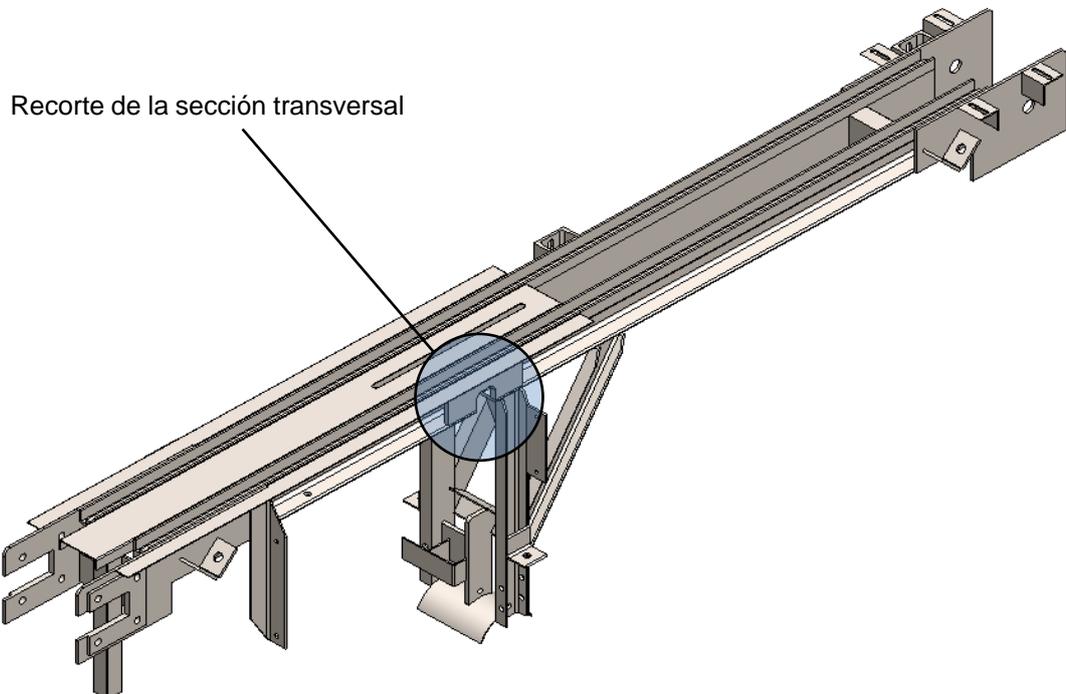


Figura 9.3 Perfil con recorte de su sección y refuerzo

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 57 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

9.1. Vinculación de la pieza

En cada extremo, el puente se vincula a la mesa mediante dos pares de rodamientos que inclinados 90° entre sí, se apoyan y ruedan sobre perfiles L invertidos (ver figura 9.18). La luz entre apoyos es de 1993 mm.

Debido a que esta forma de apoyo no es capaz de transmitir momentos, y a su vez, considerando el juego de los rodamientos y la rigidez de los perfiles L, tampoco se restringen pequeñas deformaciones axiales, puede considerarse el puente de como una viga simplemente apoyada.

9.2. Cargas

Se tienen en cuenta las cargas mencionadas a continuación. En los casos donde intervengan fuerzas de actuadores neumáticos, se consideran las máximas correspondientes al diámetro de los mismos y la presión de aire típica de una instalación neumática, a fin de evitar que una mala regulación dañe la estructura del puente.

Peso propio de la estructura

Es peso de los perfiles, la cadena, el cilindro neumático elevador, las chapas y demás accesorios se considera como una carga puntual a la mitad de la luz, que coincide prácticamente con el centro de gravedad de este conjunto.

Peso de la madera

Se considera el peso máximo estimado de la misma (ver sección 12.3), repartido en los cinco puentes y afectado por un factor de asimetría (mayor que 1). Este factor se aplica ya que el resto de los puentes pueden estar desplazados hacia un lado u otro, implicando que uno de ellos deba soportar una mayor proporción del peso total.

Peso del mecanismo de ascenso

Incluye el motor, la chapa portante, las cajas de rodamiento y el sistema de transmisión de potencia, o sea: el eje, las poleas, la sierra circular, y las bridas de sujeción. La línea de acción, es decir el centro de gravedad del conjunto, se ubica en el centro de los anclajes de este mecanismo.

Fuerza del cilindro sujetador

Representa una carga puntual alineada con el centro del eje de la sierra circular. Este punto, por lo tanto, está a la altura del recorte del perfil UPN 80.

Reacción sierra-madera

Si bien la fuerza radial que ejerce la sierra circular contra la madera en el proceso de corte es despreciable, dada la importancia del puente se considera la eventual situación en la cual la sierra accione contra la madera cortando defectuosamente o bien sin estar girando. En dicho caso, la fuerza radial que la circular ejerce sobre las tablas deja de ser despreciable. Luego, si se analiza la cadena acción-reacción entre la sierra, la madera, y el sujetador, puede observarse que la fuerza máxima ejercida por la sierra sobre la madera está limitada por este último, ya que llega un punto en el cual la madera comienza a levantarse del puente y el cilindro sujetador a retraerse. Ahora bien, se puede dar que la madera haga las veces de viga, es decir se mantenga rígida, y el disco de sierra reaccione contra varios sujetadores, en vez de contra uno solo. En esta situación el cilindro elevador desarrolla su fuerza máxima, y el puente se carga con la misma, descontado el peso del mecanismo de ascenso, ya considerado arriba.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 58 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Del razonamiento anterior se desprenden las siguientes hipótesis:

Hipótesis de cálculo 1 (HC1):

La fuerza máxima se ve limitada por la de un sujetador y está aplicada en el apoyo de la madera contra el puente en la zona de corte. En esta situación se considera que las cargas solicitan igualmente a ambos perfiles del puente.

Bajo esta hipótesis se verifican las tensiones, deformaciones y resistencia a la fatiga.

Hipótesis de cálculo 2 (HC2):

En condiciones anormales, en donde el disco reacciona contra varios sujetadores. Aquí la fuerza máxima posible es la del cilindro elevador y está aplicada en el perfil normal al puente en el que pivota dicho actuador. Adicionalmente, se produce un nuevo momento que produce flexión y torsión. Por último, debido a la ubicación del actuador, éste solicita en mayor medida al perfil del puente que posee el corte en su sección transversal.

Bajo esta hipótesis se verifica la resistencia estática del puente, para corroborar que el mismo no ceda bajo las fuerzas aplicadas.

En la tabla siguiente se resume los valores de las cargas mencionadas.

Cargas aplicadas al puente	
Peso del puente	160 Kg
Peso de la madera	90 Kg
Fuerza cilindro apretador	65 Kg
Fuerza actuador elevador (incluye el contrapeso de 25 Kg)	150 Kg
Peso motor y accesorios	61 Kg

9.3 Hipótesis de cálculo 1

9.3.1 Cargas y solicitaciones

En esta instancia se consideran las cargas repartidas igualmente sobre ambos perfiles del puente. A saber:

Motor:

$$FM = \frac{61}{2} Kg = 30,5 Kg$$

Cilindro apretador:

$$FS = \frac{65}{2} Kg = 32,5 Kg$$

Peso propio del puente más peso de las tablas:

$$FP = \frac{250}{2} Kg = 125 Kg$$

El diagrama de cargas y solicitaciones puede observarse en la figura 9.4. A partir del mismo, considerando las condiciones de equilibrio implican los siguientes valores para las reacciones A y B de la correspondientes a los apoyos.

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow RB = 82 \text{ Kg}$$

$$\sum Fy = 0 \Rightarrow RA = 106 \text{ Kg}$$

Los principales valores de las solicitaciones, correspondientes a los puntos numerados en el diagrama se resumen en la siguiente tabla:

Sección N°	Momento Flector [Kgcm]	Corte [Kg]
1	0	106
2	4565	75
3	7063	43
4	8880	-82
5	0	-82

Las mayores solicitaciones se dan en la sección n° 4. Adicionalmente, debido que en la sección n° 3 se encuentra el corte mencionado en uno de los perfiles UPN, la comprobación de las tensiones se realiza para ambas secciones.

9.3.2. Cálculo de tensiones en secciones críticas

Tal como se indicó, el puente se compone principalmente de dos perfiles UPN 80. A cada UPN se le suelda, en una de sus alas, dos planchuelas de 1" por 3/16" y un laminado cuadrado de 3/8". El resultado es la sección transversal que se observa en la figura 9.5 donde también figuran datos, como los momentos de inercia y el área de la sección, obtenidos por software.

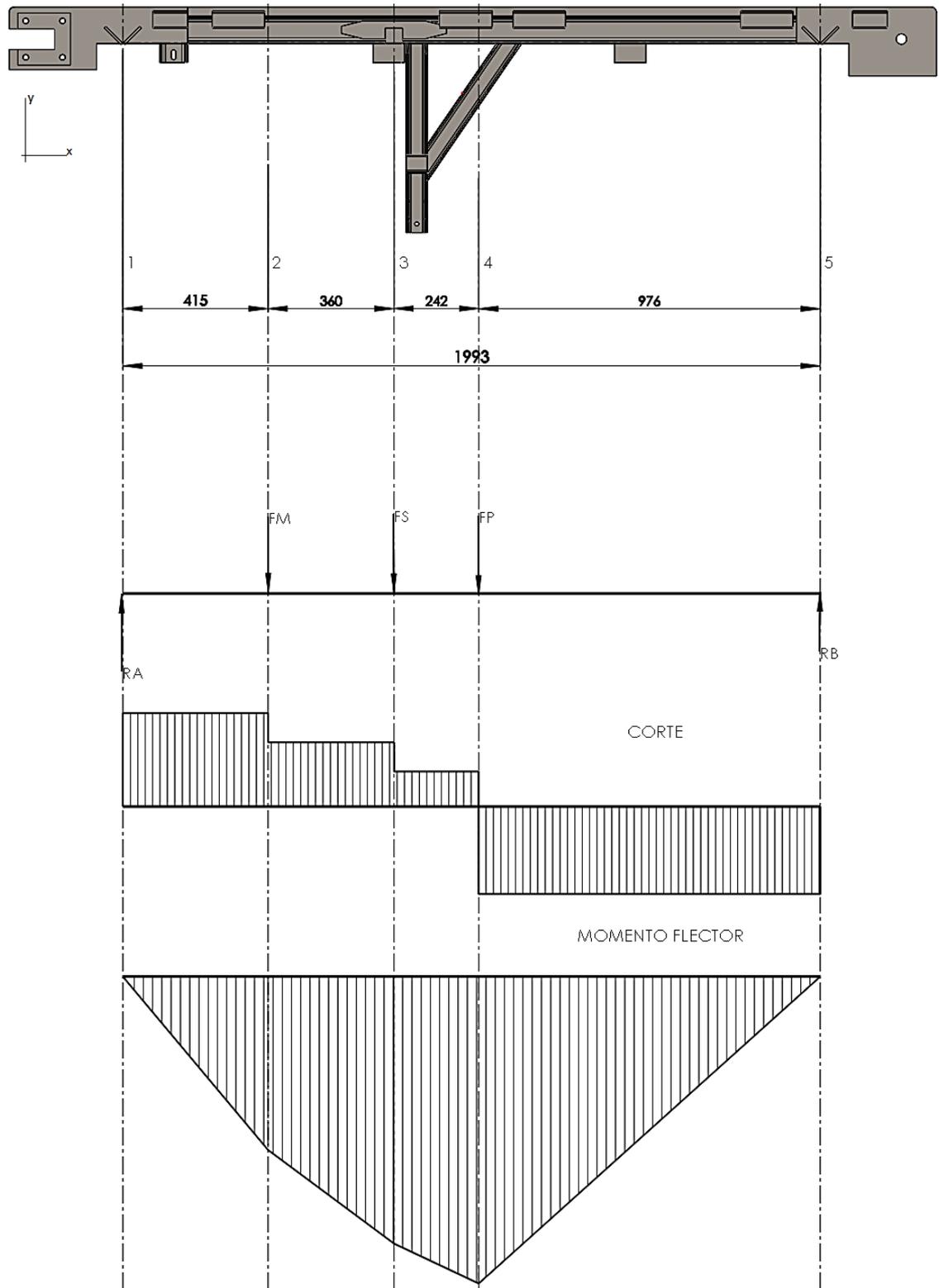


Figura 9.4 Diagrama de cargas y solicitaciones del puente

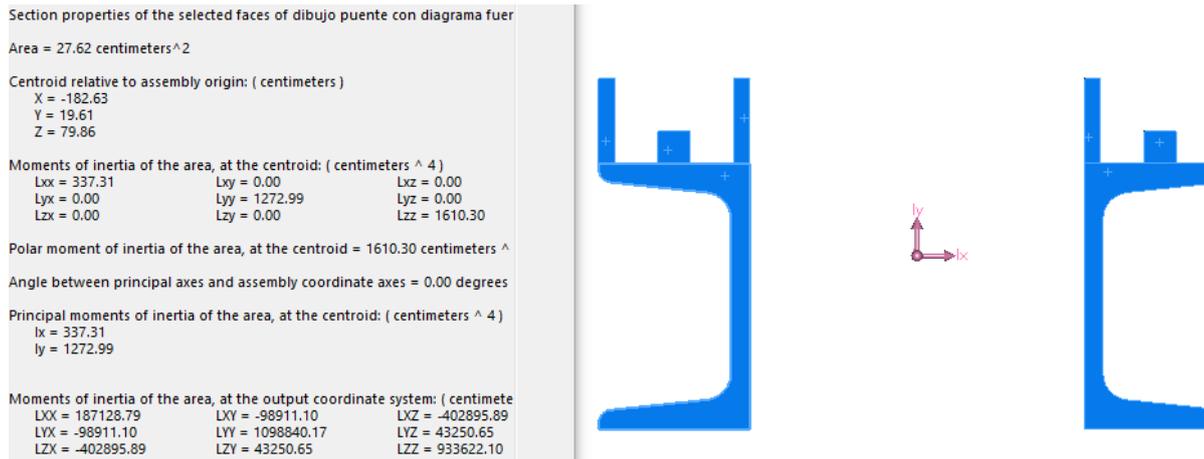


Figura 9.5 Sección transversal del puente

Esfuerzos máximos en esta sección transversal:

Esfuerzos normales:

$$\sigma_{\max(4)} = \frac{Mf_4 \cdot y_{\max}}{I_4} = \frac{8880 \text{ Kgcm} \cdot 5,3 \text{ cm}}{\frac{337}{2} \text{ cm}^4} = 280 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzos de corte en el alma:

El momento estático del área de la parte superior del perfil hasta la línea neutra es:

$$S_e = A \cdot y_{cg} = 8 \text{ cm}^2 \cdot 3 \text{ cm} = 24 \text{ cm}^3$$

Las tensiones de corte en el alma resultan:

$$\tau_{\max(4)} = \frac{Q \cdot S_e}{B_{\text{alma}} I_4} = \frac{82 \text{ Kg} \cdot 24 \text{ cm}^3}{0,5 \text{ cm} \cdot \frac{337}{2} \text{ cm}^4} = 23 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Sección transversal en el punto 3

Composición de la sección

Los requerimientos constructivos imponen el recorte de la sección, con la consecuente eliminación del ala inferior y parte del alma del perfil UPN. Por lo tanto, la disminución del módulo resistente de la sección original debe compensarse agregando material en los lugares permitidos.

Una de las soluciones más sencillas es el agregado de placas obtenidas de chapas laminadas en caliente. La unión con el perfil original debe poder transmitirle los esfuerzos a las placas sin afectar excesivamente su resistencia en la zona de las uniones.

Desde el punto de vista de la deformación residual de la pieza, lo más conveniente resulta utilizar uniones atornilladas. Las mismas, debido a la falta de espacio, deberían realizarse en la zona plana del alma. Los cálculos indican que debido a la magnitud del momento que debe transmitir la unión allí ubicada y el espesor del alma, las tensiones generadas por los agujeros del alma no verifican los coeficientes de seguridad requeridos.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 62 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Otro criterio a tener en cuenta es la facilidad de la fabricación. En este aspecto se supone que la unión atornillada tiene mayores requerimientos de manufactura, ya que a fin de lograr que los tornillos (o los agujeros del alma del perfil UPN) se repartan debidamente la carga, la precisión del maquinado y el ensamble pueden resultar difíciles de lograr en esta pieza.

Debido a lo anterior se opta por uniones soldadas, las cuales presentan el inconveniente de deformar en mayor medida la pieza, debido a las tensiones producidas en las zonas de los cordones. Por otro lado son más fáciles de ubicar y esto último posibilita realizar uniones soldadas en las alas, transmitiendo los esfuerzos con mayor eficiencia al estar alejadas de la superficie neutra de la sección. Este hecho permite minimizar el tamaño de los cordones y así sus efectos negativos.

Se opta por disponer dos placas de $\frac{1}{2}$ '' soldadas a ambos lados del perfil UPN recortado. Una soldada en los extremos de las alas y la otra en el lado opuesto contra el perfil, según las imágenes de la Figura 9.6.

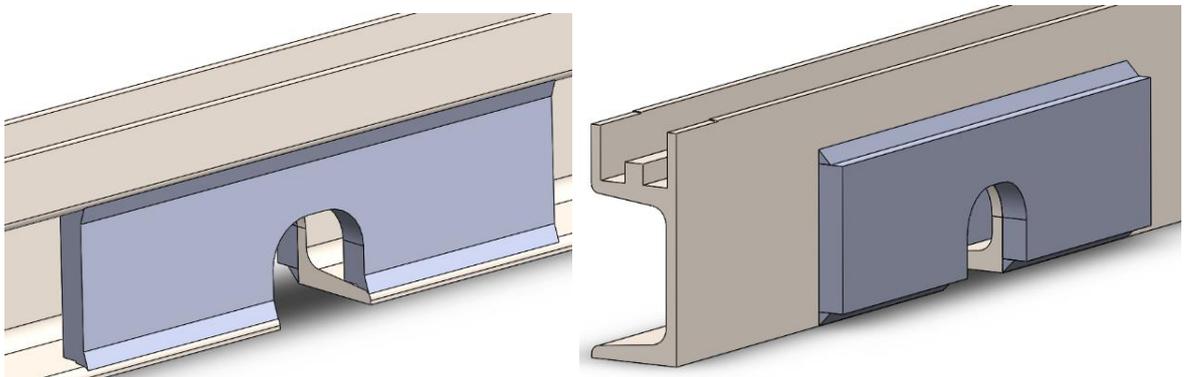


Figura 9.6 Chapas de refuerzo de los recortes

En la figura 9.7 se observan las propiedades de la sección compuesta. Por la disposición de los refuerzos el eje centroidal vertical coincide con el plano de carga, por lo tanto prácticamente se tendrá solo flexión en este plano.

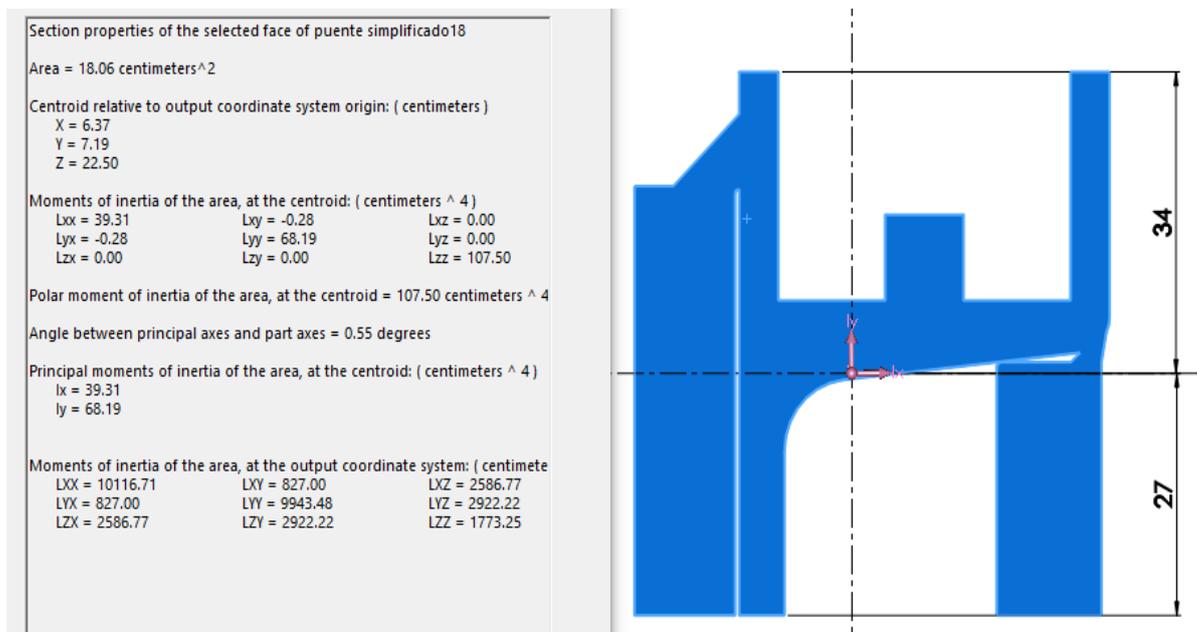


Figura 9.7 Sección mínima en la zona recortada

Adicionalmente, debido a la asimetría de la sección, es probable que la carga no accione sobre su centro de corte y se produzcan solicitaciones torsionales. No obstante, estos efectos se estiman como despreciables desde el punto de vista de la resistencia. El alabeo que puede surgir debido a la luz entre apoyos se considera minimizado por el arriostramiento entre ambos perfiles.

Tensiones normales máximas:

Compresión

$$\sigma_{\text{comp max(3)}} = \frac{Mf_3 \cdot c}{I_3} = \frac{7063 \text{ Kgcm} \cdot 3,4\text{cm}}{39 \text{ cm}^4} = 615 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Tracción

En este cálculo no es posible despreciar el efecto de concentración de tensiones que se produce debido al cambio de sección. Este se cuantifica con un factor teórico de concentración de tensiones, el cual depende de la geometría de la pieza y se estima a partir de los datos publicados en los manuales (Arthur P. Boresi, 2003).

TABLE 14.3 Directions for Use of Figure 14.10 (Neuber) in Finding Calculated Stress Concentration Factor S_{cc} in Bars

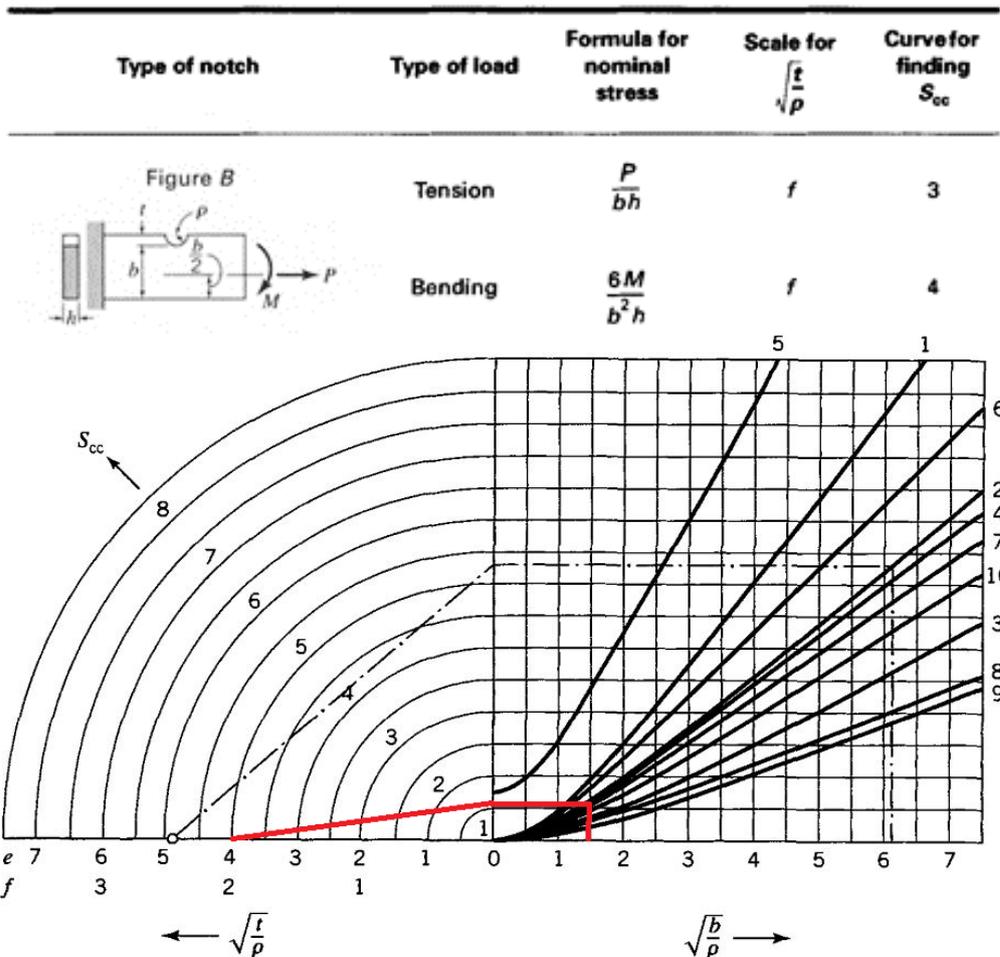


Figura 9.8 (Arthur P. Boresi, 2003)

Del ábaco de la figura 9.8, se obtiene un factor de 1,5, por lo tanto las tensiones resultan:

$$\sigma_{\max(3)} = k_t \frac{Mf_3 \cdot c}{I_3} = 1,5 \cdot \frac{7063 \text{ Kgcm} \cdot 2,7\text{cm}}{39 \text{ cm}^4} = 733 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

9.3.3. Verificación resistencia estática

Con $\sigma_{\max(3)}$ se verifica satisfactoriamente la resistencia estática, teniendo en cuenta la tensión de fluencia del acero SAE 1010:

$$\eta_{\sigma e3} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{\max(3)}} = \frac{1840 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{733 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 2,5$$

Este factor de seguridad es satisfactorio.

9.3.4. Verificación de deformaciones

A continuación, se estiman las deformaciones utilizando funciones de singularidad. A través de las mismas se modelan las cargas puntuales aplicadas y el cambio de sección transversal en la zona recortada. Este último se aproxima como un tramo de 6 cm de longitud con el momento de inercia mínimo de la sección (39 cm⁴). Considerando la siguiente relación:

$$\frac{Mf}{EI} = \frac{d^2y}{dx^2}$$

Se expresa la ecuación de Mf/I para luego obtener los descensos. Para ello se plantea la siguiente ecuación que describe la curva Mf/I de la figura 9.9 mediante la combinación de rampas y escalones, considerando que cada término es igual cero cuando su argumento es negativo.

$$\frac{M}{I} = \frac{RA \cdot x}{I1} + \frac{FM}{I1} \langle x - a \rangle^1 + \frac{FS}{I1} \langle x - b \rangle^1 + \frac{Fp}{I1} \langle x - c \rangle^1 + \Delta M/I_e \langle x - e \rangle^0 + \Delta m_e \langle x - e \rangle^1 - \Delta M/I_f \langle x - f \rangle^0 - \Delta m_f \langle x - f \rangle^1$$

Siendo:

$RA; FM; FS; Fp$ [Kg]: Cargas aplicadas

x [cm]: Coordenada longitudinal considerada

$I1$ [cm⁴]: Momento de inercia mayor de la mayor sección transversal

$\Delta M/I_e; \Delta M/I_f$ [$\frac{\text{Kgcm}}{\text{cm}^4}$]: Salto en el valor de Mf/I debido al cambio en el momento de inercia de la sección

$\Delta m_e; \Delta m_f$ [$\frac{\text{Kgcm}}{\text{cm cm}^4}$]: Variación de la pendiente de la curva en los puntos considerados

$a; b; c; d; e; f$: Coordenadas donde ocurren las discontinuidades

E [$\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$]: Módulo de elasticidad del acero

Luego integrando dos veces y solucionando las constantes de integración imponiendo descensos nulos en los vínculos, se obtiene:

$$E \cdot y = \frac{RA \cdot x^3}{6 I1} + \frac{FM}{6 I1} \langle x - a \rangle^3 + \frac{FS}{6 I1} \langle x - b \rangle^3 + \frac{Fp}{6 I1} \langle x - c \rangle^3 + \frac{\Delta M}{2} \langle x - e \rangle^2 + \frac{\Delta m_e}{2} \langle x - e \rangle^2$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 65 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$-\frac{\Delta M}{6} \langle x - f \rangle^3 - \frac{\Delta m_f}{6} \langle x - f \rangle^3 - C1 x$$

Parámetros:

RA; FM; FS; FP	103; -30,5; -32,5; -125	C1	-3555
a	42	I1	169
b	77	I2	39
c	100	$\Delta M/I_e$	134,58
d	199	$\Delta M/I_f$	-141,59
e	74	Δm_e	1,489
f	80	Δm_f	-1,283
E	2,1 E6		

Resultados:

x	y	x	y	x	y
0	0	80	-0,109	105	-0,111
20	-0,033	90	-0,111	110	-0,110
40	-0,064	95	-0,112	120	-0,106
60	-0,091	100	-0,112	140	-0,090

Se obtiene un descenso máximo de 1,1 mm, prácticamente a la mitad de la luz del puente. Esto verifica el criterio de deformación comúnmente empleado de 0,05% de la distancia entre apoyos.

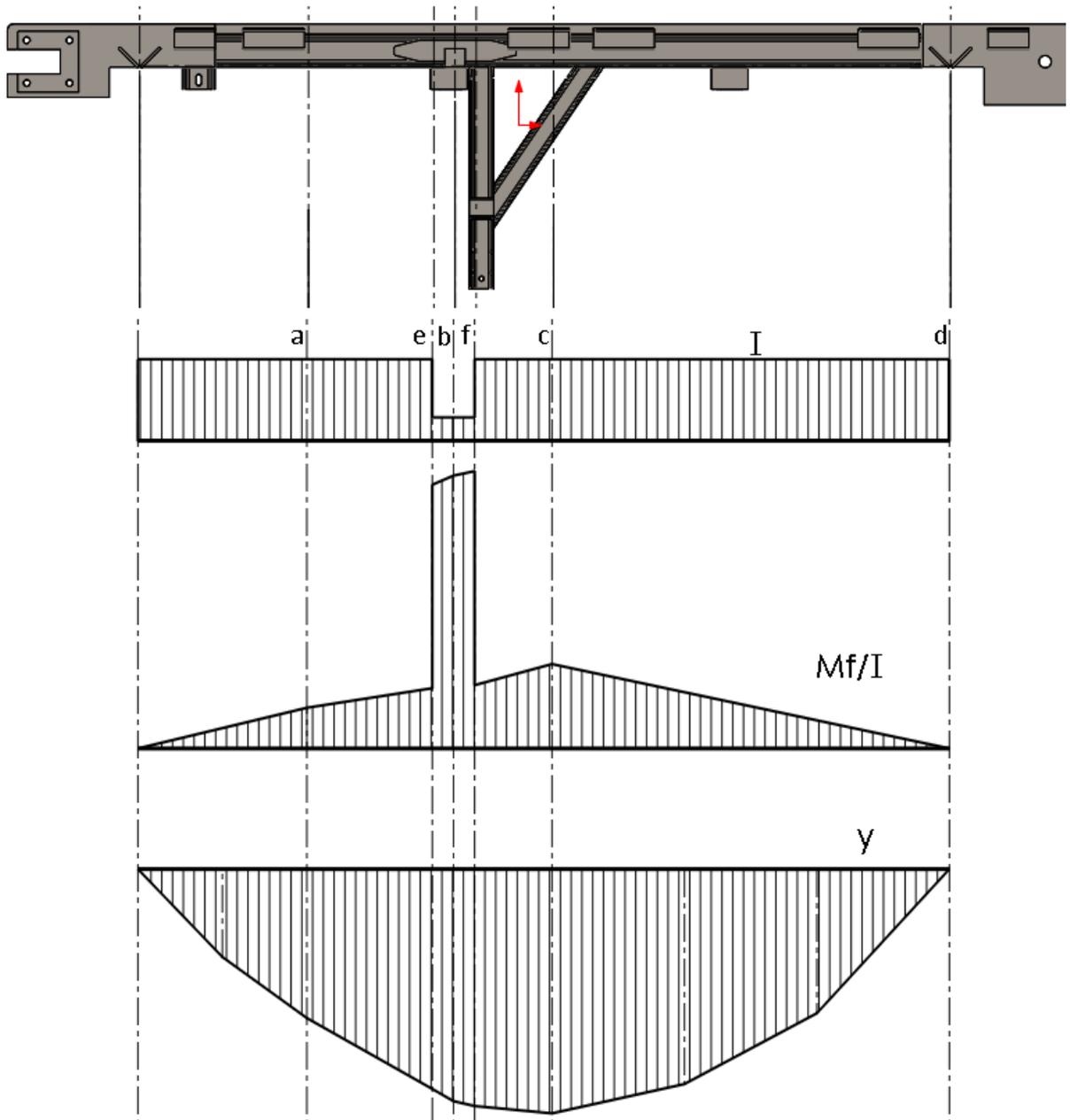


Figura 9.9 Diagrama de las funciones de singularidad para el cálculo de los descensos

9.3.5. Verificación a fatiga

En la sección 9.3.3 están calculados los esfuerzos máximos de esta pieza, los cuales se dan en las sección transversal n°3 del diagrama de cargas. Considerando que la carga FS, que produce el apretador sobre el puente, es de tipo pulsante, se realiza una verificación de la resistencia a la fatiga.

La verificación se realiza bajo la hipótesis de que transitoriamente, en cada operación de corte, debido a un apoyo defectuoso de la madera en el puente, el perfil recortado debe soportar toda la carga del sujetador, la cual se considera de tipo pulsante. Por lo tanto las tensiones tendrán una componente constante asociada a los pesos y una componente pulsante asociada al sujetador, tal como en el caso de la figura 6.17.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 67 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Propiedades del material:

Acero estructural IRAM IAS U500-503/03, equivalente a SAE 1015 o DIN 10025 grado S 235 y refuerzos de SAE 1010 Laminado en caliente, por lo tanto se utilizan las propiedades de este último.

$$\text{Límite de fluencia: } \sigma_f = 1840 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\text{Límite de rotura: } \sigma_r = 3260 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\text{Límite de fatiga en viga rotatoria: } \sigma_{-1} = 0,55 \sigma_r = 1790 \frac{Kg}{cm^2}$$

Realizando un cálculo análogo a la sección 6.4.2 se tiene:

$$\sigma_{\max(3)} = 921 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\sigma_{\min(3)} = 590 \text{ Kg/Cm}^2$$

Y los esfuerzos característicos son:

$$\sigma_{a(3)} = \frac{921 - 590}{2} = 165,5 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\sigma_{m(3)} = \frac{921 + 590}{2} = 755,5 \text{ Kg/Cm}^2$$

Factores de reducción de la resistencia a la fatiga (Shigley)

Factor de terminación superficial

$$k_a = a \cdot \sigma_r^b$$

Considerando una calidad como laminado en caliente, se tiene:

$$k_a = 57,7 \cdot 390^{-0,718} = 0,79$$

Factor de tamaño

Considerando a la sección como un rectángulo de base b y altura h, con un área de 18 cm² se halla un diámetro equivalente:

$$de = 0,808\sqrt{bh} = 0,808\sqrt{18} = 3,4 \text{ cm} = 34 \text{ mm}$$

Con el mismo se obtiene el factor buscado:

$$k_b = 1,24 \cdot d^{-0,107} = 1,24 \cdot 34^{-0,107} = 0,85$$

Límite de resistencia a la fatiga de la pieza:

$$\sigma_{fat} = \sigma_{-1} \cdot k_b \cdot k_a = 1790 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 0,85 \cdot 0,79 = 1202 \frac{Kg}{cm^2}$$

del criterio de falla de Goodman, se obtiene el factor de seguridad a la fatiga:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 68 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$\eta_{\sigma} = \frac{1}{\frac{\sigma_{a(3)}}{\sigma_{fat}} + \frac{\sigma_{m(3)}}{\sigma_r}} = \frac{1}{\frac{165,5}{1202} + \frac{755,5}{3260}} = 2,7$$

Este valor es aceptable, por lo tanto la pieza verifica a fatiga.

9.3.6 Análisis complementario mediante cálculo por elementos finitos

A fin de complementar y verificar el análisis anterior, se calculan las tensiones por el método de elementos finitos mediante el software Ansys.

Los vínculos se modelan con barras redondas, las cuales se establecen como un contacto sin separación. Esto permite el giro entre las barras y la pieza. Luego, una de las barras se la fija y a la otra se le permite el desplazamiento en el sentido longitudinal del puente. De esta manera se cumplen las hipótesis de vinculación descriptas en 9.1. Las cargas se aplican a las distancias correspondientes. Se utilizan mallado triangular, con métodos de mallado y solucionadores automáticos. Se considera comportamiento lineal del material. En la figura 9.10 se grafica la configuración del modelo.

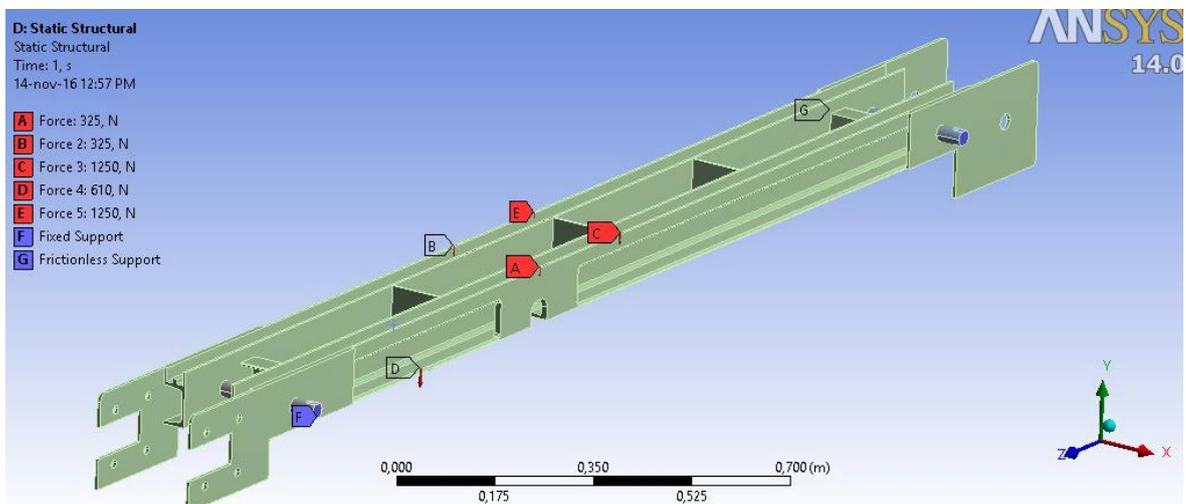


Figura 9.10 Puente - configuración del modelo en Ansys

La solución se itera refinando la malla hasta obtener una variación de las tensiones menor al 3%. Comparando los resultados obtenidos con los previamente estimados se observa un buen nivel de coincidencia.

Tensiones normales

En la figura 9.11 se grafican las tensiones normales en la dirección longitudinal (z). Las mismas alcanzan los 642 Kg/cm². La figura 9.12-a se grafican las tensiones de Von Mises a fin de representar el estado de tensión plano, independientemente de la orientación de los ejes coordenados, obteniéndose 684 Kg/cm². Estos valores de tensiones se refuerzan los coeficientes de seguridad calculados.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 69 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

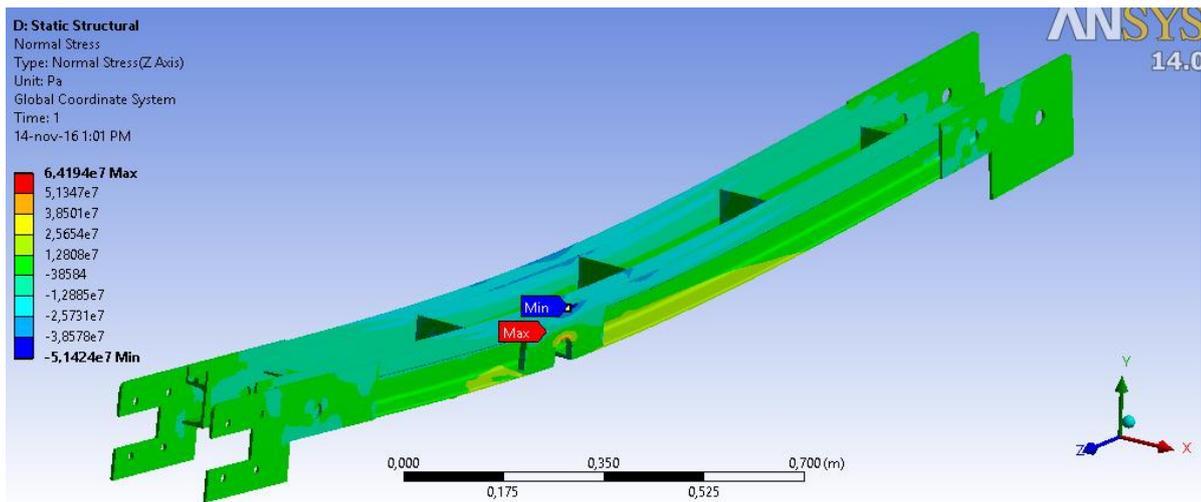


Figura 9.11 Solución- tensiones normales

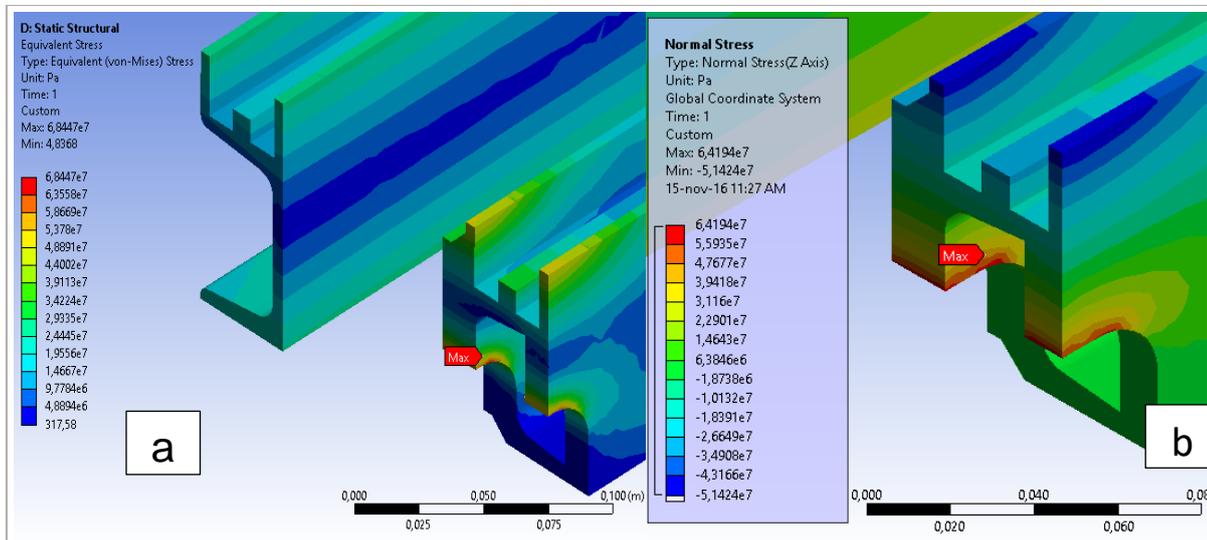


Figura 9.12 Solución - a. tensiones de Von Mises; b. tensiones normales

Los descensos también se obtienen y se observan en la figura 9.13 verificando lo anteriormente calculado.

El descenso máximo es de 1 mm, el cual cumple con la condición del 0,05% de la luz entre apoyos.

9.4. Hipótesis de cálculo 2

En esta hipótesis de cálculo se procede análogamente a la sección anterior, sustituyendo la carga del sujetador por la del actuador inferior.

Debido a lo excepcional que es esta situación de carga, ya que no solo el actuador debería incidir sobre las tablas sin estar la sierra cortando, debiendo fallar para esto los enclavamientos pertinentes, sino también la presión en la alimentación neumática debe ser mayor a 8 bar, se solo se pretende verificar el puente a carga estática.

Nuevamente, los resultados se obtienen imponiendo una condición de convergencia con un 3% de error.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 70 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

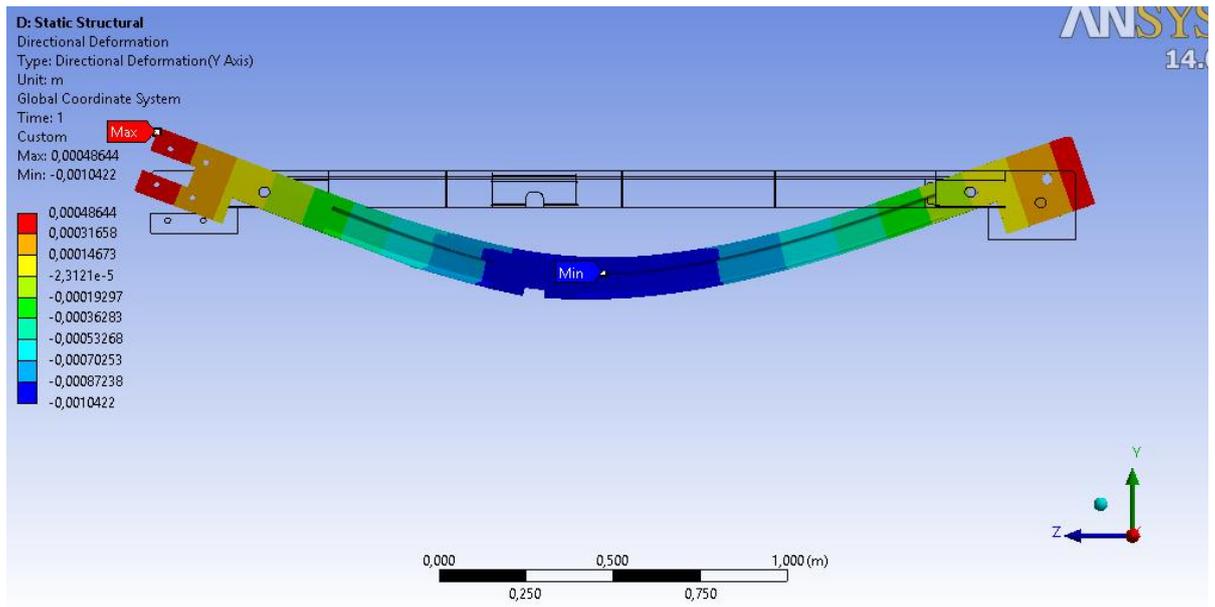


Figura 9.13 Solución. Deformaciones

En la figura 9.15 se observan las tensiones de Von Mises, siendo las máximas de 889 Kg/cm² en la zona recortada. El coeficiente de seguridad estático resulta:

$$\eta_{\sigma 3-H2} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{\max(3)}} = \frac{1840 \frac{Kg}{cm^2}}{889 \frac{Kg}{cm^2}} = 2$$

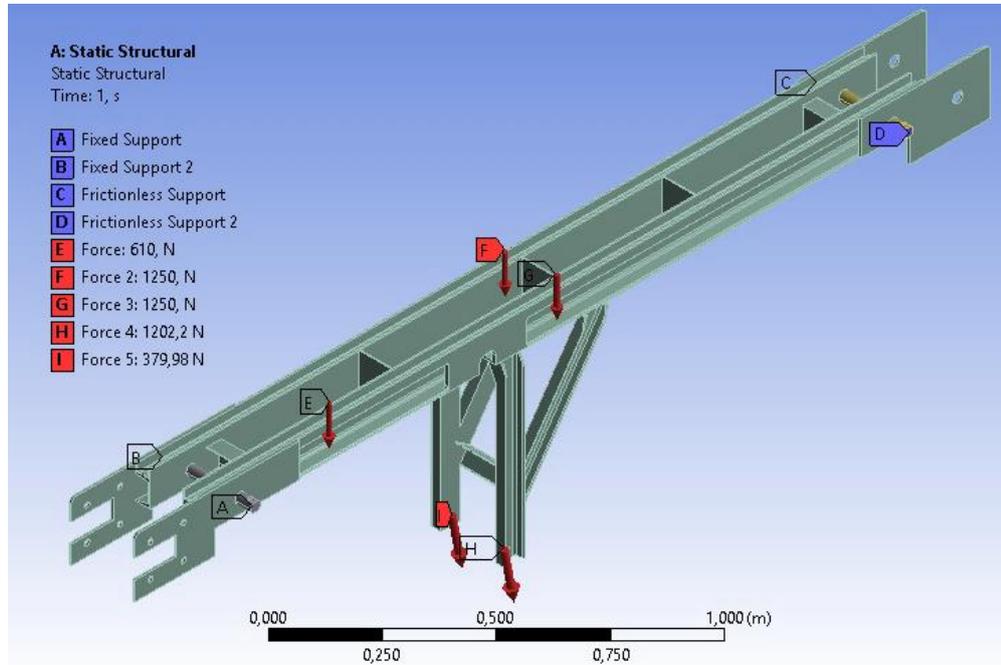


Figura 9.5 Configuración del modelo de la HC2

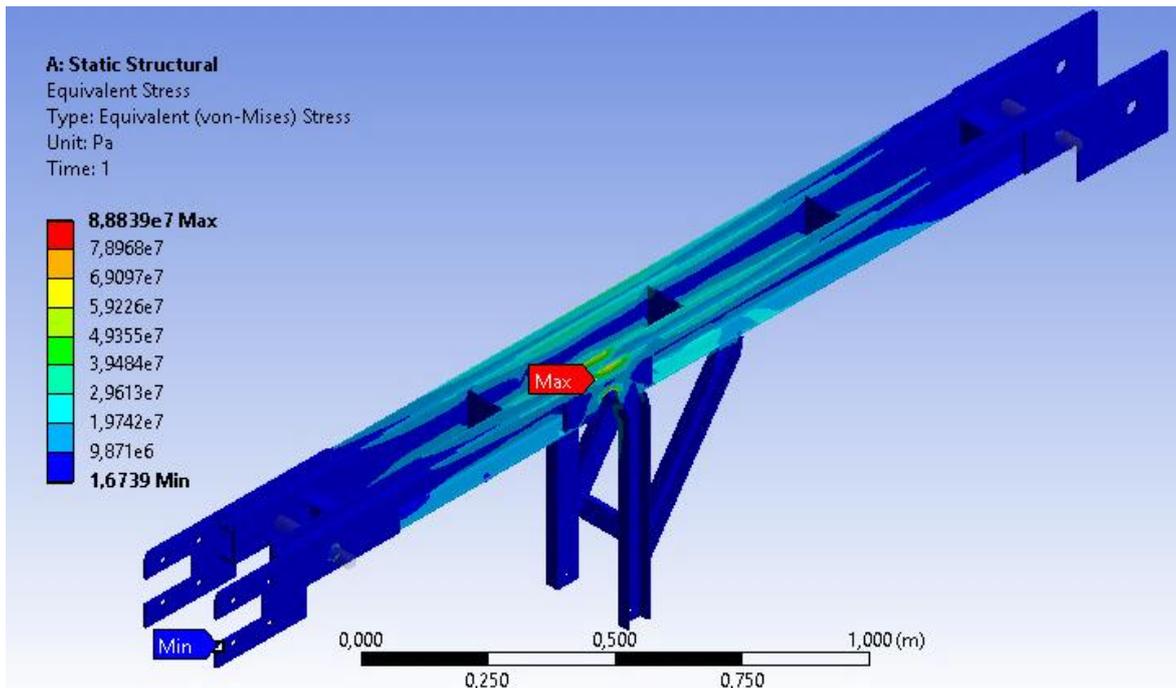


Figura 9.6 Solución. Tensiones de Von Mises

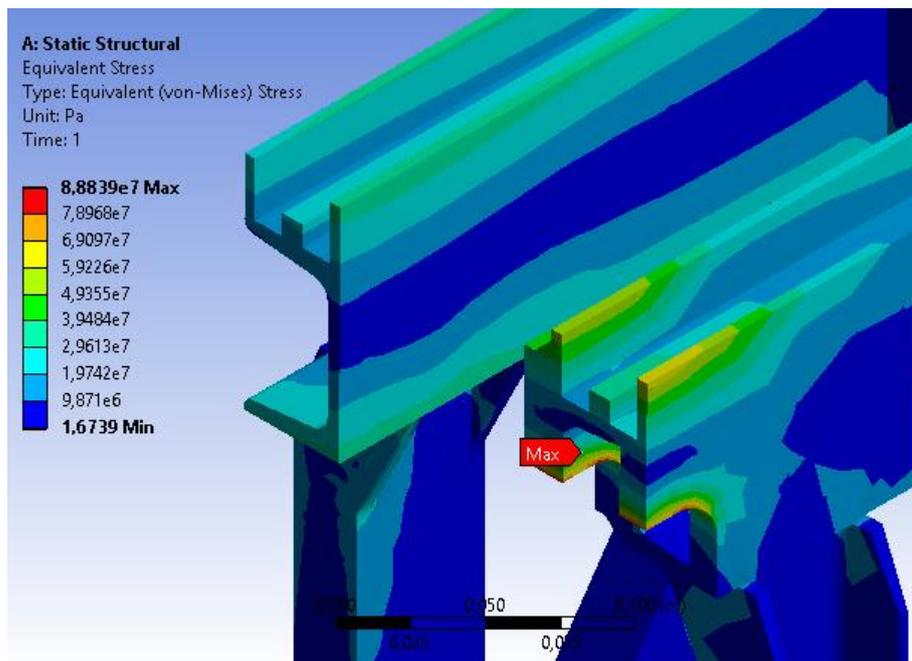


Figura 9.16 Solución HC2. Detalle tensiones de Von Mises en el recorte

9.5. Apoyo y traslación de los puentes

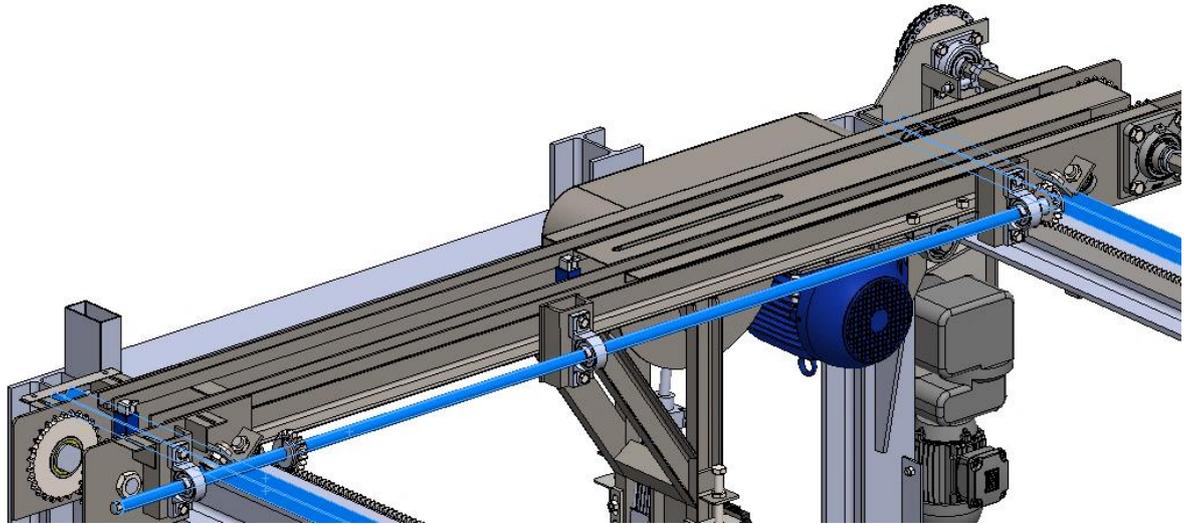


Figura 9.7 Detalle del sistema de traslación

El sistema de movimiento longitudinal de los puentes se realiza con rodamientos apoyados sobre carriles de perfil ángulo ubicados sobre los largueros de la mesa.

Como puede observarse en la figura 9.17 y 9.18 cada puente dispone de ocho rodamientos en total, con cuatro en cada extremo. En los dos largueros de la mesa están ubicados cuatro perfiles ángulo, dos en cada larguero, de 1" por 1/8" de espesor. Los mismos hacen de rieles donde apoyan los rodamientos que, además, están sujetos de manera de poder regular su posición.

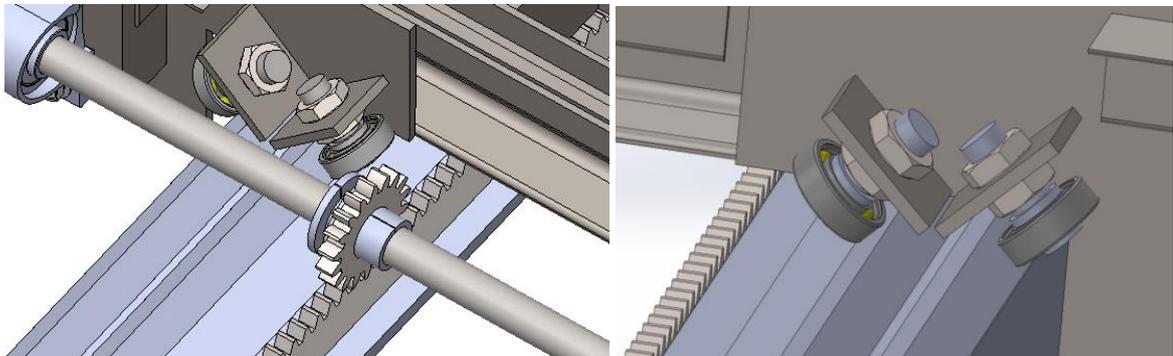


Figura 9.8 Apoyo en cada extremo de uno de los perfiles del puente

Los rodamientos son 6204 y están montados en ejes hechos a medida, roscados y sujetos al puente mediante planchuelas de 1/4" ubicadas a 45°. Con el sistema de tuercas en el eje se logra la regulación en altura del rodamiento, y por lo tanto del puente, con la finalidad de compensar errores de fabricación. Para lograr posicionar de manera precisa cada puente en el lugar requerido, se diseña un sistema de piñón y cremallera que se puede ver en la figura 9.17. Se colocan dos cremalleras en los largueros de la mesa y dos piñones en los extremos de cada puente, unidos entre sí con un eje que está soportado al puente mediante cuatro rodamientos con sus respectivas cajas. El eje se acciona de manera manual mediante una manivela diseñada a tal efecto. Las cremalleras, comúnmente utilizadas en portones eléctricos, son **módulo 4** y **los piñones son de 18 dientes** por razones de espacio

9.5.1. Verificación de los anclajes de los rodamientos

Las planchuelas que sostienen los rodamientos de apoyo de los puentes se modelan utilizando Ansys a fin de verificar las tensiones y deformaciones de las mismas.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 73 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Se considera la punta del puente que posee la mayor reacción (106 Kg). Luego, de los cuatro rodamientos en dicho extremo, se considera que solo dos de ellos apoyan correctamente, y por lo tanto repartíendose entre ambos toda la carga, es decir 53 Kg cada uno. Considerando el diagrama de carga de la figura 9.19, se aísla esta parte del puente y se modela en Ansys.

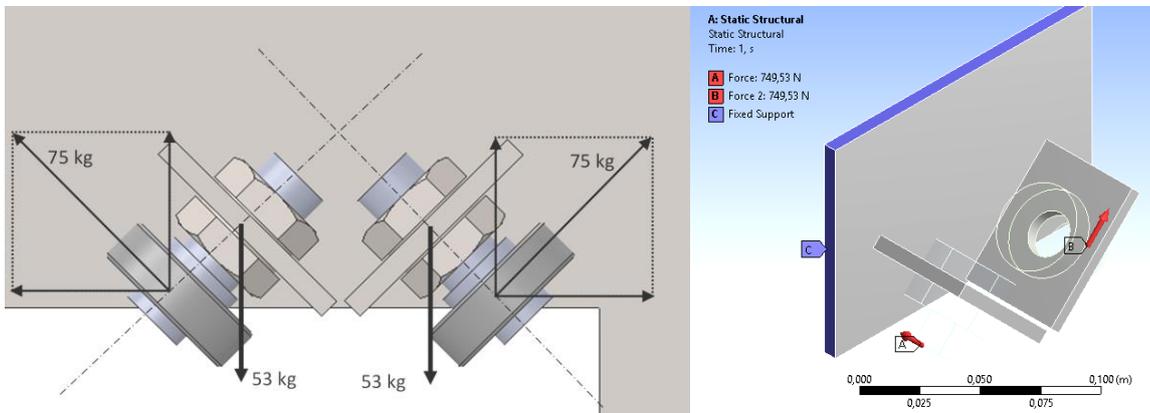


Figura 9.9 Diagrama de cargas y modelo en Ansys

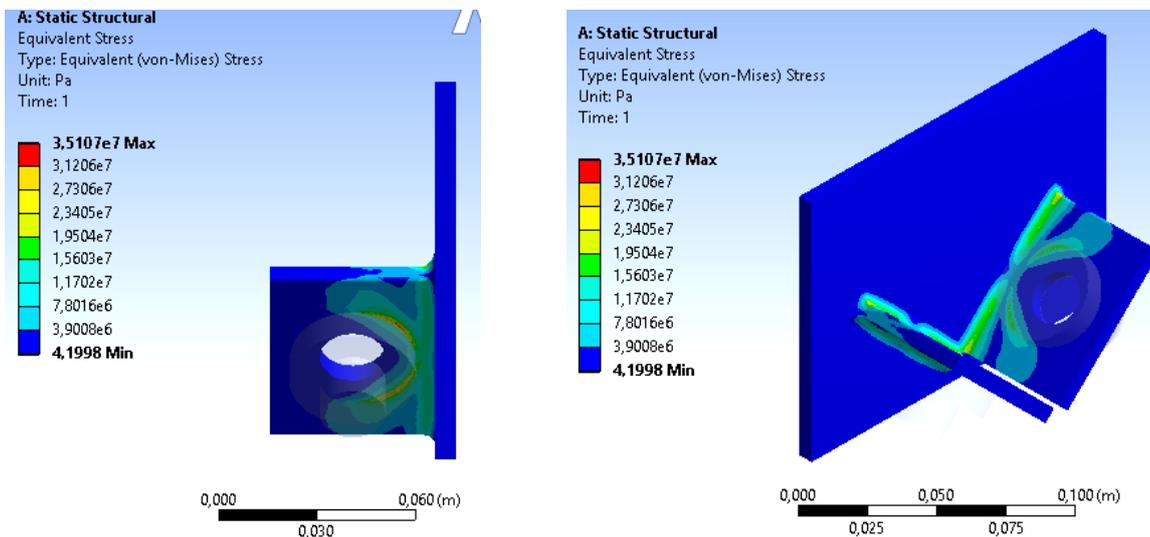


Figura 9.20 Tensiones de Von Mises

Como se observa en la figura 9.20, las tensiones son bajas y por lo tanto la unión se verifica.

9.5.2 Verificación estática de los rodamientos

A partir de la carga radial de la figura 9.18, se verifica la capacidad de carga estática del rodamiento.

Del fabricante SKF, siendo F_r y F_a las cargas radiales y axiales respectivamente, se calcula la carga estática equivalente P_0 como:

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a / P_0 < F_r \Rightarrow P_0 = F_r$$

$$\therefore P_0 = F_r = 75 \text{ kg} = 0,75 \text{ KN}$$

De la tabla de este rodamiento se obtiene una capacidad de carga estática básica C_0 de 6,55 KN. Se obtiene entonces el factor de seguridad:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 74 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0} = 8,7$$

Con este valor se verifica el rodamiento seleccionado.

10. Cálculo de la viga porta sujetadores

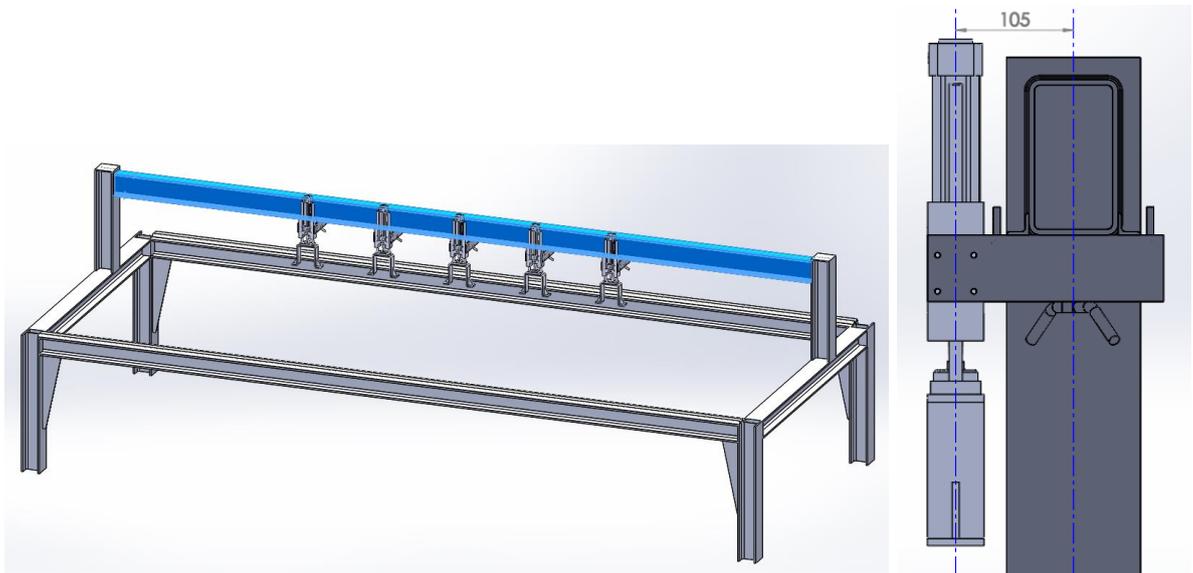


Figura 10.1 Viga porta sujetadores

Esta viga deberá soportar las cargas producidas por los cinco actuadores neumáticos de los sujetadores. Dada la luz entre apoyos, los descensos de la viga se tornan el principal criterio de diseño.

Las cargas antedichas poseen una excentricidad del orden de los 105 mm respecto del eje centroidal vertical, por lo tanto, la viga estará sometida a flexo-torsión. Por este motivo, a fin de obtener una rigidez aceptable tanto a la flexión, como torsional, se dota a la viga de una sección transversal de paredes delgadas, cerrada, seleccionando para tal fin un tubo estructural del tipo pesado de 80 x 140 x 5 mm disponible en los catálogos de fabricantes consultados.

Sobre la parte inferior de las caras laterales esta viga se suelda un perfil L de 1". Los mismos hacen de guía y soporte de los carros sujetadores. Su aporte a la resistencia y rigidez de la viga se desprecia en los cálculos.

Este tubo estructural se vincula en los extremos con las columnas (de perfil grey 120) mediante uniones soldadas rígidas, conformando una unión en T con el perfil grey.

10.1. Cálculo de deformaciones

10.1.1. Flecha vertical

Dada la vinculación de la viga y ante una posible situación de uso con los puentes agrupados en la zona central, se modela la viga con apoyos fijos en los extremos y carga central.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 75 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

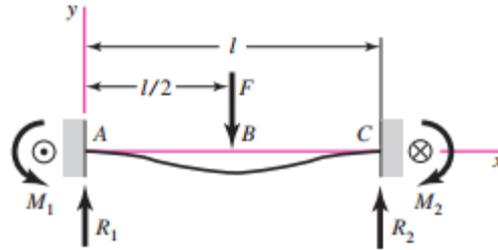


Figura 10.2 Viga con extremos fijos y carga central

La carga de diseño de la viga, F en la figura 10.2, se considera a partir de la fuerza máxima aproximada realizada por los actuadores, previamente seleccionados. Se toma entonces una carga de 60 Kg por actuador, y por lo tanto 300 Kg en total.

La distancia entre apoyos l es de 460 cm y el momento de inercia I del tubo es de 517 cm^4 . Con estos datos se aplica la siguiente ecuación para hallar la deformación máxima a la mitad de la viga:

$$y_{max} = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I} = \frac{300 \text{ Kg} \cdot (460 \text{ cm})^3}{192 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 517 \text{ cm}^4} = 0,14 \text{ cm} = 1,4 \text{ mm}$$

Este valor representa un 0,03% de la luz de la viga, lo cual es aceptable.

10.1.2 .Ángulo de torsión

Nuevamente, considerando el momento torsor total aplicado a la mitad de la luz, se estima el ángulo de torsión de la viga mediante la siguiente ecuación clásica de la mecánica de materiales:

Siendo J el módulo de torsión igual a 463 cm^4 y G el módulo de elasticidad transversal del acero, igual a 810000 kg/cm^2

$$\varphi = \frac{Mt/2 \cdot l/2}{GJ} = \frac{Mt/2 \cdot l/2}{G(4tA^2)} = \frac{(0,5 \cdot 300 \text{ kg} \cdot 10,5 \text{ cm}) \cdot (0,5 \cdot 460 \text{ cm})}{810000 \text{ kg/cm}^2 \cdot 463 \text{ cm}^4} = 0,00096 \text{ rad} = 0,05^\circ$$

Esto equivale a $0,02^\circ/\text{m}$.

10.1.3 .Deformación del resto de la estructura y verificación por elementos finitos

Considerando el resto de los elementos que soportan la viga (columnas de apoyo y los perfiles de la mesa a los que están unidas), se obtendrán deformaciones que se suman a las de la viga principal e introducen un cierto giro en los apoyos de la misma. Sin embargo, partiendo de la buena rigidez obtenida en la viga, no se espera que las deformaciones totales resultantes alcancen valores mayores a los admisibles.

A continuación, se comparan los resultados obtenidos en Ansys, en donde se incluyen las columnas y la parte de la mesa sobre la cual estas se apoyan. Dada la simetría del problema, se modela únicamente una mitad de la estructura.

En la figura 10.3 se comparan las deformaciones propias de la viga principal (izquierda), obteniéndose un máximo de 1,6 mm, con las deformaciones totales incluyendo las contribuciones de las demás partes de la estructura (derecha); obteniéndose en este caso una deformación máxima de 2,6 mm, es decir un 60% mayor.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 76 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

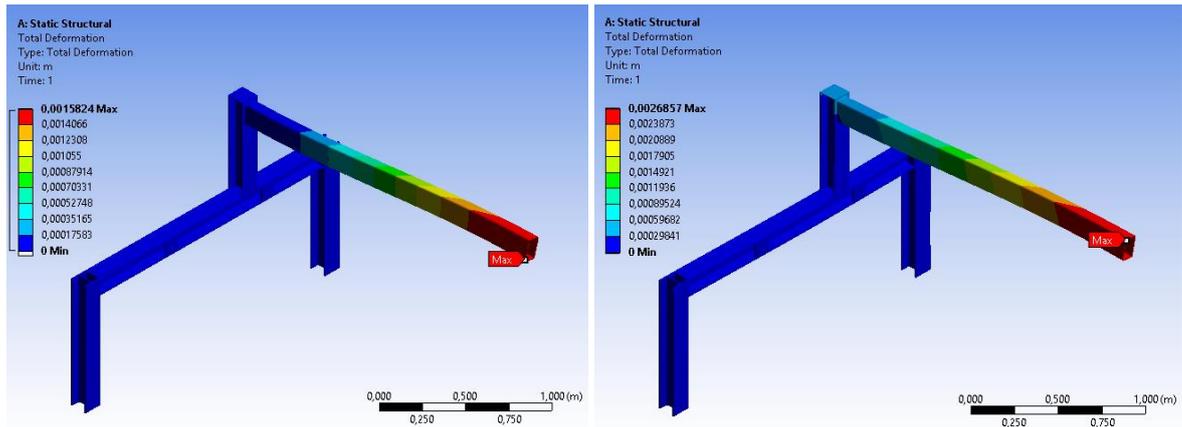


Figura 10.3 Soluciones: Deformación de la viga solamente (izquierda) y de toda la estructura (derecha)

Tomando como resultado una deformación de 2,6 mm a la mitad de la luz, porcentualmente esto resulta igual al 0,05 % de la luz entre apoyos, comúnmente tomado como límite en los manuales y por lo tanto se verifica la estructura en cuanto a las deformaciones.

10.2. Verificación de la resistencia estática

Momento torsor

Es máximo en los extremos, siendo igual a la mitad del torque total aplicado. La línea de acción de las fuerzas de los sujetadores pasa a 10,5 cm del centroide de la viga. Se tiene entonces:

$$M_t = \sum \frac{M_t i}{2} = \frac{5 \cdot 60 \text{ Kg} \cdot 10,5 \text{ cm}}{2} = 1575 \text{ Kgcm}$$

Momento flector

El valor máximo se da a la mitad de la viga y en los apoyos fijos:

$$M_f = \frac{F \cdot l}{8} = \frac{300 \text{ Kg} \cdot 460 \text{ cm}}{8} = 17250 \text{ Kgcm}$$

Corte vertical

El corte máximo se da en los apoyos, siendo igual a la mitad de la carga:

$$Q = \frac{F}{2} = 150 \text{ Kg}$$

Tensiones nominales en el tubo

Corte por torsión: siendo A_m el área encerrada por la mediana de las paredes del tubo y t el espesor de la pared del tubo:

$$\tau_{xy1} = \frac{M_t}{2 \cdot A_m \cdot t} = \frac{1575 \text{ Kgcm}}{2 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot 0,5 \text{ cm}} = 16 \text{ Kg/cm}^2$$

Corte por flexión

$$\tau_{xy2} = \frac{Q \cdot S_e}{2 \cdot t \cdot I} = \frac{150 \text{ kg} \cdot 46 \text{ cm}^3}{2 \cdot 0,5 \text{ cm} \cdot 517 \text{ cm}^4} = 13,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 77 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Sumando estas dos componentes de corte

$$\tau_{xy} = 29,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensiones normales por flexión

$$\sigma_x = \frac{Mf \cdot c}{I} = \frac{17250 \text{ Kgcm} \cdot 7 \text{ cm}}{517 \text{ cm}^4} = 233 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensión principal

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = 237 \text{ Kg/cm}^2$$

Puede observarse que, con estos niveles de tensiones, la verificación de la resistencia estática del tubo estructural es inmediata.

La verificación a fatiga se realiza directamente en las uniones de los apoyos de la viga, por ser una de las zonas más tensionadas, y con los efectos concentradores de tensiones implicados en el tipo de unión.

10.3. Verificación a fatiga de la unión soldada

El tubo estructural se une al perfil grey mediante soldadura a tope con penetración completa, conformando una unión en T. Para verificar la unión soldada a la fatiga, se emplea el método de las tensiones geométricas (o método de puntos calientes). En este método se calculan unas tensiones máximas debidas a la desigual distribución de las mismas en el perímetro de la unión, producto de las diferencias de rigidez. En el cálculo se tiene en cuenta la geometría de la unión, pero no se contemplan los efectos del tipo de soldadura o sus posibles defectos, debiéndose incorporar para estos fines factores parciales de seguridad.

Para hallar las tensiones geométricas máximas se utilizan las tensiones nominales anteriormente calculadas, afectadas por coeficientes de concentración de tensiones (SCF), los cuales dependen de la geometría de los elementos a unir y el tipo de unión.

En cuanto a la caracterización de las tensiones, el método utiliza únicamente la amplitud de las tensiones, debido a que la experimentación indica que los efectos de las tensiones medias pueden despreciarse. Luego, las amplitudes máximas halladas son comparadas con la resistencia a la fatiga de las uniones obtenidas mediante ensayos representados por curvas S-N. El límite de resistencia a la fatiga se toma para un número de ciclos de carga $N=5 \times 10^6$, lo cual está de acuerdo con los límites de resistencia a la fatiga comúnmente utilizados para el resto de las piezas.

El método de las tensiones geométricas es utilizado hoy en día con uniones de distintas secciones transversales, obteniendo las tensiones deseadas mediante extrapolación (cuadrática en el caso de tubos estructurales rectangulares) de las tensiones medidas en zonas críticas predeterminadas, próximas al pie del filete de soldadura.

Estas tensiones pueden representarse mediante correlaciones válidas para una cierta zona crítica y una cierta situación de carga (ej, tensión, flexión...etc) a través de los SCF.

Las zonas de extrapolación para uniones de tubos estructurales rectangulares se observan en la figura 10.4 representadas por las líneas A a E.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 78 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

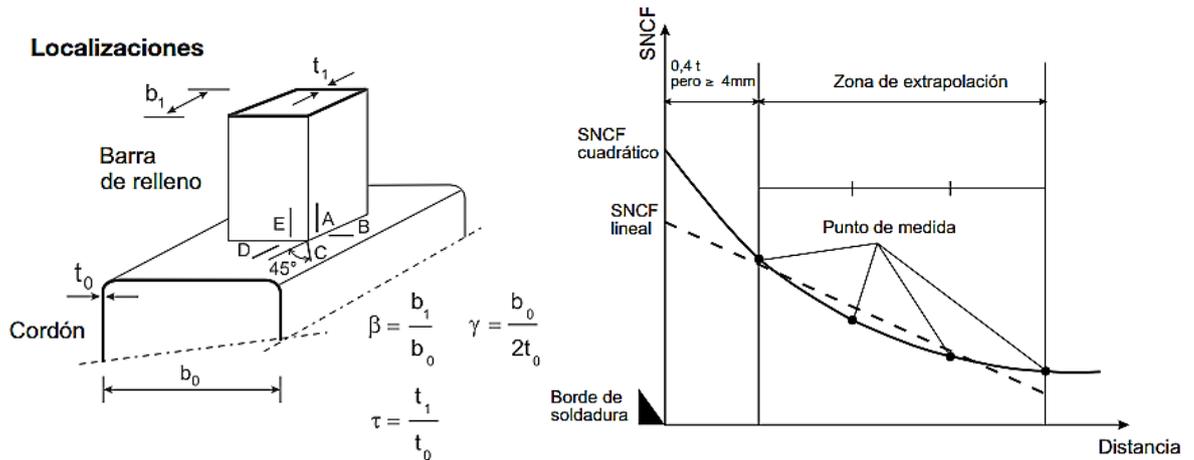


Figura 10.4 Zonas de extrapolación – método de las tensiones geométricas (CIDET)

Las ecuaciones de los SCF están desarrolladas para uniones entre tubos estructurales, por lo tanto, su adaptación para este caso en donde interviene un perfil laminado se considera aproximada y se complementa con un cálculo por elementos finitos usando Ansys. Es evidente que los efectos causados por las paredes laterales del cordón (en este caso el perfil grey) serán análogos a los del alma del perfil grey.

Para validar el modelo de elementos finitos, se calcularon previamente una serie de casos de uniones tubo-tubo con el método de las tensiones geométricas utilizando las formulas aquí presentadas (totalmente aplicables para tubos) y por otro lado extrapolando las tensiones obtenidas por elementos finitos en las zonas A a E. Se obtuvieron resultados un gran nivel de coincidencia.

Parámetros definidos en figura 10.4:

$$b_0 = 120 \text{ mm}; t_0 = 11 \text{ mm}; b_1 = 80 \text{ mm}; t_1 = 5 \text{ mm},$$

por lo tanto, se tiene:

$$\beta = 0,66; \gamma = 5,45; \tau = 0,45$$

Los factores de concentración de tensiones presentados a continuación son aplicables a una unión en T con flexión en el plano que contiene al tubo estructural.

Condición de carga 2	flexión en el plano en la barra de relleno (nudos planos en T y X de RHS)
cordón (líneas B, C y D)	
	$SCF_{B,ipb} = (-0,011 + 0,085 \cdot \beta - 0,073 \cdot \beta^2) \cdot (2\gamma)^{(1,722 + 1,151 \cdot \beta - 0,697 \cdot \beta^2)} \cdot \tau^{0,75}$
	$SCF_{C,ipb} = (0,952 - 3,062 \cdot \beta + 2,382 \cdot \beta^2 + 0,0228 \cdot 2\gamma) \cdot (2\gamma)^{(-0,690 + 5,817 \cdot \beta - 4,685 \cdot \beta^2)} \cdot \tau^{0,75}$
	$SCF_{D,ipb} = (-0,054 + 0,332 \cdot \beta - 0,258 \cdot \beta^2) \cdot (2\gamma)^{(2,084 - 1,062 \cdot \beta + 0,527 \cdot \beta^2)} \cdot \tau^{0,75}$
barra de relleno (líneas A y E)	
	$SCF_{A,ipb} = SCF_{E,ipb} = (0,390 - 1,054 \cdot \beta + 1,115 \cdot \beta^2) \cdot (2\gamma)^{(-0,154 + 4,555 \cdot \beta - 3,809 \cdot \beta^2)}$
Para nudos con soldaduras en ángulo: Multiplicar los SCF de las barras de relleno ($SCF_{A,ipb}$ y $SCF_{E,ipb}$) por 1,40 para el lado de soldadura de la barra de relleno.	

Figura 10.5 Factores de concentración de tensiones para las situación de carga dada

Resultando las mismas:

Barra relleno (tubo estructural)	
SCFA&E,ipb	3,11
Cordón (perfil grey)	
SCFB,ipb	1,34; se toma 2 como mínimo.
SCFC,ipb	1,69; se toma 2 como mínimo.
SCFD,ipb	1,37; se toma 2 como mínimo.

Por lo tanto, las tensiones mayores se tienen sobre las líneas A y E, es decir sobre el tubo estructural. La carga es de tipo pulsante por lo tanto la tensión σ_1 anteriormente calculada representa la amplitud.

La tensión geométrica resulta:

$$\sigma_{aA\&E} = SCFA\&E, ipb \cdot \sigma_A = SCFA\&E, ipb \cdot \sigma_1 = 3,11 \cdot 237 \frac{Kg}{cm^2} = 737 \frac{Kg}{cm^2}$$

Tensiones calculadas por elementos finitos

Por simetría se modela la mitad de la unión. Se grafican las tensiones principales de toda la pieza. Se observa que la presencia del alma del perfil concentra las tensiones debido a la mayor rigidez de la unión en dicha zona, similar a lo ocurrido en las uniones de tubos en las zonas próximas a las paredes laterales de los tubos. Evidentemente la zona de mayores tensiones se traslada del borde al centro del tubo estructural.

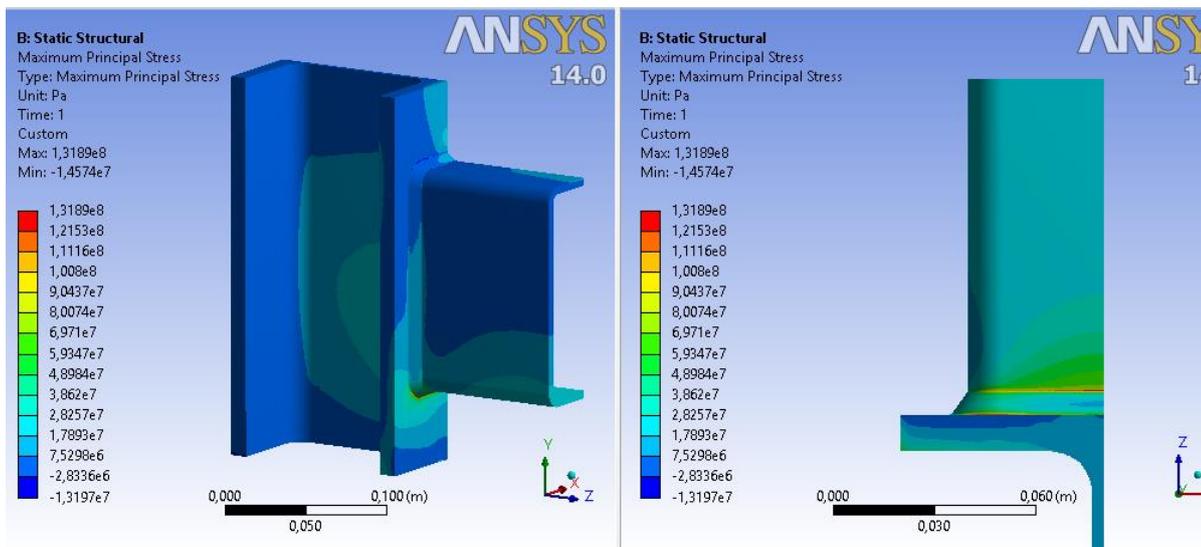


Figura 10.6 Resultados en la unión modelada

Observando esto se calculan las tensiones geométricas en dos zonas, al borde del tubo tal como las zonas A a E anteriores, y adicionalmente al medio de la cara del tubo.

La zona de extrapolación comienza a los 4 mm desde el pie de la soldadura y hasta los 9 mm desde el mismo.

Las mayores tensiones extrapoladas se obtuvieron para la zona central del tubo. Resultando estas 741 Kg/cm².

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 80 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

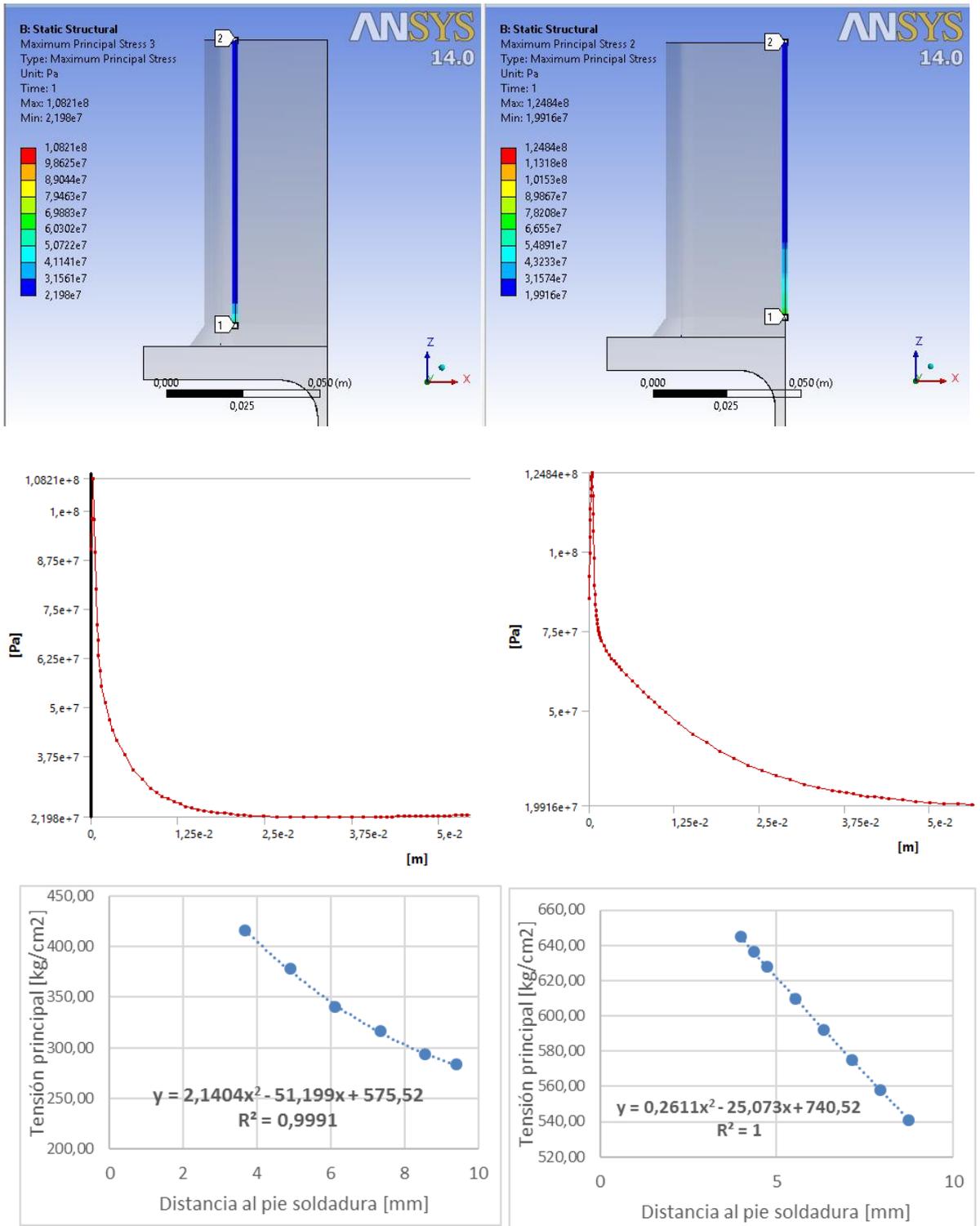


Figura 10.7 Extrapolación en dos zonas críticas a partir de los resultados del modelo

Límite de resistencia a la fatiga

Del gráfico de la figura 10.8 se obtiene un límite de resistencia a la fatiga para espesor de pared del tubo de 5mm de 1367 Kg/cm². Debe tenerse en cuenta que estos valores no son característicos del material solamente sino de las uniones soldadas ensayadas. El empleo estas curvas se utiliza

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 81 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

comúnmente en métodos de los estados límites, con coeficientes parciales de seguridad recomendados desde 1 para estructuras redundantes hasta 1,35 para estructuras críticas sin acceso para inspección.

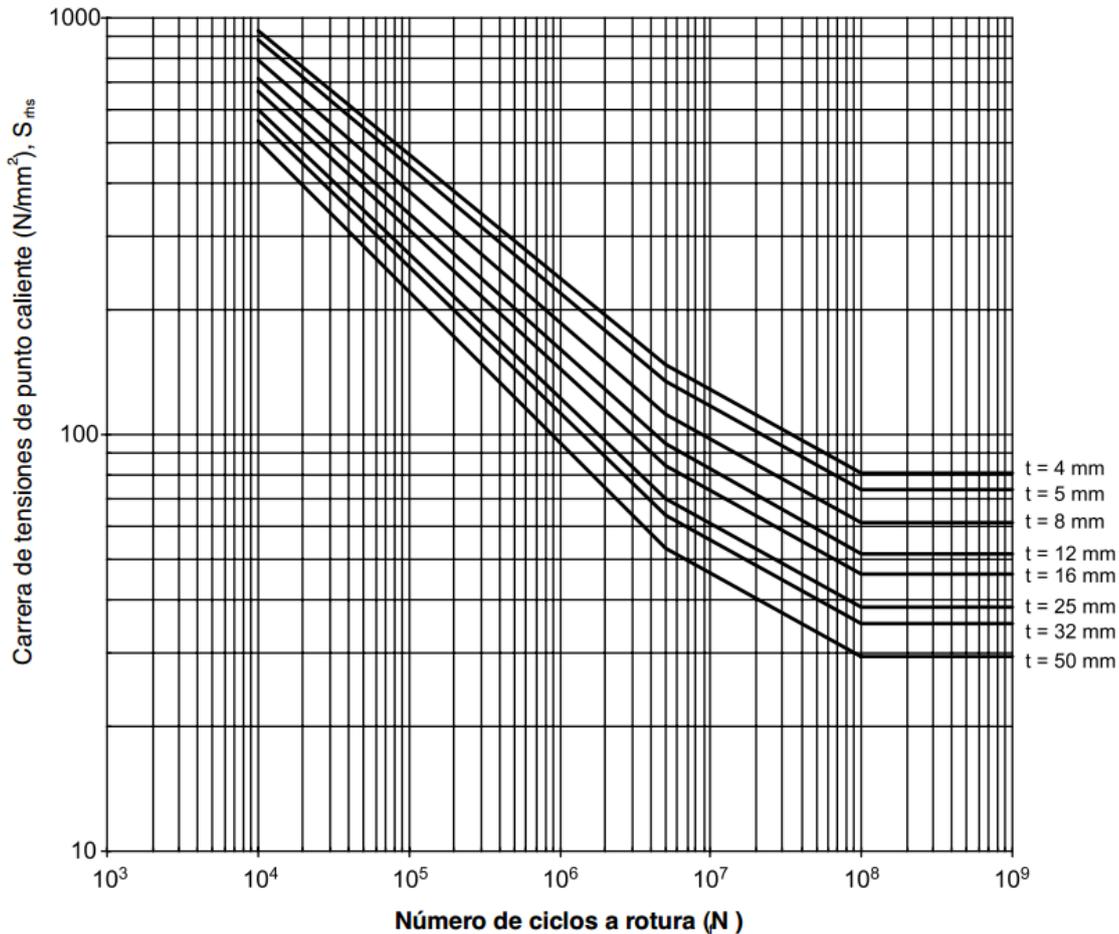


Figura 10.8 Curvas S-N de uniones (CIDET)

Basado en el estado límite de resistencia a la fatiga se obtiene un factor de seguridad de:

$$\eta = \frac{1367 \text{ kg/cm}^2}{741 \text{ kg/cm}^2} = 1,85$$

Si bien este factor se considera aceptable, teniendo en cuenta que la situación de carga de la que parte el cálculo es conservadora en el valor las cargas y su ubicación, el coeficiente anterior puede mejorarse rigidizando las alas del perfil grey en la zona de la unión. Esto disminuye el valor de las tensiones geométricas ya que es equivalente a aumentar el valor de β .

La comprobación de esto último se realiza por elementos finitos. Se disponen en la zona de la unión dos chapas de 1/4'' unidas cada una a las alas del perfil grey y se calculan nuevamente las tensiones.

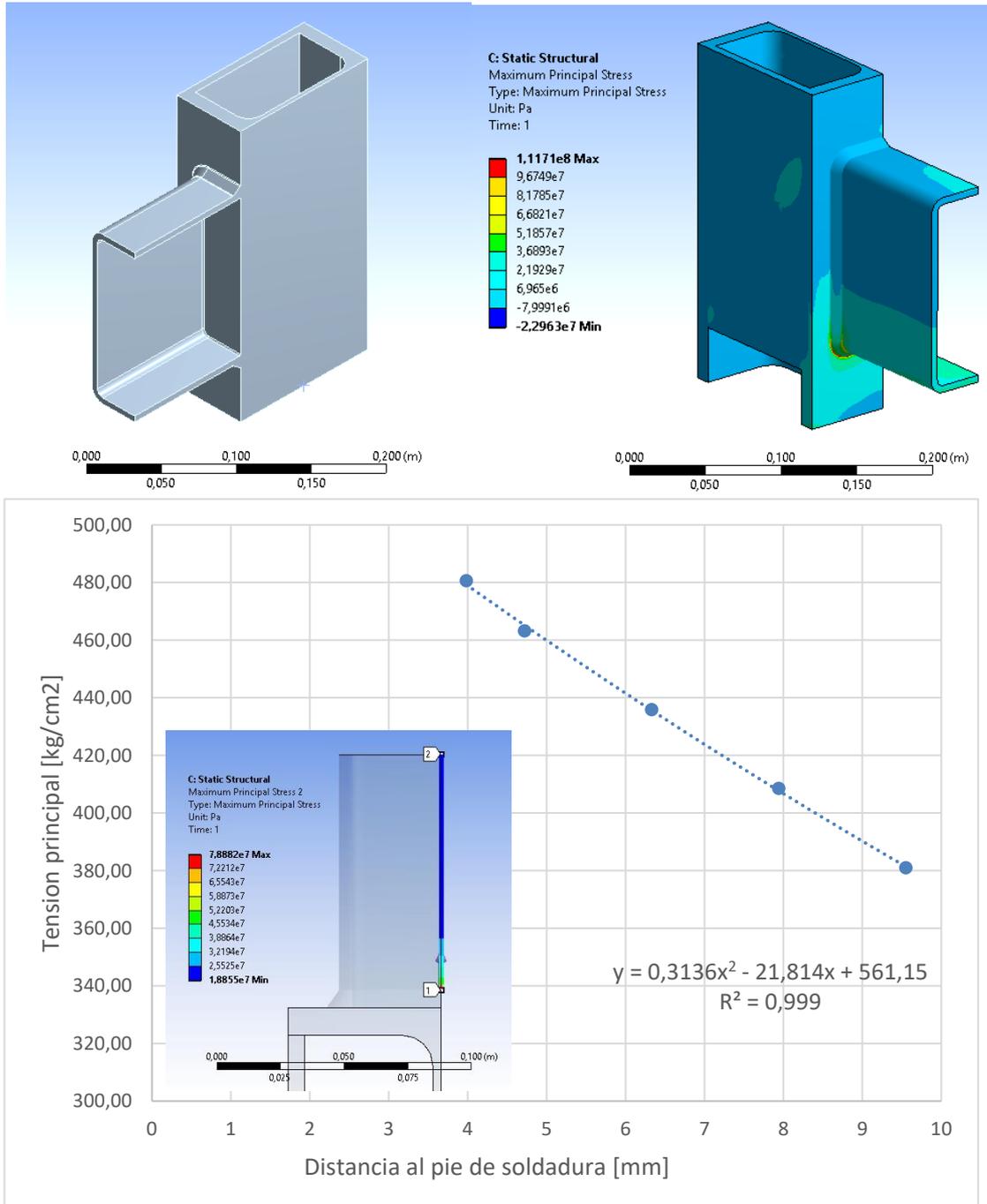


Figura 10.9 Cálculo y extrapolación - modelo con refuerzo

En este caso las tensiones geométricas máximas extrapoladas se reducen a 561 kg/cm² y el coeficiente de seguridad resulta:

$$\eta = \frac{1367 \text{ kg/cm}^2}{561 \text{ kg/cm}^2} = 2,4$$

Considerando la facilidad de montar estos refuerzos, se adopta esta mejora y se da por verificada la unión.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 83 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

11. Verificación de la mesa



Figura 11.1 Estructura del bastidor de la máquina (mesa)

11.1. Verificación de deformaciones

La mesa se construye a partir de perfil Grey 120 en todas sus partes, por lo tanto, la verificación se realiza en miembro de mayor criticidad debido a la longitud entre apoyos y valores de las cargas actuantes.

Lo anterior se presenta sobre uno de los largueros de la mesa, del lado en el cual se halla el accionamiento del sistema de avance. Las cargas actuantes son las transmitidas por los vínculos de los puentes, considerándose los actuadores de los sujetadores aplicados. La longitud del larguero es de 4600 mm y el mismo se encuentra soldado a las patas en sus extremos.

Tal como se calculó en 9.3 la reacción de cada puente es de 106 kg. La ubicación de los puentes en la zona central se modela con una fuerza (F) aplicada a la mitad de la luz de magnitud igual a las cinco reacciones, es decir 530 kg. Se considera el peso propio del perfil (P), de 123 kg. Los extremos soldados a las patas amuradas al piso se representan como extremos fijos. Utilizando la misma ecuación que en 10.1 se obtiene el descenso máximo.

$$y_{max} = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I} = \frac{(530 \text{ Kg} + 123 \text{ Kg}) \cdot (460 \text{ cm})^3}{192 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 864 \text{ cm}^4} = 0,18 \text{ cm} = 1,8 \text{ mm}$$

Esta flecha cumple el criterio del 0,05% de la luz entre apoyos, o 2,3 mm, para este caso.

Este valor se verifica mediante en Ansys, simulando la mesa completa, con lo cual también se incorporan los efectos de la deformación del resto de la estructura, principalmente para este caso las patas.

Como se observa en la figura 11.2, los descensos máximos obtenidos a la mitad de la luz valen 2 mm, por lo que sigue cumpliendo el criterio de deformación.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 84 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

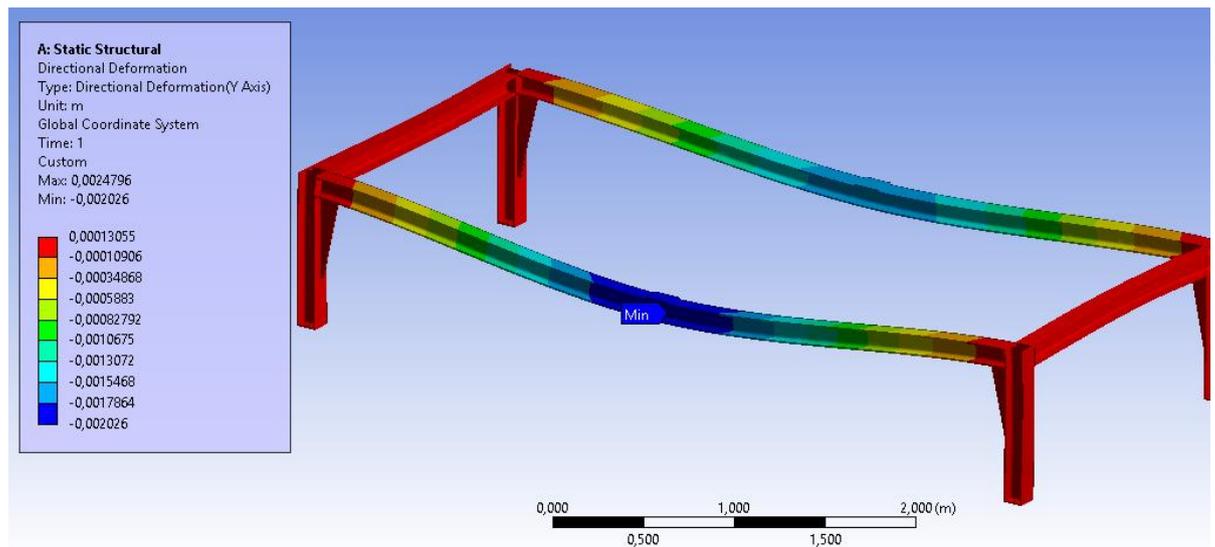


Figura 11.2 Deformaciones de la mesa obtenidas en Ansys

11.2. Verificación de resistencia

Los momentos flectores máximos en el perfil se dan a la mitad de la luz. Los mismos valen:

$$M_f = \frac{F \cdot l}{8} = \frac{653 \text{ Kg} \cdot 460 \text{ cm}}{8} = 37547 \text{ Kgcm}$$

Por lo tanto, las tensiones nominales máximas:

$$\sigma_{max} = \frac{M_f \cdot c}{I} = \frac{37547 \text{ Kgcm} \cdot 6 \text{ cm}}{864 \text{ cm}^4} = 260 \text{ Kg/cm}^2$$

Este valor se verifica también mediante Ansys.

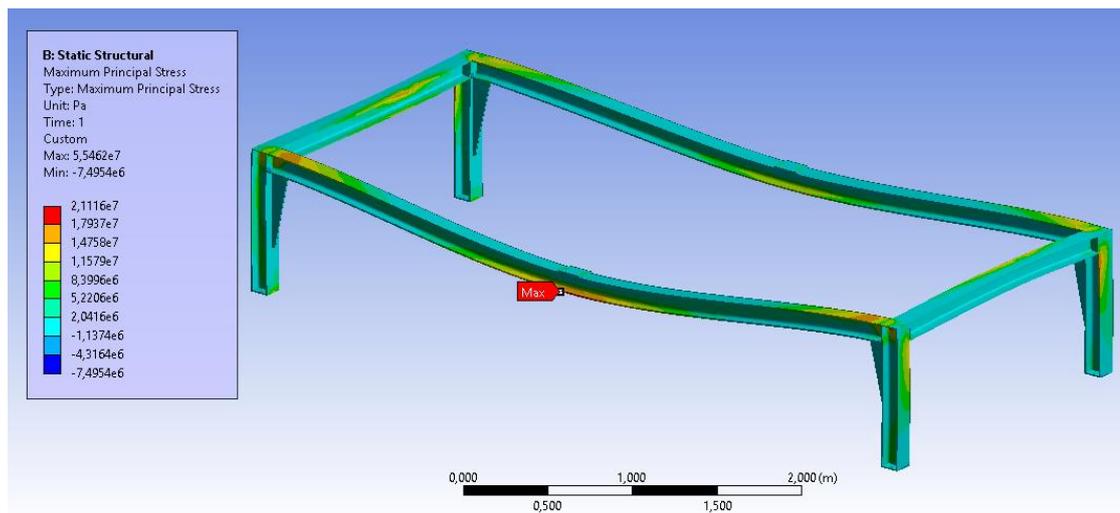


Figura 11.3 Tensiones principales en la mesa

Por lo tanto la pieza cumple el criterio de resistencia.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 85 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

11.3. Diseño y verificación de las uniones soldadas de las esquinas de la mesa

Para cumplir con el criterio de rigidez arriba descrito, las uniones deben ser de momento totalmente restringidas.

Las mismas se realizan soldando directamente las puntas de los lados a las patas (ver figura 11.4), colocando para ello refuerzos en las alas (1) y el alma (2) de las patas. Estos últimos a su vez proporcionan el espacio para realizar sencillamente los cordones de soldadura. Por último y a fin de rigidizar las patas en el sentido longitudinal de la mesa, se disponen otra serie de refuerzos sobre las mismas (3).

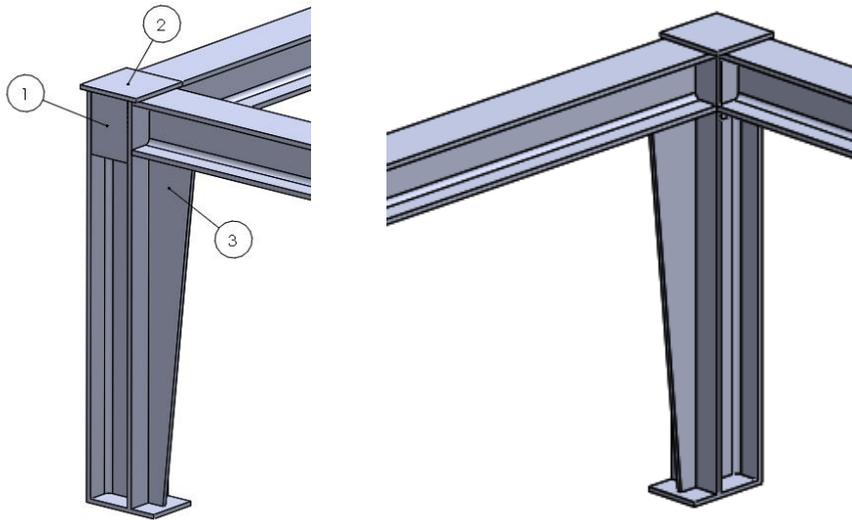


Figura 11.4 Uniones de las patas

Las soldaduras de los perfiles son de filete, por todo el contorno de la unión, sin embargo, para el cálculo de esfuerzos se considera la geometría de la figura 11.5. Los cordones son de 6 mm de lado, resultando los espesores efectivos de garganta acotados.

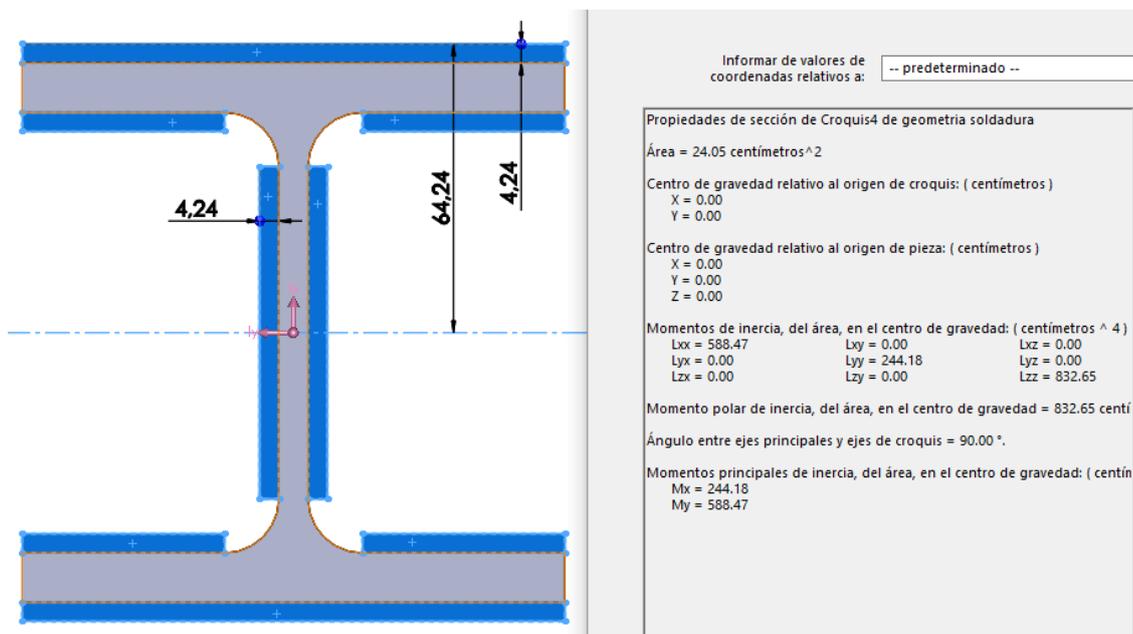


Figura 11.5 Propiedades de los cordones de soldadura

11.3.1. Cálculo de esfuerzos en los cordones

En el cálculo de solicitaciones y resistencia de las soldaduras se siguen las indicaciones del código de soldadura CIRSOC 304-2013

Siendo las uniones más solicitadas, las que corresponden a los lados mayores de la mesa se calcula el momento máximo al que puede estar sometida la unión, el cual se da si la línea de acción de la carga de los puentes se halla a 1/3 de la luz. El mismo vale:

$$Mf_{un} = \frac{4 \cdot F \cdot l}{27} + \frac{P \cdot l}{8} = \frac{4 \cdot 530 \text{ Kg} \cdot 460 \text{ cm}}{27} + \frac{123 \text{ Kg} \cdot 460 \text{ cm}}{8} = 43190 \text{ Kgcm}$$

Siendo en esta situación la reacción vertical:

$$Rv_{un} = \frac{20 \cdot F}{27} + \frac{P}{2} = \frac{20 \cdot 530 \text{ Kg}}{27} + \frac{123 \text{ Kg}}{2} = 454 \text{ Kgcm}$$

Las solicitaciones producen los siguientes esfuerzos, considerados como corte en la garganta del cordón de soldadura:

Corte primario, siendo A_{un} el área total efectiva de la garganta:

$$\tau_1 = \frac{Rv_{un}}{A_{un}} = \frac{454 \text{ Kg}}{24 \text{ cm}^2} = 19 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo debido al momento flector, siendo W_{un} el módulo resistente a flexión:

$$\tau_2 = \frac{Mf_{un}}{W_{un}} = \frac{43190 \text{ Kgcm}}{92 \text{ cm}^2} = 470 \text{ Kg/cm}^2$$

El esfuerzo resultante vale:

$$\tau_{un} = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \approx \tau_2 = 470 \text{ Kg/cm}^2$$

La tensión admisible para el cordón de soldadura en carga estática se determina de la tabla 2.3 del citado reglamento, siendo F_{EXX} la resistencia a la tracción del material de aporte, considerando soldadura por arco (SMAW), con electrodos E60XX, se tiene la tensión admisible calculada a continuación

$$\tau_{adm} = 0,3 F_{EXX} = 0,3 \cdot 4270 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

11.3.2. Verificación a fatiga

La tensión τ_{un} arriba calculada incluye la componente debida a la acción de los sujetadores. Esta última es de tipo pulsante con una amplitud de 111 kg/cm². Con este valor, la verificación a la fatiga se cumple satisfactoriamente, teniendo en cuenta también que se está por debajo de la tensión de umbral a la fatiga F_{TH} de 609 kg/cm², por debajo del cual, según el apartado 2.5.4.1 del reglamento, no se requiere verificación adicional a la fatiga.

Las uniones de los lados menores de la mesa a las patas están sometidas a solicitaciones menores y por lo tanto se dan por verificadas.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 87 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

12. Diseño y cálculo del transporte de madera

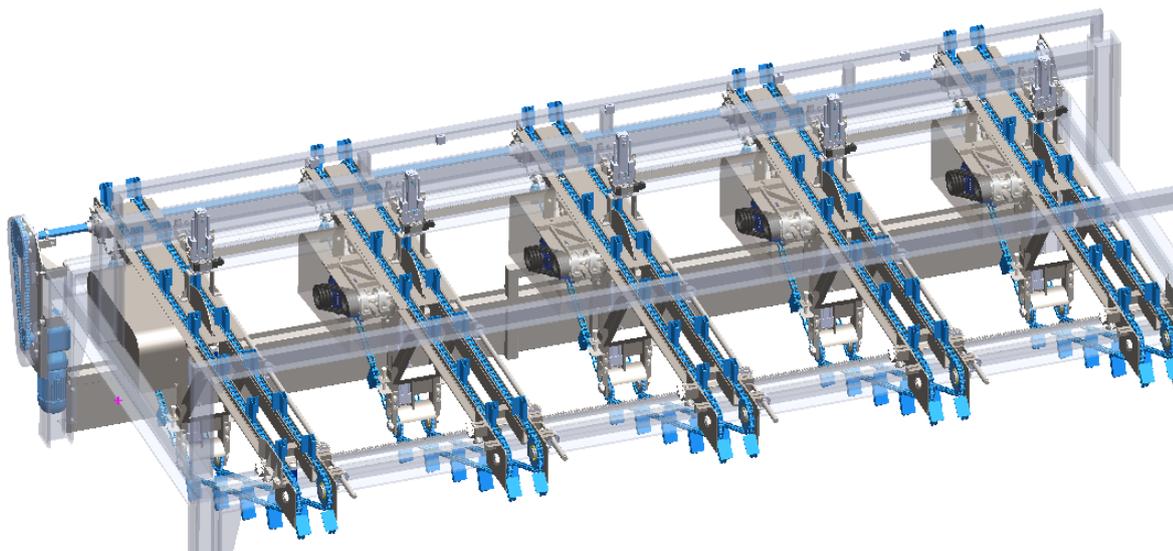


Figura 12.1 Sistema de transporte de madera

Para lograr el avance de la madera se diseña un sistema de cadenas transportadoras logrado a partir de cadenas de rodillos especiales para transporte, las cuales se dotan de topes que accionan sobre el mazo de tablas (empujadores). Las cadenas se accionan con un árbol común a fin de sincronizarlas. Este último es movido por un motorreductor y reducción a cadena.

12.1 Selección de las cadenas transportadoras

Las cadenas que se utilizan para mover las maderas sobre la despuntadora múltiple son de rodillo de paso doble tipo ANSI 2060 diseñadas específicamente para transportadores.

Modelo ANSI	Paso de Cadena p mm	Distancia entre Placas b1 mm	Diametro Rodillo d1 mm	Diametro Perno d2 mm	Altura de Placa q1 mm	Ancho Total de Cadena B mm C mm		Espacio Interno b2 mm	Seccion de Trabajo A cm2	Carga de Rotura min/N	Peso Aprox Kg/n
-------------	------------------------	---------------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------------------	--	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------

Cadenas a Rodillos de Doble Paso

C 2040	25.4	7.95	7.92	3.96	11.75	9.1	8.1	11.17	0.44	14100	0.5
C 2042	25.4	7.95	15.87	3.96	11.75	9.1	8.1	11.17	0.44	14100	0.8
C 2050	31.75	9.53	10.16	5.08	15.05	11.5	10	13.84	0.7	22200	0.7
C 2052	31.75	9.53	19.05	5.08	15.05	11.5	10	13.84	0.7	22200	1.2
C 2060	38.1	12.7	11.91	5.94	17.53	13.9	12.5	17.75	1.06	31800	1.1
C 2062	38.1	12.57	22.23	5.94	18.04	17.67	22.78	26.9	1.03	31800	1.9
C 2080	50.8	15.75	15.88	7.92	24.13	22.53	29.29	33.5	1.76	56700	2.1
C 2082	50.8	15.75	28.58	7.92	24.13	22.53	29.29	33.5	1.76	56700	3.2

Figura 12.2 Dimensiones de las cadenas de transporte

En cuanto a la longitud de la cadena se refiere, se tienen en cuenta los siguientes criterios para definirla. En primer lugar, la distancia que existe entre cada empujador debe ser la misma, de manera de facilitar el montaje de todas las cadenas sobre los puentes. En segundo lugar, los empujadores se colocan siempre soldados sobre los eslabones gruesos de la cadena, a fin de evitar contactos indeseados con los piñones.

La primer premisa se debe a que en el momento en que sea necesario cambiar una cadena de transporte o sacarla para una eventual reparación, si las distancias entre los empujadores son todas

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 88 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

iguales, se evita tener que realizar mediciones para volver a instalarla en la posición exacta. Si no fuera ese el caso, es decir, las distancias entre empujadores variaran, la cadena podría ser instalada solamente en una posición determinada de manera que se sincronicen todos los empujadores. Dicho de otra manera, en el momento de volver a instalar la cadena debería buscarse la posición que produzca que todos los empujadores de todas las cadenas estén a la misma altura.

Todo lo mencionado obliga a establecer una distancia par entre empujadores y un número de eslabones totales múltiplo de la cantidad de empujadores que presente la cadena. La distancia par asegura que el empujador siempre se suelde sobre un eslabón grueso y el número total de eslabones múltiplo de la cantidad de empujadores produce que las distancias sean siempre las mismas.

La solución encontrada es usar cadenas de 150 eslabones, de manera que se suelda un empujador cada 10 eslabones, resultando en 15 empujadores en todo el recorrido de la cadena. De esta manera, como el paso de la cadena es de 38,1 mm, cada empujador está ubicado a 381 mm respecto al siguiente.

Para la instalación de la cadena se usan piñones de $\frac{3}{4}$ " de paso, de 27 dientes para el conductor y el conducido, y de 21 dientes para cada tensor.

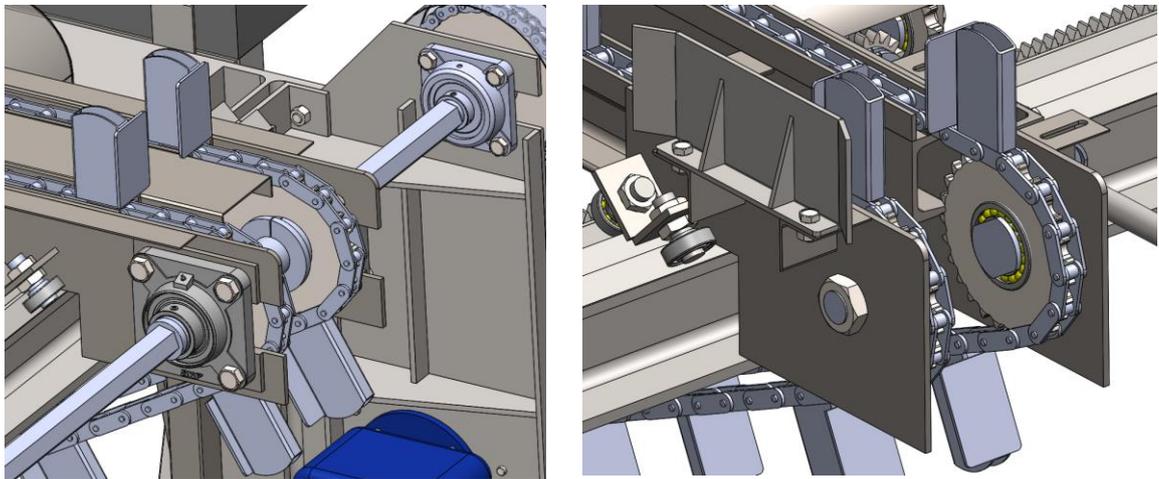


Figura 12.3 Extremo del piñón conductor(izquierda) y piñón conducido en extremo opuesto (derecha)

12.2. Sistema de tensado

Es imprescindible el tensado de las cadenas para que los empujadores que van soldados a la misma trabajen de manera apropiada, sobre todo considerando que todas las cadenas trabajan de manera sincronizada. El sistema de tensado puede verse en la imagen 12.4. y consta de planchuelas de $\frac{3}{8}$ " por 1" y una chapa de $\frac{3}{8}$ " en la que va un eje cuya función es dar soporte a un piñón con rodamiento 1208. El sistema diseñado consiste en un perno en la parte superior que se encarga de bajar el piñón mediante una tuerca soldada a la estructura del puente, y de dos pernos pasantes, cuya función es fijar el tensor cuando se alcanza la posición deseada.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 89 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

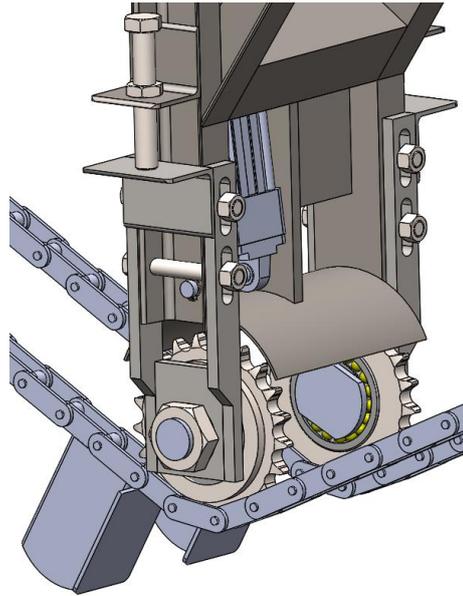


Figura 12.4 Piñones de tensado

12.3. Cálculo de la potencia del transporte

El procedimiento de cálculo comienza determinando la potencia necesaria para el transporte de las tablas. En un momento dado, sobre los puentes, puede haber hasta 7 mazos de tablas. En la situación en la que los mazos tienen la máxima longitud de diseño de la máquina que es 4,2 m, un ancho y un alto de 4" (100 mm), que representa 4 tablas de 1" de espesor o 5 de ¾", se calcula el volumen de madera.

Volumen de los 7 mazos de tablas:

$$Vm = 7 \cdot 4,2m \cdot 0,1m \cdot 0,1m = 0,294 m^3$$

La masa correspondiente a dicho volumen se calcula para una madera húmeda, como se procesa en el aserradero, cuya densidad varía con el tipo de madera. Aquí debe hacerse una aclaración respecto al valor de la densidad de madera utilizado. Existen cuatro valores de densidad definidos, la densidad verde, la densidad básica, la densidad seca al aire y la densidad seca. Cada una se utiliza en distintos ámbitos, según sea más conveniente. La densidad verde es la de la planta viva y es la que se utiliza para los cálculos de transporte de troncos. En la industria forestal, la que más se utiliza es la densidad básica que se define como la relación entre la masa mínima del material (seco en estufa a 110 °C) y su volumen verde, como se encuentra en el apeo del árbol. La densidad seca al aire es la que tiene la madera con un 12 % de humedad y la densidad seca se calcula para la masa y el volumen de la madera secada a 110 °C (Nuñez, 2007).

En el caso de cálculo presente se utiliza la densidad verde, por las siguientes razones: la primera es que la madera se procesa húmeda en los aserraderos de manera de disminuir la potencia de corte y el desgaste de las herramientas, la otra es que es el valor de densidad más alto lo que ubica el cálculo del lado de la seguridad. De los tipos de madera utilizados en la región, la que presenta la mayor densidad verde es el Eu. Grandis con un valor de 819 kg/m³ (INTA, 1995).

De aquí que la masa correspondiente a todas las tablas de madera que pueden ser transportadas en un momento por las cadenas es de:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 90 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

$$m_m = Vm \cdot \delta = 0,294 \text{ m}^3 \cdot 819 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 240 \text{ kg}$$

La fuerza que se necesita para arrastrar toda la masa en juego depende del coeficiente de fricción entre las tablas de madera y las planchuelas sobre las que apoyan. Como los mazos están acelerando y frenando constantemente para posicionarse sobre el eje de la hoja circular, se utiliza el coeficiente de fricción estático para el cálculo. También debe considerarse el rozamiento producido por las cadenas de transporte sobre los puentes.

Materiales en contacto	Fricción estática	Fricción cinética
Articulaciones humanas	0,22	0,003
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Vidrio // Cuero	0,3	0,25
Vidrio // Madera	0,53	0,4
Madera // Cuero	0,5	0,4
Madera // Piedra	0,7	0,3
Madera // Madera	0,7	0,4
Acero // Madera	0,6	0,3
Acero // Acero	0,15	0,1
Acero // Vidrio	0,15	0,2
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Latón	0,5	0,4
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04

Figura 12.5 Valores de coeficientes de fricción (Wikibooks Física Clásica, 2014).

El coeficiente de fricción estático entre acero y madera es de:

$$\mu_{e(a,m)} = 0,6$$

Y entre acero y acero:

$$\mu_{e(a,a)} = 0,15$$

La longitud de los puentes sobre los que apoyan las cadenas es de 2,25 m, como se tienen dos cadenas por puente y cinco puentes, se tienen 22,5 m de cadena apoyando en los puentes. Sabiendo que la cadena 2060 utilizada tiene un peso de 1,12 kg/m, el peso que apoya sobre todos los puentes es de 25 Kg.

La fuerza a realizar por las cadenas de transporte se calcula como:

$$F_{ct} = \mu_{e(a,m)} \cdot N_m + \mu_{e(a,a)} \cdot N_{ct}$$

Donde N_m es la fuerza normal correspondiente a todas las tablas e igual a $240 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2350 \text{ N}$ y N_{ct} es la correspondiente a los metros de cadena que apoyan sobre los puentes, o sea 245 N .

Entonces:

$$F_{ct} = 0,6 \cdot 2350 \text{ N} + 0,15 \cdot 245 \text{ N} = 1447 \text{ N}$$

Para calcular la potencia necesaria falta definir la velocidad de la cadena. La misma sólo avanza lo necesario para ubicar las tablas arriba del eje de la sierra circular, o sea la distancia que hay entre cada tope. Ésta es de 10 eslabones de cadena, o sea 380 mm . La velocidad de avance de las cadenas debe ser suficientemente baja tal que ante las frenadas y aceleradas que se producen, las tablas permanezcan ordenadas verticalmente, ya que si se corren, las sierras circulares podrían no cortarlas. Por otro lado, una velocidad baja reduce la productividad de corte de la máquina, de manera que se debe buscar un equilibrio entre los factores mencionados.

Se adopta una velocidad tal que las tablas recorran la distancia entre topes en 3 segundos. Es decir la velocidad de la cadena es:

$$v_{ct} = \frac{380 \text{ mm}}{3 \text{ s}} = 0,127 \text{ m/s}$$

A esa velocidad la potencia necesaria para mover todos los mazos de tablas es:

$$P_t = v_{ct} \cdot F_{ct} = 0,127 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1447 \text{ N} = 184 \text{ W}$$

En la sección 12.6 se realiza un estudio dinámico y cinemático para verificar que la velocidad adoptada no sea excesiva.

12.4. Selección del motorreductor

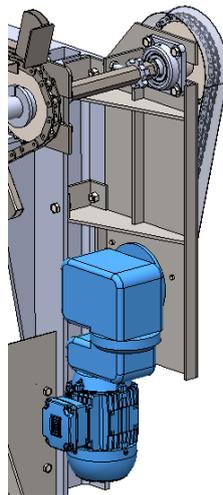


Figura 12.6 Montaje del motorreductor

Con la potencia calculada se puede seleccionar el motorreductor a utilizar. Teniendo en cuenta que se coloca una transmisión a cadena entre el motorreductor y el eje motriz con una relación de transmisión de aproximadamente 2, se calcula la velocidad angular de salida del motorreductor.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 92 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Los piñones motrices de los puentes son de 27 dientes con un paso de $\frac{3}{4}$ ", esto implica un diámetro primitivo de 164 mm. La velocidad angular de estos piñones es de:

$$\omega_e = \frac{v_{ct}}{D_{pt}/2} = \frac{127 \text{ mm/s}}{82 \text{ mm}} = 1,55 \frac{1}{s} = 14,8 \text{ rpm}$$

Por la relación de transmisión de la cadena, la velocidad de salida del motorreductor debe ser aproximadamente de:

$$\omega_m = \omega_e \cdot i_c = 14,8 \text{ rpm} \cdot 2 = 29,6 \text{ rpm}$$

Además debe estimarse un rendimiento de transmisión de potencia para la cadena de transmisión y otro para la de transporte. El rozamiento que se produce entre los eslabones durante el funcionamiento de las mismas consume potencia y aumenta el valor del par necesario. Para cada una de las cadenas se considera un rendimiento de 0,9.

El par a producir por el motorreductor es el par necesario en el eje motriz dividido por la relación de transmisión de la cadena. El par necesario en el eje motriz, considerando el rendimiento de las cadenas de transporte, resulta:

$$T_e = F_{ct} \cdot \frac{D_{pt}}{2 \cdot \eta_{ct}} = \frac{1447 \text{ N} \cdot 82 \text{ mm}}{0,9} = 131,8 \text{ Nm}$$

Por lo tanto el par que debe entregar el motorreductor, considerando nuevamente un rendimiento de 0,9 por la cadena de transmisión, es:

$$T_m = \frac{T_e}{i_c \cdot \eta_c} = \frac{131,8 \text{ Nm}}{2 \cdot 0,9} = 73,2 \text{ Nm}$$

Según el catálogo de motorreductores a sinfín y corona del fabricante Lentax (Lentax, 2016), la selección se efectúa según la potencia, la velocidad y el momento útil determinados previamente, y verificando que el factor de seguridad sea mayor que el factor de servicio.

El factor de servicio (Fs) depende del tiempo de servicio y de las características de la carga, y se obtiene del gráfico de la figura 12.7.

Para determinar las operaciones por hora, se estima como mínimo un tiempo de operación de 7 segundos. Calculados teniendo en cuenta: 3 segundos de transporte, 2 segundos para que bajen y suban los sujetadores y 2 segundos del proceso de corte. Es probable que en la operación de la máquina este valor aumente por tiempos muertos no tenidos en cuenta, pero de todos modos eso reducirá las operaciones por hora aumentando la vida útil del motorreductor.

Con 7 segundos por operación se producen 514 operaciones por hora. Considerando un proceso regular tipo I, ya que abarca a los sistemas de transporte, y 10 horas de servicio por día el factor de servicio resulta en 1,7, o sea que el factor de seguridad del motorreductor seleccionado debe ser mayor a este valor.

Se selecciona un motorreductor con antecaja a engranajes marca Lentax de 0,5 HP, con una velocidad de salida de 29,9 rpm y un momento útil de 92 Nm. El factor de seguridad es de 1,95, el rendimiento es de 0,78 y el modelo es 22FR 0,50.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 93 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

I Regular: Pequeñas masas sin sobrecargas.

II Irregular: Medianas masas y sobrecargas medianas.

III Irregular: Grandes masas y fuertes sobrecargas.

Fs

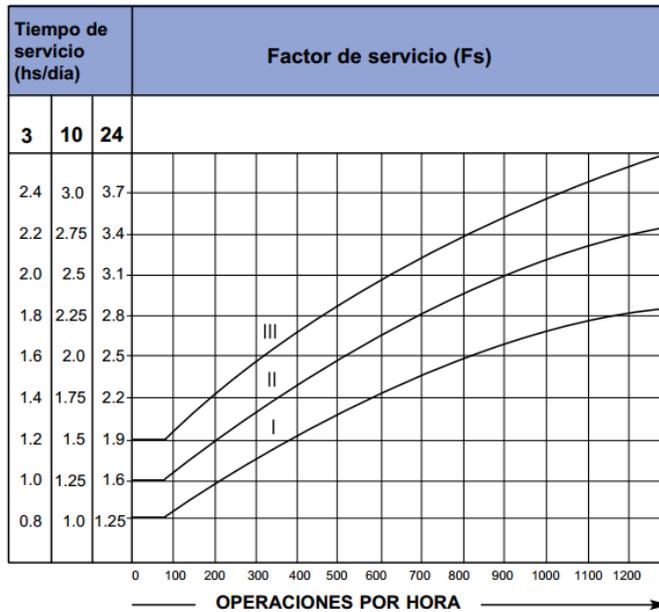


Figura 12.7 Factores de servicio

Potencia Entrada	Velocidad Salida aprox.	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Carga Radial adm. (kg)	Carga Axial adm. (kg)	Peso aprox. (kg)	
										kW
	12,3	111,00	23FR	0,50	1,45	209	1370	650	400	32
	13,1	104,28	23FR	0,50	1,55	194	1370	650	400	32
	15,8	86,53	23FR	0,50	1,80	165	1370	650	400	32
	18,7	73,22	23FR	0,50	2,05	145	1370	650	400	32
	23,2	59,05	23FR	0,50	2,55	118	1370	600	385	32
	28,9	47,33	23FR	0,50	2,95	101	1370	600	385	32
	35,9	38,18	23FR	0,50	3,65	83	1370	600	385	32
	11,3	80,00	23	0,50 /6	1,45	180	905	650	400	34
	15,1	60,00	23	0,50 /6	2,00	147	905	650	400	34
	18,9	48,00	23	0,50 /6	2,50	127	905	650	400	34
	23,2	39,00	23	0,50 /6	2,95	106	905	600	385	34
	27,4	33,00	23	0,50 /6	3,25	93	905	600	385	34
	31,2	29,00	23	0,50 /6	3,65	85	905	600	385	34
0,37	14,2	96,63	22FR	0,50	1,10	164	1370	420	270	25
	15,5	88,23	22FR	0,50	1,05	168	1370	420	270	25
	19,9	68,78	22FR	0,50	1,35	133	1370	395	255	25
	24,7	55,47	22FR	0,50	1,65	110	1370	395	255	25
	29,9	45,80	22FR	0,50	1,95	92	1370	395	255	25
	35,6	38,44	22FR	0,50	2,30	78	1370	395	255	25
	38,3	35,79	22FR	0,50	2,40	75	1370	395	255	25
	41,9	32,66	22FR	0,50	2,70	67	1370	305	175	25
	46,4	29,55	22FR	0,50	2,85	63	1370	305	175	25
	48,9	28,00	22FR	0,50	3,10	58	1370	305	175	25
	55,2	24,80	22FR	0,50	3,35	53	1370	305	175	25
	65,0	21,07	22FR	0,50	3,90	46	1370	260	150	25

Figura 12.8 Motorreductor seleccionado

La posición de montaje es la que se muestra en la figura 12.9 denominada 5a por el fabricante. Además se lo selecciona con brida para instalarlo en la despuntadora.

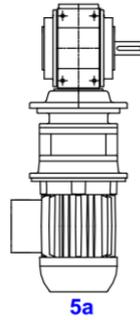
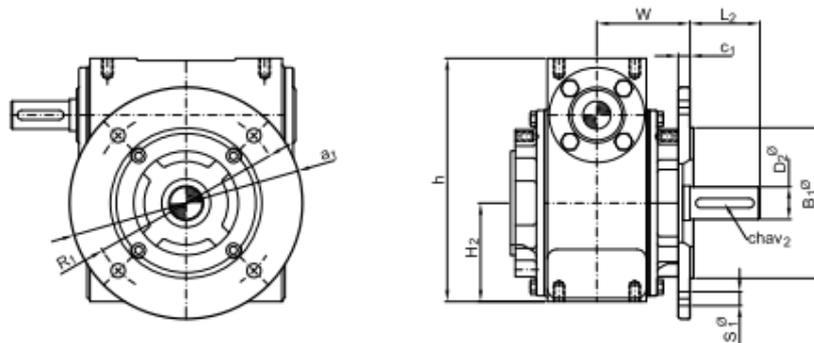


Figura 12.9 Posición de montaje seleccionada

El código de selección es: 22FR-50-29,9-B5a que representa el modelo, el motor, la velocidad de salida y la posición de montaje con brida.

OPCIONAL CON BRIDA DE SALIDA "B"



Modelo	D2e	L2	chav 2	H2	B1e	R1e	S1e	W	a1e	c1	h	
R21	mm	19	40	6 x 6	60	95	115	9	65	140	9	145
R22	mm	24	50	8 x 7	70	110	130	9	75	160	8	180
R23	mm	28	60	8 x 7	85	130	165	12	80	200	10	210
R24	mm	38	80	10 x 8	115	180	215	15	107,5	250	12	270
R25	mm	48	110	14 x 9	140	230	265	15	120	300	13	335
R26	mm	58	110	16 x 10	165	250	300	18	140	350	14	390

Figura 12.10 Dimensiones del motorreductor (Lentax)

12.5. Cálculo de la transmisión a cadena

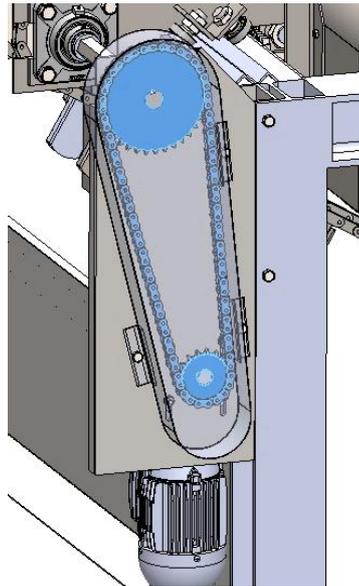


Figura 12.11 Detalle de la transmisión a cadena

Para reducir la relación de transmisión del motorreductor, y los costos asociados, se intercala una transmisión a cadena entre el eje motriz y el motorreductor con una relación de transmisión de aproximadamente 2. Esta decisión también se justifica desde el punto de vista constructivo ya que permite colocar el motorreductor en un lugar más cómodo y cercano al piso.

Se utiliza un piñón conductor de 17 dientes y un conducido de 35 de manera de usar números impares, como recomienda el fabricante de cadenas (Renold, 2006). La relación obtenida es:

$$i_c = \frac{35}{17} = 2,06$$

En la figura 12.12 se verifica que el ángulo de contacto es mayor a 120° como suele recomendarse (Renold, 2006).

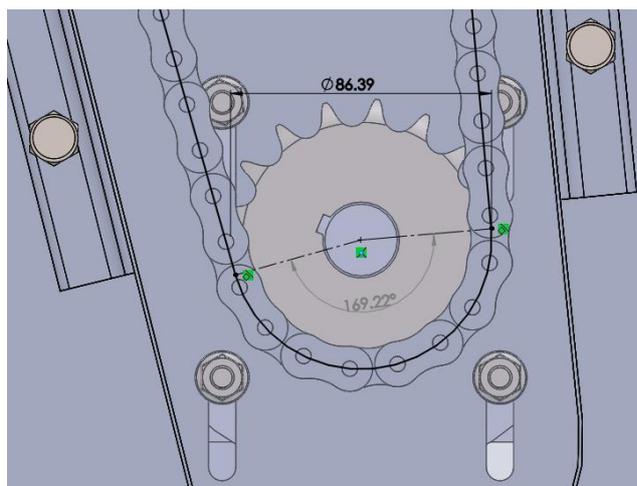


Figura 12.12 Ángulo de contacto entre piñón y cadena de transmisión

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 96 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Para dimensionar la transmisión a cadena se siguen los pasos que especifica (Renold, 2006). Primero se determina un factor de aplicación, en función de las características de la máquina conducida.

DRIVEN MACHINE CHARACTERISTICS		CHARACTERISTICS OF DRIVER		
		SMOOTH RUNNING Electric Motors, Steam and Gas Turbines, Internal Combustion Engines with Hydraulic coupling	SLIGHT SHOCKS Internal Combustion Engines with 6 cyls or more with mechanical Coupling, Electric Motors with frequent starts	MODERATE SHOCKS Internal Combustion Engines with less than 6 cyls, with mechanical coupling
SMOOTH RUNNING	Centrifugal Pumps and Compressors, Printing Machines, Paper Colanders, Uniformly Loaded Conveyors, Escalators, Liquid Agitators and Mixers, Rotary Driers, Fans	1	1.1	1.3
MODERATE SHOCKS	Pumps and Compressors (3+ cyls), Concrete Mixing Machines, Non uniformly Loaded Conveyors, Solid Agitators and Mixers	1.4	1.5	1.7
HEAVY SHOCKS	Planers, Excavators, Roll and Ball Mills, Rubber Processing Machines, Presses and Shears 1 & 2 Cyl Pumps and Compressors, Oil Drilling Rigs	1.8	1.9	2.1

Figura 12.13 Factores de aplicación (Renold)

Para funcionamiento suave y frecuentes arranques: $f_1 = 1,1$. También se tiene en cuenta un factor correspondiente al número de dientes de piñón conductor.

f2 factors for standard sprocket sizes	
Z1	f2
15	1.27
17	1.12
19	1.00
21	0.91
23	0.83
25	0.76

Figura 12.14 Factor por cantidad de dientes

Factor por número de dientes del piñón conductor: $f_2 = 1,12$

La potencia de selección es la potencia a transmitir por la cadena multiplicada por los factores hallados. Se considera como potencia a transmitir la que produce el motorreductor a plena carga, de esta manera se asegura que la selección de la cadena se realiza desde el punto de vista más seguro.

Si el motorreductor trabaja a plena carga produce un par útil de 92 Nm a 29,9 rpm, quiere decir que su potencia útil es de:

$$P_m = 92 \text{ Nm} \cdot \frac{29,9 \text{ rpm} \cdot 2\pi}{60 \text{ s}} = 288 \text{ W}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 97 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

Bastante menor a la potencia nominal del motor debido al rendimiento asociado al reductor a sinfín y corona.

Por lo tanto la potencia de selección es de:

$$P_s = P_m \cdot f_1 \cdot f_2 = 288 \text{ W} \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 355 \text{ W}$$

Con esta velocidad del piñón conductor y la potencia de selección se determina de la figura 12.16 una **cadena simple de paso 5/8" tipo americana**.

El número de la cadena seleccionada es **ANSI 50-1** y tiene las siguientes especificaciones:

Nº Cadena Ansi	Nº Cadena BS/ISO	Paso P	Diámetro del rodillo d ₁ max	Distancia entre placas interiores b ₁ max	Diámetro del pasador d ₂ max	Longitud del pasador L max	Longitud del pasador con chaveta L _c max	Longitud del pasador con chaveta L _c max	Altura de la placa interior h ₂ max	Espesor de la placa T max	Paso transversal Pt	Carga límite de rotura Q min	Carga de rotura promedio Q ₀	Peso por metro q	Design
15-1*	03C*	4,7625	2,48	2,38	1,62	6,10	6,90	–	4,30	0,60	–	1,8	2,0	0,08	PHC 1!
25-1*	04C-1*	6,350	3,30	3,18	2,31	7,90	8,40	–	6,00	0,80	–	3,5	4,6	0,15	PHC 2!
35-1*	06C-1*	9,525	5,08	4,77	3,58	12,40	13,17	–	9,00	1,30	–	7,9	10,8	0,33	PHC 3!
41-1	085-1	12,700	7,77	6,25	3,58	13,75	15,00	–	9,91	1,30	–	6,7	12,6	0,41	PHC 4!
40-1	08A-1	12,700	7,95	7,85	3,96	16,60	17,80	–	12,00	1,50	–	14,1	17,5	0,62	PHC 4!
50-1	10A-1	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	23,30	15,09	2,03	–	22,2	29,4	1,02	PHC 5!
60-1	12A-1	19,050	11,91	12,57	5,94	25,90	27,70	28,30	18,00	2,42	–	31,8	41,5	1,50	PHC 6!
80-1	16A-1	25,400	15,88	15,75	7,92	32,70	35,00	36,50	24,00	3,25	–	56,7	69,4	2,60	PHC 8!
100-1	20A-1	31,750	19,05	18,90	9,53	40,40	44,70	44,70	30,00	4,00	–	88,5	109,2	3,91	PHC 1!
120-1	24A-1	38,100	22,23	25,22	11,10	50,30	54,30	54,30	35,70	4,80	–	127,0	156,3	5,62	PHC 12!

Figura 12.15 Cadena seleccionada

Como puede observarse, el método de lubricación recomendado en la figura 12.16 es manual. El aceite se aplica periódicamente con un pincel, preferiblemente una vez cada 8 horas de operación. Con esa frecuencia se logra que la cadena se mantenga húmeda con aceite y permite la penetración de lubricante limpio dentro de las juntas de la cadena.

La velocidad de la cadena resulta en:

$$v_c = \omega_m \cdot \frac{D_{pm}}{2} = \frac{29,9 \text{ rpm} \cdot 2\pi}{60 \text{ s}} \cdot \frac{86,4 \text{ mm}}{2} = 0,135 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La carga a la que puede estar sometida la cadena, si el motorreductor trabaja a plena carga, es:

$$F_{ctr} = \frac{P_m}{v_c}$$

Esto último, despreciando la carga debido a aceleración centrípeta por ser muy baja la velocidad de la cadena.

Por lo tanto:

$$F_{ctr} = \frac{P_m}{v_c} = \frac{288 \text{ W}}{0,135 \text{ m/s}} = 2134 \text{ N}$$

De la figura 12.15 la carga límite de rotura de esta cadena es de 22,2 KN, de manera que la cadena tiene un factor de seguridad de $\frac{22200\text{N}}{2134\text{N}} = 10,4$.

El área nominal de trabajo de esta cadena es de 70 mm², entonces la presión en las superficies es:

$$\frac{F_{ctr}}{s_c} = \frac{2134 \text{ N}}{70 \text{ mm}^2} = 30,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 98 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	------------------

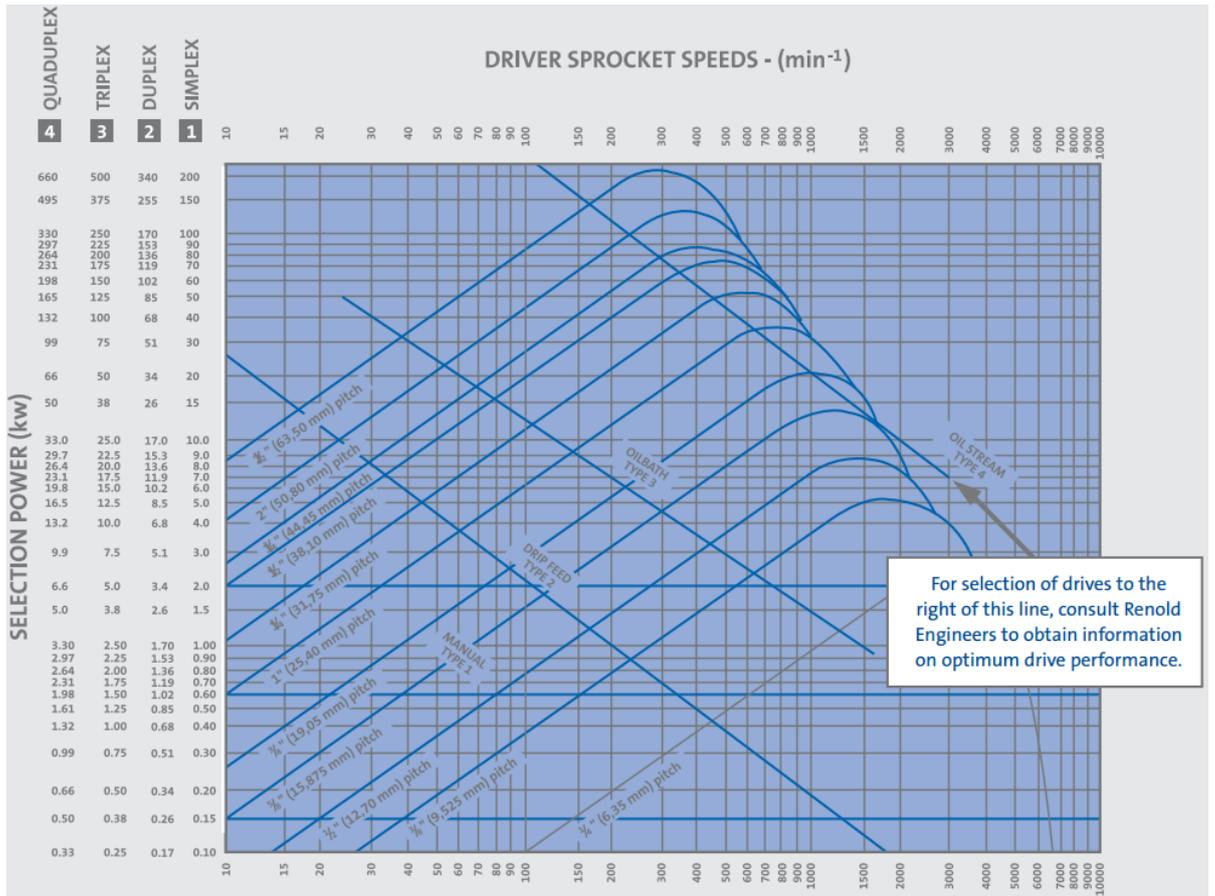
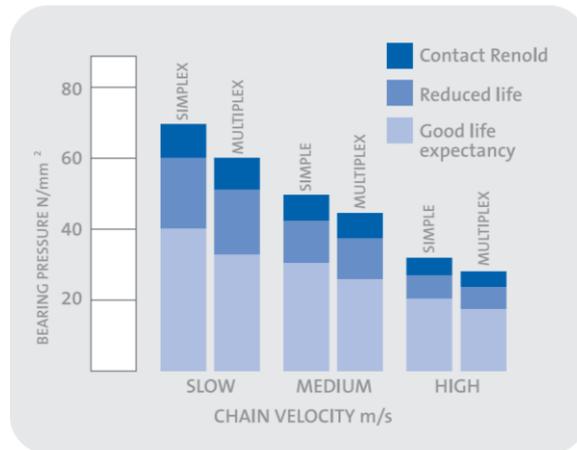


Figura 12.16 Selección de cadenas americanas (Renold, 2006)

Según el gráfico de la figura 12.17 para una velocidad baja, esta presión representa una buena esperanza de vida desde el punto de vista del desgaste.



Slow velocity up to 60% of maximum allowable speed.
 Medium velocity 60 to 80% of maximum allowable speed.
 High velocity over 80% of maximum allowable speed.

Figura 12.17 Vida esperada

La distancia entre centros de piñón y corona debe estar entre 30 y 50 pasos, según (Renold, 2006). Por lo tanto, siendo el paso de la cadena de 5/8", la distancia mínima entre centros resulta de 476 mm.

En la figura 12.18 se muestra la disposición del conjunto de transmisión a cadena, con una distancia entre centros de piñón y corona de 480 mm. Para realizar el recorrido la cadena tiene un largo total de 44 eslabones, o sea 700 mm. En (Renold, 2006) se aconseja un recorrido de estiramiento entre ejes de un paso de longitud, es decir 16 mm medidos en la dirección formada por la unión de los centros de eje. En este caso, el estiramiento se consigue simplemente bajando el motorreductor cada vez que el desgaste de la cadena lo justifique.

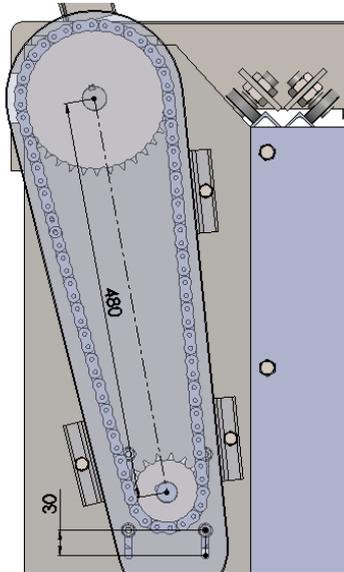


Figura 12.18 Conjunto de transmisión

Una vez seleccionados todos los componentes de la transmisión se procede a iterar los cálculos a fin de obtener los valores precisos de velocidad, par y potencia.

Sabiendo que el motorreductor seleccionado tiene una velocidad de salida de 29,9 rpm y la relación de transmisión de la cadena es de 2,06, la velocidad angular del eje motriz resulta en:

$$\omega_e = \frac{29,9 \text{ rpm}}{2,06} = 14,5 \text{ rpm}$$

Esto implica una velocidad de la cadena de transporte de:

$$v_{ct} = \frac{\omega_e \cdot 2\pi}{60} \cdot \frac{D_{pp}}{2} = \frac{14 \text{ rpm} \cdot 2\pi}{60} \cdot \frac{164 \text{ mm}}{2} = 125 \text{ mm/s}$$

Que representa un tiempo de 3 segundos en recorrer la distancia para realizar el corte y una potencia de transporte un poco menor, de:

$$P_t = 125 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot 1447 \text{ N} = 180,1 \text{ W}$$

Como última corrección, el par a producir por el motorreductor se recalcula como:

$$T_m = \frac{T_e}{i_c \cdot \eta_c} = \frac{131,8 \text{ Nm}}{2,06 \cdot 0,9} = 71,1 \text{ Nm}$$

Con estos últimos valores obtenidos, los elementos de transmisión seleccionados siguen siendo aptos.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 100 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

12.6. Verificación de la velocidad de transporte

Cuando el mazo de tablas empujado por la cadena se posiciona encima del eje de la sierra circular, las cadenas se frenan de manera que se provoca, por la fuerza de fricción, una desaceleración de las tablas hasta su detención. A fin de verificar que las tablas, por inercia, no se muevan demasiado de la posición óptima para el corte se realiza un análisis dinámico. La situación más crítica se da cuando la altura del mazo llega a 100 mm, ya que una desviación de la tabla más alta puede significar que la hoja no llegue a cortarla. Conociendo la velocidad a la que se desplazan los mazos de tablas y la desaceleración que produce la fricción sobre éstas se puede calcular el desplazamiento ocasionado por inercia.

La fuerza de fricción depende, en este caso, del coeficiente dinámico de rozamiento entre acero y madera que vale 0,3, como se indicó en 12.3. La fuerza normal, igual al peso de cuatro tablas de 1", es de 336 N, entonces:

$$Fr_{din} = \mu_{d(a,m)} \cdot 336 \text{ N} = 0,3 \cdot 336 \text{ N} = 100,8 \text{ N}$$

Esta fuerza, encargada de frenar las tablas, produce una desaceleración en el mazo de:

$$a = \frac{Fr_{din}}{m_{mazo}} = \frac{100,8 \text{ N}}{34,3 \text{ Kg}} = 2,94 \text{ m/s}^2$$

Como el mazo de tablas se encuentra a una velocidad de 0,125 m/s, la desaceleración calculada produce que se detenga en:

$$t_f = \frac{v_{ct}}{a} = \frac{0,125 \text{ m/s}}{2,94 \text{ m/s}^2} = 0,04 \text{ s}$$

O sea, de una manera prácticamente instantánea. La distancia de frenado es de:

$$\Delta x = v_{ct} \cdot t_f - a \cdot t_f^2 = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,04 \text{ s} - 2,94 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,04 \text{ s})^2 = 0,4 \text{ mm}$$

Si todas las tablas del mazo se desplazan la misma distancia una respecto a la otra, en el caso de 5 tablas de 19 mm apiladas, la última se va a correr 2 mm. La suposición mencionada mantiene el cálculo del lado seguro ya que el coeficiente de fricción dinámica entre dos maderas es de 0,4, o sea mayor al utilizado. Si bien, a medida que se asciende en el mazo la normal, y por lo tanto la fricción, de las tablas es menor, también es menor la masa en juego, en la misma medida. De aquí que la desaceleración se mantiene, validando el razonamiento empleado.

De acuerdo a lo mencionado y observando el croquis de la figura 12.19, que representa la ubicación del mazo de tablas respecto a la hoja de sierra circular, se puede concluir que el desplazamiento por inercia no es lo suficientemente alto como para ser problemático.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 101 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

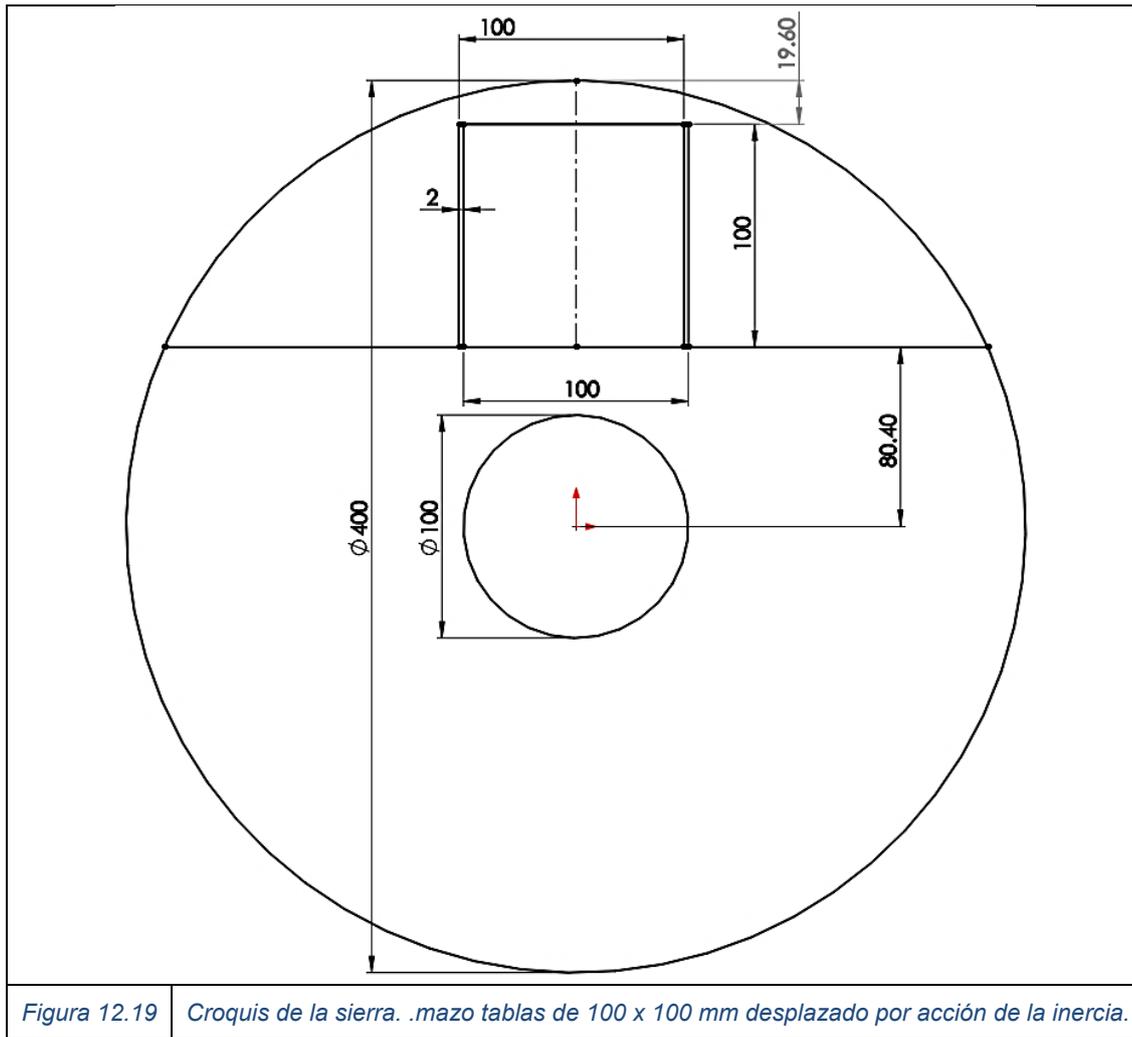


Figura 12.19 Croquis de la sierra. mazo tablas de 100 x 100 mm desplazado por acción de la inercia.

12.7. Árbol de accionamiento

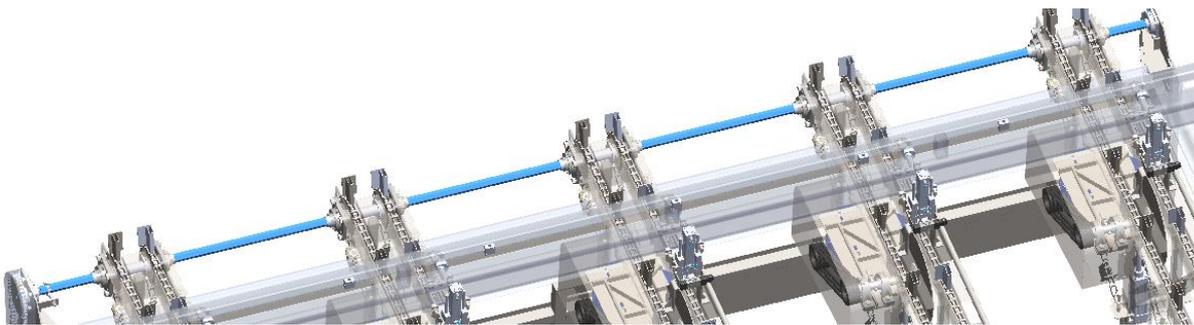


Figura 12.20 . Detalle del árbol en la máquina

En la sección 12.4 se selecciona el órgano motriz del sistema, un motorreductor que desarrolla un momento útil de 90 Nm (920 Kgcm). Luego la reducción por cadena duplica el torque aplicado al árbol que acciona el sistema de avance de las tablas.

A continuación se calcula el árbol antedicho. El mismo es de sección hexagonal ya que de esta manera se permite el deslizamiento de los puentes, necesario para regular el ancho de corte. El árbol está apoyado mediante rodamientos sobre la mesa en los extremos y sobre los puentes en los tramos

intermedios. El árbol se conforma a partir de un trefilado hexagonal de acero SAE 1045 de 32 mm entre caras.

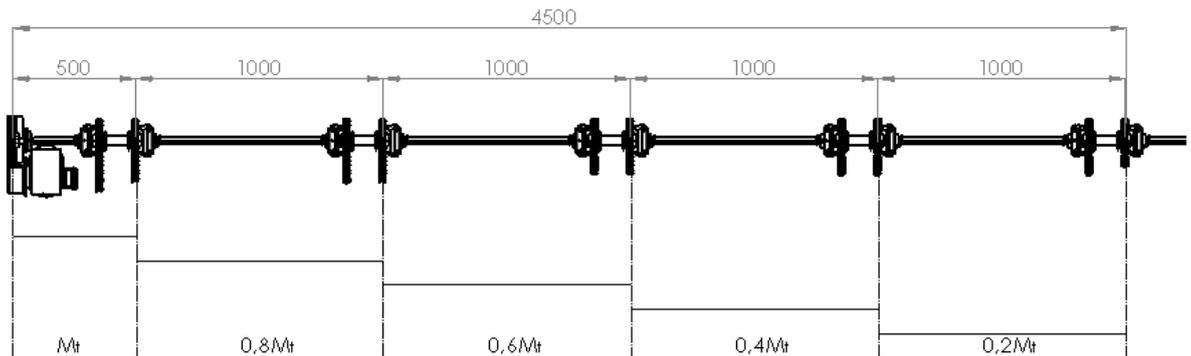


Figura 12.21 Diagrama de cargas del árbol

12.7.1 Verificación de la deformación angular

Debe tenerse en cuenta que por cada grado de desfasaje en el giro de las coronas se produce un error en el avance de aproximadamente 1,5 mm. Adicionalmente actúan juegos producto del desgaste en la cadena, el piñón, etc. Por lo tanto a fin de limitar el error en el traslado de las tablas, la inclinación de las mismas durante el avance y la pérdida de estabilidad del mazo debido a oscilaciones elásticas excesivas en el sistema de avance, la rigidez torsional del árbol se limita a un máximo de $1^\circ/m$ promedio.

El ángulo de torsión absoluto máximo estará siempre en el último tramo, su valor puede obtenerse de la sumatoria de las deformaciones angulares de los i -ésimos tramos:

$$\varphi = \sum_i^n \frac{M_{t_i} \cdot l_i}{0,113 A_i d_i^2 G_i}$$

Donde

φ : El ángulo de giro [radianes]

M_{t_i} : El torque aplicado al tramo i -ésimo [Kgcm]

l_i : Longitud del tramo [cm].

A_i : Área de la sección del árbol [cm²].

d_i : Diámetro del círculo inscripto en la sección [cm].

G_i : Módulo de elasticidad transversal del material [Kg/cm²].

Aplicando la formula anterior se obtiene:

$$\varphi = \frac{1840 \text{ kgcm}}{0,113 \cdot 8,87 \text{ cm}^2 \cdot (3,2 \text{ cm})^2 \cdot 810000 \text{ kg/cm}^2 \cdot (1 \cdot 50 \text{ cm} + 0,8 \cdot 100 \text{ cm} + 0,6 \cdot 100 \text{ cm} + 0,4 \cdot 100 \text{ cm} + 0,2 \cdot 100 \text{ cm})} = 0,055 \text{ rad}$$

Siendo $0,055 \text{ rad} = 3^\circ$ en total y un promedio de $0,66^\circ/m$, por lo tanto según esta ecuación, el tamaño de la sección verifica el criterio de deformación.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 103 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

La deformación angular se verificó también en Ansys, obteniéndose $2,7^\circ$ medidos entre las secciones extremas. También se obtuvieron esfuerzos de corte máximos de 337 kg/cm^2 .

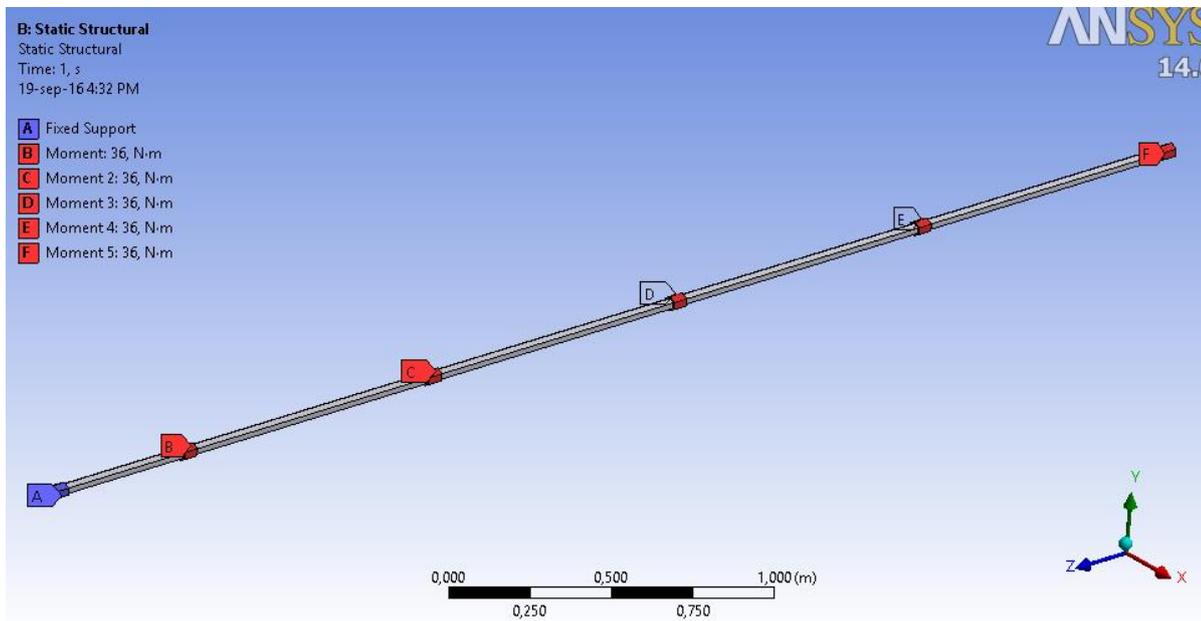


Figura 12.22 Modelo del árbol en Ansys

Con estos resultados se verifica el diseño a las deformaciones angulares.

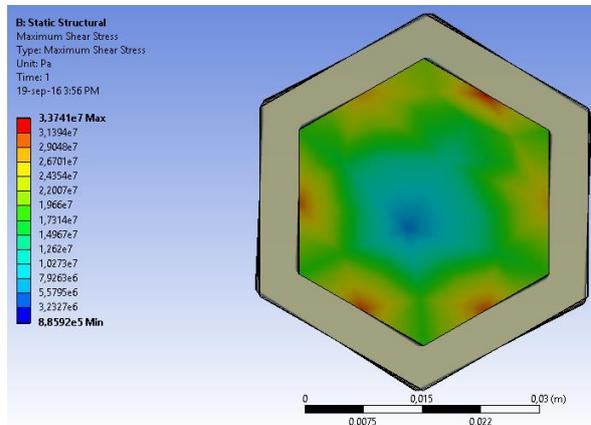


Figura 12.23 Tensiones de corte. Se observa la deformación angular

12.7.2 Verificación de la resistencia

Para realizar esta verificación los cálculos se realizan solamente en la punta del árbol ya que esta soporta el torque máximo aplicado al árbol y a su vez en esta parte se da el momento flector máximo producido por la tensión de la cadena. También, allí la geometría del árbol se ve afectada por rebajes y un chavetero. De esto se infiere que si se verifican los factores de seguridad, también lo harán para la totalidad del árbol.

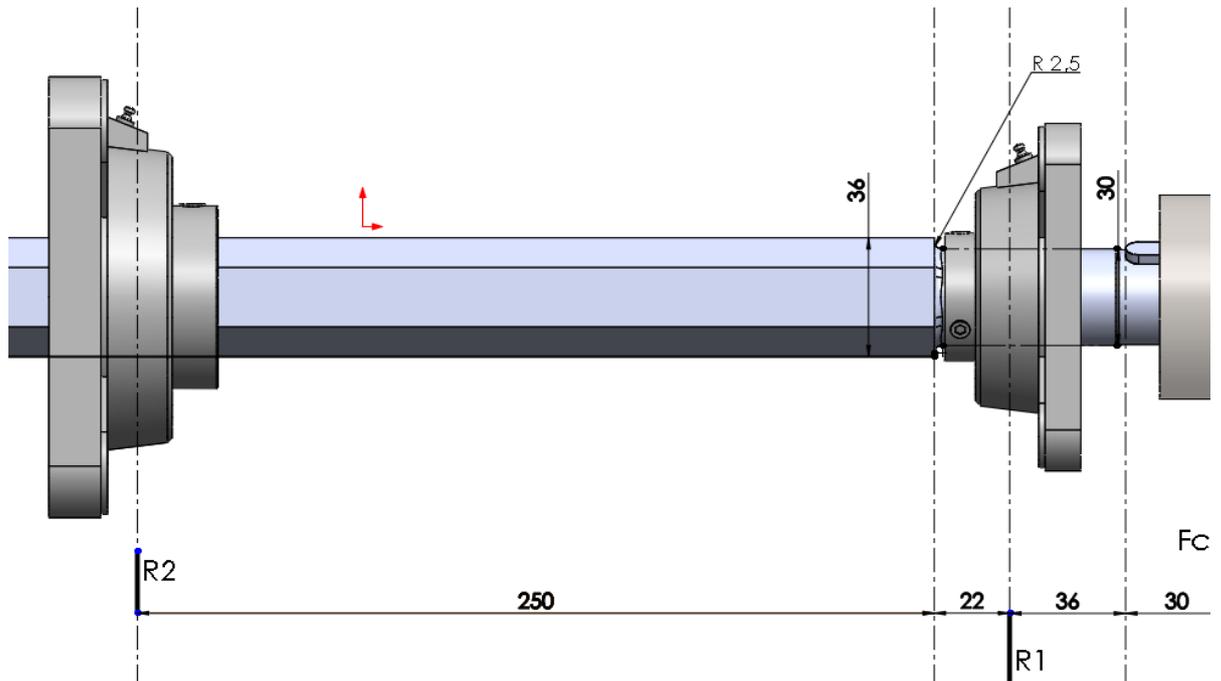


Figura 12.24 Diagrama de la punta del árbol

Esta parte está sometida a flexo torsión, posee un chavetero solidario a la corona motriz y un rebaje con un radio de encuentro de 2,5 mm en el apoyo del rodamiento.

Datos:

Momento torsor: $M_t = 1840 \text{ Kgcm}$, tipo pulsante.

Fuerza de la cadena: $F_c = 217 \text{ kg}$.

Chavetero en el árbol (ancho x altura): 8 mm x 4,1 mm

Modulo resistente a torsión en zona chavetero: $W_{tch} = 4,68 \text{ cm}^3$

Modulo resistente a flexión en zona chavetero: $W_{fch} = 2,16 \text{ cm}^3$

Modulo resistente a flexión en el rebaje de 36 mm a 30 mm: $W_{fr} = 2,65 \text{ cm}^3$

Modulo resistente a torsión en el rebaje de 32 mm a 30 mm: $W_{tr} = 5,3 \text{ cm}^3$

Reacciones en los rodamientos:

$$R_2 = \frac{F_c \cdot 6,6 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = \frac{217 \text{ Kg} \cdot 6,6 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 57 \text{ Kg}$$

$$R_1 = F_c + R_2 = 274 \text{ Kg}$$

Momento flector en el borde del chavetero:

$$M_{fch} = F_c \cdot 3 \text{ cm} = 651 \text{ kgcm}, \text{ tipo simétrico.}$$

Momento flector en el rebaje 36 a 30mm:

$$M_{fr} = F_c \cdot 8,8 \text{ cm} - R_1 \cdot 2,2 \text{ cm} = 1306 \text{ kgcm}, \text{ tipo simétrico.}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 105 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

Tensiones en el chavetero:

$$\tau_{maxch} = \frac{Mt}{w_{tch}} = \frac{1840 \text{ Kgcm}}{4,68 \text{ cm}^3} = 393 \text{ Kg/cm}^2 \quad \tau_{ach} = \frac{\tau_{maxch} - \tau_{minch}}{2} = 196 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{mch} = \frac{\tau_{maxc} + \tau_{minc}}{2} = 196 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{maxch} = \frac{Mfch}{w_{fch}} = \frac{651 \text{ Kgcm}}{2,16 \text{ cm}^3} = 301 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_{minch} = \frac{-Mfch}{w_{fch}} = -301 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ach} = \frac{\sigma_{maxch} - \sigma_{minch}}{2} = 301 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_{mch} = \frac{\sigma_{maxch} + \sigma_{minch}}{2} = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensiones en el rebaje 36 a 30mm:

$$\tau_{maxr} = \frac{Mt}{w_{tr}} = \frac{1840 \text{ Kgcm}}{5,3 \text{ cm}^3} = 347 \text{ Kg/cm}^2 \quad \tau_{ar} = \frac{\tau_{maxr} - \tau_{minr}}{2} = 173 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{mr} = \frac{\tau_{maxr} + \tau_{minr}}{2} = 173 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{maxr} = \frac{Mfr}{w_{fr}} = \frac{1306 \text{ Kgcm}}{2,65 \text{ cm}^3} = 493 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_{minr} = \frac{-Mfr}{w_{fr}} = -493 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ar} = \frac{\sigma_{maxr} - \sigma_{minr}}{2} = 493 \text{ Kg/cm}^2$$

Factores de concentración esfuerzos y disminución de resistencia a la fatiga:

Se obtienen de Dobrovolsky p.329-332

Factores de concentración de tensiones del chavetero: $k_\sigma = 1,5$; $k_\tau = 1,5$

Factores de concentración de tensiones del rebaje:

Con $r/d = 2,5\text{mm}/30\text{mm}$ $k_{\sigma 0} = 1,7$; $k_{\tau 0} = 1,3$;

Con $D/d = 36\text{mm}/30\text{mm}$ $\varepsilon_\sigma = 0,8$; $\varepsilon_\tau = 0,7$;

Se halla el factor efectivo de concentración de tensiones

$$k_\sigma = 1 + k_{\sigma 0}(1 - \varepsilon_\sigma) = 1 + 1,7(1 - 0,8) = 1,35$$

$$k_\tau = 1 + k_{\tau 0}(1 - \varepsilon_\tau) = 1 + 1,3(1 - 0,7) = 1,4$$

Factores de terminación superficial para $\sigma_r = 40 \frac{\text{Kc}}{\text{cm}^2}$ y calidad torneado: $\beta_\sigma = \beta_\tau = 0,9$.

Factores de tamaño: Para $d=30$ mm y curva materiales dúctiles: $\varepsilon_\sigma = \varepsilon_\tau = 0,88$.

Considerando el árbol realizado a partir de un trefilado hexagonal de acero SAE 1045, se tendrán las siguientes propiedades mecánicas del material:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 106 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

$$\sigma_{-1} = \frac{1}{2} \sigma_r = \frac{1}{2} 5700 \frac{Kg}{cm^2} = 2850 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\tau_{-1} = \frac{1}{2} \sigma_{-1} = 1425 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_f = 3100 \frac{Kg}{cm^2}$$

Factores de seguridad a la fatiga en el chavetero

$$\eta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma c} \sigma_{ac}}{\varepsilon_\sigma \beta_\sigma}} = \frac{2850}{\frac{1,5 \cdot 301}{0,88 \cdot 0,9}} = 5$$

$$\eta_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau c} \tau_{ac}}{\varepsilon_\tau \beta_\tau}} = \frac{1425}{\frac{1,5 \cdot 196}{0,88 \cdot 0,9}} = 3,8$$

$$\eta_g = \frac{\eta_\sigma \eta_\tau}{\sqrt{\eta_\sigma^2 + \eta_\tau^2}} = 3$$

Factores de seguridad a la fatiga en el rebaje

$$\eta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma r} \sigma_{ar}}{\varepsilon_\sigma \beta_\sigma}} = \frac{2850}{\frac{1,35 \cdot 493}{0,88 \cdot 0,9}} = 3,3$$

$$\eta_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau r} \tau_{ar}}{\varepsilon_\tau \beta_\tau}} = \frac{1425}{\frac{1,4 \cdot 173}{0,88 \cdot 0,9}} = 4,2$$

$$\eta_g = \frac{\eta_\sigma \eta_\tau}{\sqrt{\eta_\sigma^2 + \eta_\tau^2}} = 2,5$$

Factores seguridad estáticos

$$\eta_{\sigma e} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{\max|r;ch}} = \frac{3100 \frac{Kg}{cm^2}}{493 \frac{Kg}{cm^2}} = 7,9$$

$$\eta_{\tau e} = \frac{\tau_f}{\tau_{\max|r;ch}} = \frac{1550 \frac{Kg}{cm^2}}{393 \frac{Kg}{cm^2}} = 3,9$$

$$\eta_{ge} = \frac{\eta_\sigma \eta_\tau}{\sqrt{\eta_\sigma^2 + \eta_\tau^2}} = 2,5$$

Con estos valores, el diseño verifica.

12.7.3 Verificación de la chaveta

Material: SAE 1045 laminado en caliente; Tensiones admisibles, Según el autor Cosme:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 107 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

$$\sigma_{ap adm} = 0,55 \cdot \sigma_f = 0,55 \cdot 3100 \frac{kg}{cm^2} = 1705 Kg/cm^2$$

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_r}{6} = \frac{5700 Kg/cm^2}{6} = 950 Kg/cm^2$$

Longitud del cubo: $l = 2,5$ cm.

Ancho de la chaveta: $b = 0,8$ cm.

Profundidad en el cubo $h = 2,9$ mm; Profundidad en el árbol $y_1 = 4,1$ mm.

Tensiones de corte:

$$\tau = \frac{2 Mt}{d \cdot l \cdot b} = \frac{2 \cdot 1840 Kgcm}{3 cm \cdot 2,5 cm \cdot 0,8 cm} = 613 Kg/cm^2$$

Tensiones de aplastamiento

$$\sigma_{ap} = \frac{2 Mt}{d \cdot h \cdot l} = \frac{2 \cdot 1840 Kgcm}{3 cm \cdot 0,29 cm \cdot 2,5 cm} = 1635 Kg/cm^2$$

Las tensiones máximas son menores a las admisibles, por lo tanto se verifica el diseño.

12.8. Soporte del accionamiento del árbol de avance

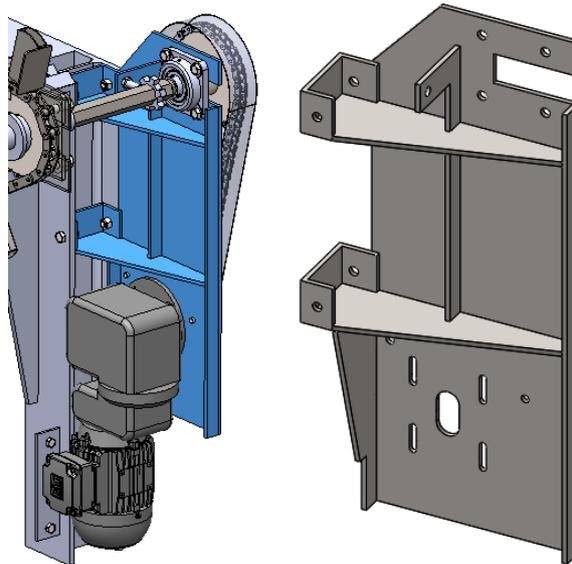


Figura 12.25 Soporte

El rodamiento soporte del árbol motriz del sistema de avance y el accionamiento del mismo, se montan en un soporte fijado en voladizo a una de las patas de la mesa.

Este soporte está constituido por una chapa de $\frac{1}{4}$ " cuya forma y mecanizados permiten montar y alinear las piezas del accionamiento con relativa sencillez. Luego sobre esta chapa base se fijan refuerzos y los soportes.

Las dos principales fuerzas que soporta esta pieza son:

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 108 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

- La tensión de la cadena, cancelada internamente, tendiente a comprimir y alabear la chapa. Esta se calculó en la sección 4.1 y vale $F_c = 2134\text{ N}$
- El peso del motorreductor, transmitido hasta los soportes, tendiente a traccionar y flexionar la chapa. Vale $F_{MR} = 250\text{ N}$

La verificación de las tensiones y deformaciones se realizan únicamente mediante elementos finitos a continuación.

Los resultados, observados en las siguientes figuras, arrojan tensiones de Von-Mises máximas en torno a los 500 kg/cm^2 y deformaciones máximas próximas a los $0,3\text{ mm}$. A partir de estos valores se considera satisfactorio el diseño de la pieza.

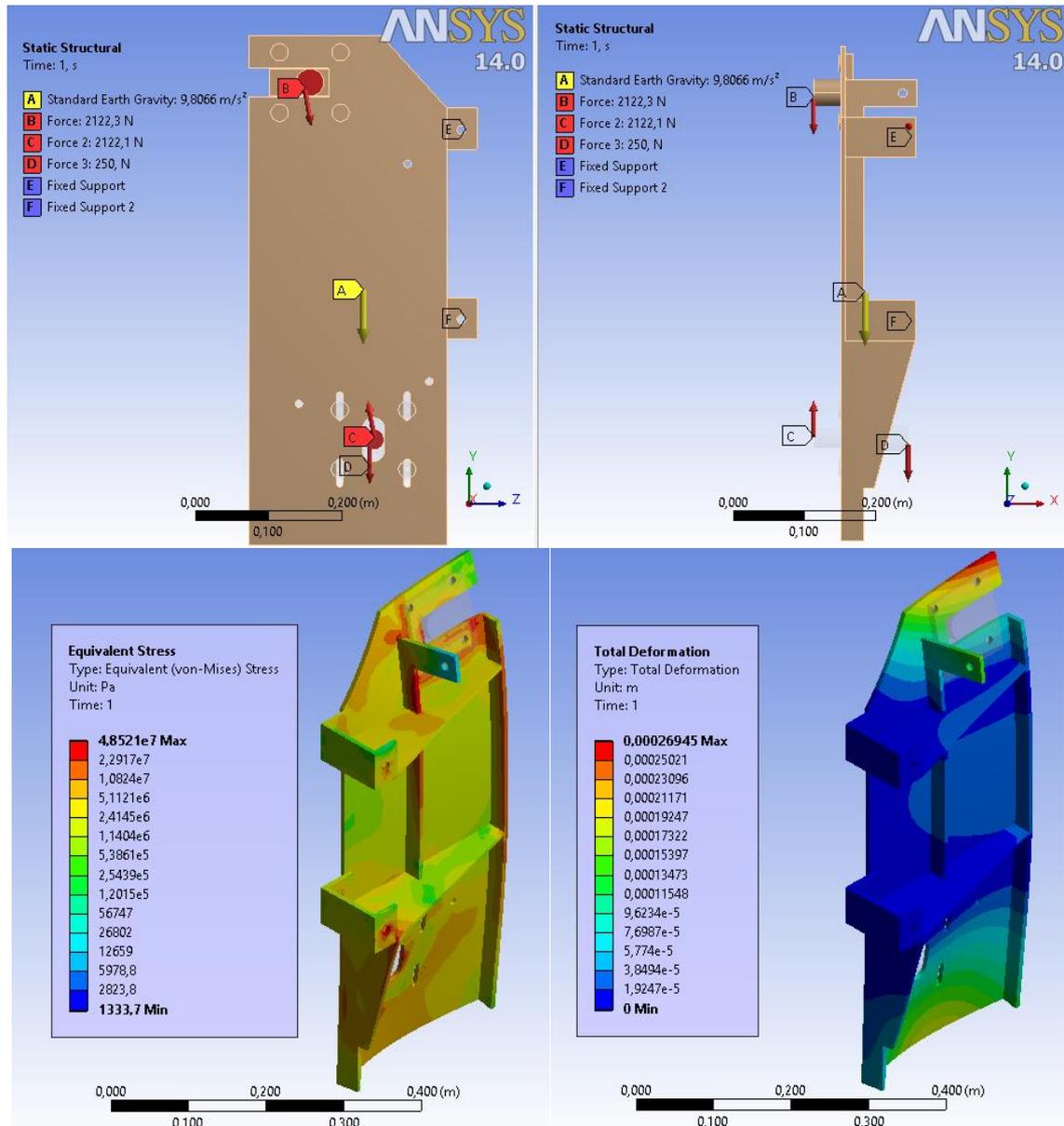


Figura 12.26 Modelo , tensiones y deformaciones de la pieza

13. Nomenclatura

a :	Desaceleración del mazo de tablas	$[m/s^2]$
$A; A_{max}$:	Velocidad de avance de la sierra; ídem máxima	$[m/s]$
A_d :	Altura del diente	$[mm]$
A_i :	Área de una sección i -ésima	$[cm^2]$
A_m :	Área encerrada por la mediana de las paredes de un tubo	$[cm^2]$
A_{un} :	Área efectiva de la garganta de soldadura	$[cm^2]$
b :	Ancho: de chaveta/ de diente de sierra/ de sección o pieza	$[mm]$
B :	Espesor de sección resistente al corte por flexión	$[cm]$
c :	Distancia de fibra más alejada de la neutra	$[cm]$
C :	Capacidad de carga dinámica básica de rodamiento	$[KN]$
Co :	Capacidad de carga estática básica de rodamiento	$[KN]$
D :	Diámetro del árbol; diámetro de sierra circular	$[mm]$
d :	Diámetro menor del árbol	$[mm]$
D_b :	Diámetro de la brida de ajuste	$[mm]$
d_e :	Diámetro equivalente	$[mm]$
d_i :	Diámetro de un círculo inscripto en una sección hexagonal	$[cm]$
D_p :	Diámetro primitivo de las poleas	$[mm]$
D_{pm} :	Diámetro primitivo del piñón en el eje del motorreductor	$[mm]$
D_{pt} :	Diámetro primitivo, piñón motriz de cadena de transporte	$[mm]$
E :	Módulo elástico del acero	$[Kg/cm^2]$
$F; F_1... F_n$:	Fuerza; cargas aplicadas a una pieza	$[Kg]$
F_c :	Fuerza que ejercen las correas sobre el árbol	$[Kg]$
F_{ce} :	Fuerza del cilindro del mecanismo ascenso de sierra, acelerando	$[Kg]$
$F_{cil1,2,3}$:	Fuerza del cilindro del mecanismo ascenso de sierra, en equilibrio	$[Kg]$
F_{cl} :	Factor de corrección por largo	$[-]$
F_{cp} :	Factor de corrección de potencia	$[-]$
F_{ct} :	Fuerza de cadena de transporte	$[N]$
F_{ctr} :	Fuerza cadena de transmisión	$[N]$
F_{ra} :	Fuerza de rozamiento por apretad	$[N]$
F_{din} :	Fuerza de rozamiento dinámico	$[N]$
F_t :	Fuerza tangencial en la sierra	$[Kg]$
F_{tc} :	Fuerza tangente de la sierra	$[N]$
$F_{tx}; F_{ty}$:	Componentes de F_t en direcciones paralela y normal a F_c	$[Kg]$
$Fv_1; Fv_2; Fv_3$:	Fuerza vertical del mecanismo de ascenso de sierra, en equilibrio	$[Kg]$
G :	Módulo de elasticidad transversal	$[kg/cm^2]$
h :	Altura de una chaveta, sección o pieza	$[mm]$
H :	Ancho de la tabla a cortar	$[cm]$
i_c :	Relación de transmisión de la cadena	$[-]$
I :	Momento de inercia de una sección	$[cm^4]$
J :	Módulo de torsión	$[cm^4]$
k_a :	Factor de terminación superficial	$[-]$
k_b :	Factor de tamaño	$[-]$
k_c :	Factor de tipo de carga	$[-]$
k_d :	Factor de temperatura	$[-]$
k_e :	Factor de confiabilidad	$[-]$

k_t :	Coeficiente teórico de concentración de tensiones en tracción	[-]
k_τ :	Coeficiente teórico de concentración de tensiones en corte	[-]
$k_\sigma; k_f$:	Coeficiente efectivo de concentración de tensiones en tracción	[-]
l :	Longitud de la chaveta/ longitud entre apoyos	[mm]
L_{10} :	Vida nominal del rodamiento, millones de revoluciones	[-]
$L_\tau; L_\sigma$:	Largos de chaveta necesarios por corte; aplastamiento	[cm]
m :	Mordida de la sierra	[mm]
Mf_C :	Momento flector en sección C del árbol (Fig. 4.3)	[Kgcm]
m_m :	Masa total de madera sobre la máquina	[Kg]
m_{mazo} :	masa correspondiente a un mazo de tablas estándar	[Kg]
Mt :	Momento torsor	[Nm]
N :	Fuerza normal	[N]
p :	Paso de la sierra	[mm]
P :	Carga dinámica equivalente del rodamiento	[KN]
P_0 :	Carga estática equivalente del rodamiento	[KN]
P_{cc} :	Potencia de cálculo de la correa	[HP]
P_{cm} :	Potencia necesaria para el corte de la madera	[W]
P_e :	Potencia efectiva por correa	[HP]
P_m :	Potencia útil del motorreductor	[W]
P_{motor} :	Potencia del motor de la sierra	[HP]
P_t :	Potencia de transporte	[W]
Pb :	Prestación base de la correa	[HP]
$q; q_\tau$:	Factor de sensibilidad a la muesca; ídem al corte	[-]
Q :	Solicitud de corte	[Kg]
r :	Radio de encuentro de un rebaje o cambio de sección.	[mm]
R :	Presión de resistencia de la madera	[N/cm ²]
$R1; R2...RX$:	Reacciones en los vínculos de una pieza	[Kg]
S :	Superficie de la madera en la que se ejerce presión	[cm ²]
S_0 :	Factor de seguridad estático de rodamiento	[-]
s_c :	Superficie nominal de trabajo de la cadena de transmisión	[mm ²]
S_e :	Momento estático de área	[cm ³]
t :	Máxima altura de chaveta en el árbol/ Espesor de pared de un tubo	[cm]
T :	Torque transmitido a la sierra circular	[Nm]
T_e :	Torque necesario en el eje motriz	[Nm]
t_f :	Tiempo de frenado	[s]
T_m :	Torque necesario en el eje de salida del motorreductor	[Nm]
v :	Velocidad tangencial sierra	[m/s]
v_c :	Velocidad de cadena de transmisión	[m/s]
v_{ct} :	Velocidad de cadena de transporte	[m/s]
V_{cd} :	Volumen que corta un diente	[mm ³]
V_g :	Volumen de garganta	[mm ³]
V_m :	Volumen total de madera sobre la máquina	[m ³]
Wf :	Módulo resistente a flexión	[cm ³]
	$Wf_{C,E}$: de secciones C; E del árbol de la sierra circular	
	Wf_{ch} : del chavetero del árbol acc. sistema transporte	
	Wfr : del rebaje del árbol acc. sistema transporte	
Wt :	Módulo resistente a torsión	[cm ³]
	$Wt_{C,E}$: de secciones C; E del árbol de la sierra circular	

	<i>W_{tch}</i> : del chavetero del árbol acc. sistema transporte	
	<i>W_{tr}</i> : del rebaje del árbol acc. sistema transporte	
y_1 :	Mínima altura de chaveta alojada en el árbol	[cm]
y_2 :	Mínima altura de chaveta que sobresale del árbol	[cm]
y_{cg} :	Distancia al centroide de una sección	[cm]
y_{max} :	Flecha/deformación máxima	[mm]
δ :	Densidad de Eu. Grandis verde	[Kg/m ³]
Δx :	Distancia de frenado	[mm]
η :	Coefficiente de seguridad para la resistencia	[–]
	η_f : Normativo a la fatiga	
	η_e : Normativo a carga estática	
	η_σ Calculado, a la fatiga para tensiones normales	
	$\eta_{\sigma e}$ Calculado, estático para tensiones normales	
	η_τ Calculado, a la fatiga, para corte	
	$\eta_{\tau e}$ Calculado, estático, para corte	
	η_g Calculado a la fatiga, general (esfuerzos combinados)	
η_c :	Rendimiento de transmisión de cadena	[–]
η_{ct} :	Rendimiento de transmisión de cadena de transporte	[–]
$\mu_{e(a,m)}$:	Coefficiente de rozamiento estático entre madera/acero	[–]
$\mu_{e(a,a)}$:	Coefficiente de rozamiento estático acero/acero	[–]
σ_{-1} :	Límite de resistencia a la fatiga del acero	[Kg/cm ²]
σ_a :	Amplitud de la tensión de un ciclo de carga	[Kg/cm ²]
	$\sigma_{aC,E}$: Para la sección C;E del árbol de la sierra circular	
σ_{apl} :	Tensión de aplastamiento admisible	[Kg/cm ²]
σ_f :	Tensión de fluencia a la tracción	[Kg/cm ²]
σ_{fat} :	Límite de resistencia a la fatiga de la pieza	[Kg/cm ²]
σ_{max} :	Tensión normal máxima calculada	[Kg/cm ²]
	$\sigma_{maxC,E}$: Para la sección C;E del árbol de la sierra circular	
σ_{min} :	Tensión normal mínima calculada	[Kg/cm ²]
σ_r :	Tensión de rotura a la tracción	[kg/cm ²]
τ_{-1} :	Límite de resistencia a la fatiga en corte	[Kg/cm ²]
τ_a :	Amplitud de la tensión de corte de un ciclo de carga	[Kg/cm ²]
	$\tau_{aC,E}$: Para la sección C;E del árbol de la sierra circular	
τ_{adm} :	Tensión de corte admisible	[Kg/cm ²]
τ_f :	Resistencia a la fluencia en corte	[Kg/cm ²]
τ_m :	Tensión de corte media de un ciclo de carga	[Kg/cm ²]
	τ_{mC} : Para la sección C del árbol de la sierra circular	
τ_{max} :	Tensión de corte máxima calculada	[Kg/cm ²]
	$\tau_{maxC,E}$: Para la sección C;E del árbol de la sierra circular	
φ :	Deformación angular	[rad]
$\psi\sigma; \psi\tau$:	Coefficiente de asimetría de ciclo de carga en flexión; ídem torsión	[–]
ω_e :	Velocidad angular del eje motriz	[rpm]
ω_m :	Velocidad angular del eje de salida del motorreductor	[rpm]
ω :	Velocidad angular de la sierra circular	[rpm]

14. Bibliografía

Correas Dunlop . (s.f.). Correas de transmisión industrial. Buenos Aires: Dunlop Argentina SA.

Creus, A. (2007). Neumática e hidráulica. marcombo ediciones técnicas.

Frund Stark. (2014). Herramientas de corte para madera.

INTA, M. (1995). Manual para Productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Concordia: INTA EEA Concordia.

Lentax. (2016). Motoreductores a sinfín y corona Catálogo 122.

Martinuzzi. (s.f.). Fichas técnicas de maderas, Eucaliptus Grandis. Buenos Aires: INTI Maderas y muebles.

Micro. (s.f.). Cilindros.

Núñez, C. (2007). Relaciones de conversión entre densidad básica y densidad seca de madera. Revista Ciencia Tecnológica, 44-50.

Renold. (2006). Designer Guide Catalogue. Renold.

Shigley. (2008). Diseño en ingeniería mecánica. México: McGRAW-HILL.

Stiopin. (1968). Resistencia de materiales. Moscú: MIR.

Vignote Peña, S. (2006). Tecnología de la madera. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Wikibooks Física Clásica. (26 de 09 de 2014). Obtenido de Estática, Rozamiento: <https://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Est%C3%A1tica/Rozamiento>

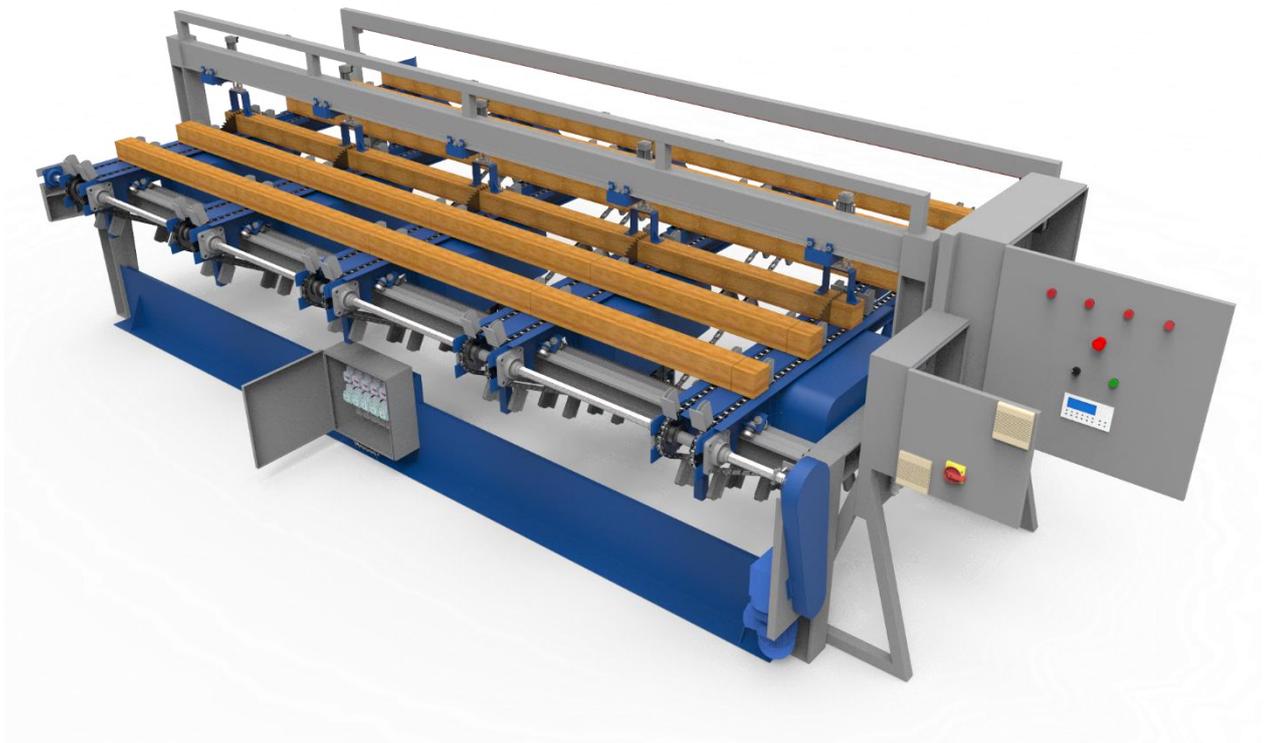
Arthur P. Boresi (2003). Advanced Mechanics of materials. sixth ed.-Wiley & sons..

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A de Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 113 de 206
------------------------------------	-------------------------------------	---------	-------------------

Página en blanco.

MEMORIAS DE CÁLCULO

NEUMÁTICA



Página en blanco.

Índice

1.	Instalación neumática.....	119
1.1.	Tratamiento de aire	119
1.2.	Válvula colizante	121
1.3.	Mangueras y distribución de aire	122
1.3.1.	Línea de alimentación de cilindros elevadores	123
1.3.2.	Línea de alimentación de cilindros apretadores	125
2.	Comando de cilindros elevadores.....	127
2.1.	Válvulas reguladoras.....	128
2.2.	Válvula de distribución	128
3.	Comando de cilindros apretadores	130
3.1.	Válvulas reguladoras.....	130
3.2.	Válvula de distribución	131
4.	Accesorios.....	131
4.1.	Válvula de retención.....	131
4.2.	Válvula de regulación cilindros apretadores	132
4.3.	Silenciadores de escape	133
5.	Bibliografía	134

Página en blanco.

1. Instalación neumática

El consumo de aire promedio de la máquina está dado por el consumo de los cilindros multiplicado por la cantidad de ciclos que realizan por unidad de tiempo.

Según los datos obtenidos en la selección de cada cilindro neumático los consumos son:

- Cilindros elevadores: 3,285 l/ciclo
- Cilindros apretadores: 1,4 l/ciclo

Como el tiempo mínimo que demora la operación de corte es de 7 segundos la cantidad de ciclos resulta en 8,57 ciclos/min. Esto es como máximo, si el tiempo de corte aumenta porque así lo define la configuración de la máquina, habrá menos ciclos por minuto y el consumo será menor. Cuando la despuntadora está funcionando con todos los puentes, el consumo de los cilindros elevadores y apretadores es cinco veces el mencionado, es decir: 16,42 l/ciclo y 7 l/ciclo respectivamente.

Por lo tanto, los consumos multiplicados por la frecuencia de operación da el consumo de aire promedio de la despuntadora múltiple:

$$Q_{medio} = \left(16,42 \frac{l}{ciclo} + 7 \frac{l}{ciclo}\right) \cdot 8,57 \frac{ciclos}{min} = 200 \frac{l}{min}$$

El consumo de aire máximo ocurre en el momento en que suben todas las sierras circulares. Cada ciclo de funcionamiento de los apretadores dura 1,974 s, por lo tanto:

$$Q_{máximo} = \frac{16,42 \frac{l}{ciclo}}{1,974 \frac{s}{ciclo}} = 8,32 \frac{l}{s} = 500 \frac{l}{min} = 30 \frac{m^3}{h}$$

Dichos valores se utilizan posteriormente para la correcta selección de los componentes neumáticos.

La instalación de aire se divide en dos líneas principales, una para los cilindros elevadores y otra para los apretadores. Ambas surgen de la entrada de aire al sistema, la primera va hasta el tablero de fuerza y a partir de ahí se divide para alimentar los cinco puentes de corte, la segunda se tiende sobre la estructura principal a lo largo de un perfil dispuesto a tal fin, de modo de alimentar todos los cilindros apretadores.

Ver planos:

- B-1603B-N-001 Rev00
- B-1603B-N-002 Rev00

1.1. Tratamiento de aire

Para el correcto funcionamiento de los dispositivos neumáticos en la despuntadora múltiple se selecciona una unidad FR+L de tratamiento de aire que consta de filtro, regulador de presión y lubricador. La serie es QBM1 G1/4" de marca micro y código 0.103.003.532. La presión de trabajo puede variar entre 0 y 10 Bar, el poder filtrante es de 40 µm, y el aceite recomendado es SAE 10. (Micro, Unidades FR+L)

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 119 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

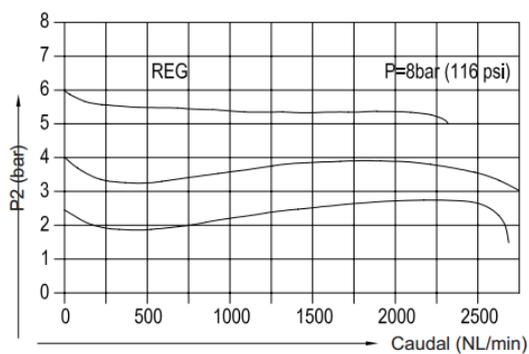
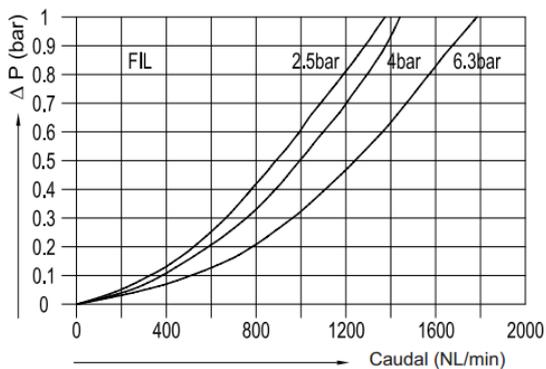


	Descripción	ØG	Poder filtrante	
	Unidad FR+L QBM1 Presión de trabajo: 0...2,5 bar	G 1/4"	5 µ	40 µ
			0.103.003.232	0.103.003.332
	Unidad FR+L QBM1 Presión de trabajo: 0...10 bar	G 1/4"	0.103.003.432	0.103.003.532

Ilustración 1. Unidad FR+L

Curva de caudal del filtro QBM1

Curva de caudal del regulador QBM1



Curva de caudal del lubricador QBM1

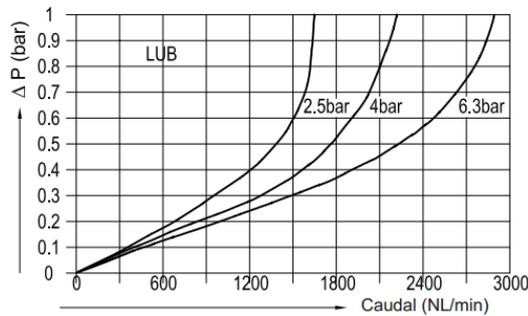


Ilustración 2. Curvas caudal presión de unidad FR+L

En las curvas de caudal de cada uno de los componentes de la unidad FR+L seleccionada, puede observarse que para el caudal máximo obtenido y una presión de alimentación de 6,3 bar, las caídas de presión rondan los 0,1 bar y el regulador está dentro del intervalo de funcionamiento adecuado.

La unidad FR+L se deja como entrada para la alimentación de aire comprimido, y se la ubica en la zona del motorreductor junto con los tableros principal y de mando.

1.2. Válvula colizante

Como dispositivo de apertura y cierre de entrada de aire se instala una válvula tipo colizante 3/2 de acción manual. La misma se ubica a la salida de la unidad FR+L.



Ilustración 3. Válvula colizante

El caudal nominal de la válvula, expresado NI/min, representa el caudal de aire normal que pasa por la válvula con una presión de alimentación de 6 bar y una pérdida de carga de 1 bar. Aceptando una pérdida de presión en la válvula colizante de 0,1 bar, el caudal nominal normal de la válvula se obtiene de la siguiente expresión, proporcionada por (Micro, Válvulas):

$$Q_n = \frac{40,89 Q_{\text{máximo}}}{\sqrt{\Delta p(P_a - \Delta p)}}$$

Siendo el caudal máximo requerido por los cilindros elevadores de 30 Nm³/h, el caudal nominal debe ser de por lo menos:

$$Q_n = \frac{40,89 \cdot 30 \text{ Nm}^3/\text{h}}{\sqrt{0,1 \text{ bar}(7,013 \text{ bar} - 0,1 \text{ bar})}} = 1475 \text{ NI/min}$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 121 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

Se selecciona entonces la unidad con conexión macho R1/4" compatible con la conexión hembra G1/4" de la unidad FR+L. El caudal nominal a 6 bar es de 1900 l/min suficiente para producir una caída de presión en la alimentación menor a 0,1 bar. El código de selección de la misma es 0.400.000.922.

Tipo.....	Válvulas colizantes 3/2 de actuación manual, biestables y con descarga a la atmósfera				
Fluido.....	Aire comprimido filtrado				
Posición de trabajo.....	Indiferente				
Conexiones.....	R1/8"	R1/4"	R3/8"	R1/2"	R3/4"
Caudal (l/min a 6 bar).....	600	1900	2300	4100	7800
Diámetro nominal.....	5 mm	8 mm	11 mm	14 mm	18 mm
Presión de trabajo.....	0...16 bar (0...232 psi)				
	Vacío				
Temperaturas.....	-20...80 °C (-4...176 °F)				
Materiales.....	Cuerpo y corredera de aluminio, guarniciones de NBR				

*Utilizadas generalmente a continuación de una unidad FRL, para corte de suministro y despresurización del circuito alimentado.
Pueden servir también como accionamiento de emergencia.*

	Ø R	MiCRO	Kit de reparación
	R 1/8"	0.400.000.911	0.400.010.125
	R 1/4"	0.400.000.922	0.400.010.126
	R 3/8"	0.400.000.933	0.400.010.127
	R 1/2"	0.400.000.944	0.400.010.128
	R 3/4"	0.400.000.955	0.400.010.129

Ilustración 4

1.3.Mangueras y distribución de aire

Las mangueras de aire que se utilizan para la conexión de los cilindros neumáticos son tubos standard micro de uso general de poliuretano (PU), de 6 mm de diámetro exterior, color azul y código micro 0.000.012.529.

A la salida de la válvula colizante se conecta una cupla con dos conexiones hembras G 1/4" y código micro 0.000.008.913, para conectar un conector T con rosca cónica R 1/4" y manguera de 10 mm código 0.451.980.013. A partir de este último componente se dividen las dos líneas de alimentación de aire de la máquina con mangueras de 10 mm de diámetro.

Cupla



Latón

ØC	MiCRO
M5	0.000.008.911
G 1/8"	0.000.008.912
G 1/4"	0.000.008.913
G 3/8"	0.000.008.914
G 1/2"	0.000.008.915
G 3/4"	0.000.008.916

Ilustración 5

Conector T orientable rosca R



ØR	ØD	x1	x10	x50	x100
R 1/8"	4	0.451.980.410	0.451.980.410/010	0.451.980.410/050	0.451.980.410/100
R 1/8"	6	0.451.980.610	0.451.980.610/010	0.451.980.610/050	0.451.980.610/100
R 1/8"	8	0.451.980.810	0.451.980.810/010	0.451.980.810/050	0.451.980.810/100
R 1/4"	6	0.451.980.613	0.451.980.613/010	0.451.980.613/050	0.451.980.613/100
R 1/4"	8	0.451.980.813	0.451.980.813/010	0.451.980.813/050	0.451.980.813/100
R 1/4"	10	0.451.981.013	0.451.981.013/010	0.451.981.013/050	0.451.981.013/100
R 3/8"	8	0.451.980.817	0.451.980.817/010	0.451.980.817/050	0.451.980.817/100
R 3/8"	10	0.451.981.017	0.451.981.017/010	0.451.981.017/050	0.451.981.017/100
R 3/8"	12	0.451.981.217	0.451.981.217/010	0.451.981.217/050	0.451.981.217/100

Ilustración 6

1.3.1.Línea de alimentación de cilindros elevadores

En el caso de los cilindros elevadores, el recorrido de las mangueras coincide con el de los cables de potencia y comando en cada uno de los puentes. Ver sección "sistema de distribución de conductores" (capítulo 9, Memorias de cálculo eléctrica). Las cinco mangueras se conectan a la manguera de 10 mm correspondiente a esta línea de alimentación a través de un distribuidor, como el que se observa en la figura 7. (Micro, Válvulas)

Distribuidor de alimentación

Cantidad de válvulas	MiCRO
2	0.200.000.162
3	0.200.000.163
4	0.200.000.164
5	0.200.000.165
6	0.200.000.166

La letra "n" equivale al número de posiciones disponibles para válvulas.

Al especificar un manifold, solicitar "n" válvulas y el distribuidor correspondiente para las "n" válvulas.

Tener en cuenta que la cantidad máxima de válvulas a emplear dependerá del caudal requerido en cada una y la simultaneidad de utilización de las mismas.

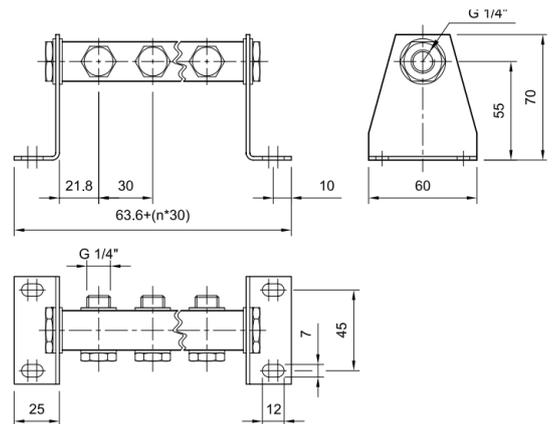


Ilustración 7

El código del mismo para 5 válvulas es 0.200.000.165 y se ubica en la proximidad del tablero de fuerza. Utiliza conectores con rosca G 1/4". La manguera de alimentación del distribuidor es también de

poliuretano (PU), de 10 mm de diámetro exterior, color azul y código micro 0.000.012.531. (Micro, Conexiones)

Tubo de poliuretano (PU)

- Recomendados para aplicaciones generales.
- Formulación en base **poliéster**.
- Tolerancias conforme NFE 49101.
- Pequeño radio de curvatura.
- Excelente flexibilidad en frío.
- Buena resistencia a la humedad.
- Resiste la acción de la luz.
- Buena absorción de las vibraciones.
- Buena tolerancia a la compresión.
- Excelente resistencia al desgarre.
- Muy resistente a la abrasión.
- Posible elección de colores para identificar circuitos.

ØD (mm)	ØDi (mm)	Azul	Rojo	Verde	Amarillo	Negro
4	2,5	0.000.012.528	0.403.000.110	0.403.000.111	0.403.000.112	0.403.000.113
6	4	0.000.012.529	0.403.000.114	0.403.000.115	0.403.000.116	0.403.000.117
8	5,5	0.000.012.530	0.403.000.118	0.403.000.119	0.403.000.120	0.403.000.121
10	7	0.000.012.531	0.403.000.122	0.403.000.123	0.403.000.124	0.403.000.125
12	8	0.000.012.532	0.403.000.126	0.403.000.127	0.403.000.128	0.403.000.129
14	9,5	0.000.026.226				
16	12	0.900.004.800				

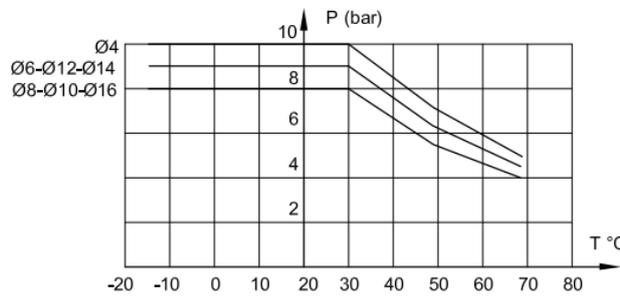
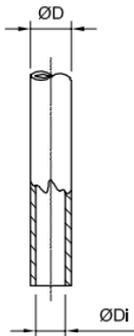


Ilustración 8

Para las conexiones del distribuidor se selecciona 5 conectores rectos rosca G 1/4" para mangueras de 6 mm y uno para manguera de 10 mm. Los códigos de micro correspondientes son 0.451.010.613 y 0.451.011.013. (Micro, Conexiones)

Conector recto rosca R



ØR	ØD	x1	x10	x50	x100
R 1/8"	4	0.451.010.410	0.451.010.410/010	0.451.010.410/050	0.451.010.410/100
R 1/8"	6	0.451.010.610	0.451.010.610/010	0.451.010.610/050	0.451.010.610/100
R 1/8"	8	0.451.010.810	0.451.010.810/010	0.451.010.810/050	0.451.010.810/100
R 1/4"	4	0.451.010.413	0.451.010.413/010	0.451.010.413/050	0.451.010.413/100
R 1/4"	6	0.451.010.613	0.451.010.613/010	0.451.010.613/050	0.451.010.613/100
R 1/4"	8	0.451.010.813	0.451.010.813/010	0.451.010.813/050	0.451.010.813/100
R 1/4"	10	0.451.011.013	0.451.011.013/010	0.451.011.013/050	0.451.011.013/100
R 3/8"	8	0.451.010.817	0.451.010.817/010	0.451.010.817/050	0.451.010.817/100
R 3/8"	10	0.451.011.017	0.451.011.017/010	0.451.011.017/050	0.451.011.017/100
R 3/8"	12	0.451.011.217	0.451.011.217/010	0.451.011.217/050	0.451.011.217/100
R 1/2"	12	0.451.011.221	0.451.011.221/010	0.451.011.221/050	0.451.011.221/100

Ilustración 9

A partir del distribuidor se tienden mangueras de PU de 6 mm, código micro 0.000.012.529, hacia cada válvula de comando del cilindro elevador correspondiente a cada puente. El extremo de dichas mangueras se conecta a la válvula de distribución de cada cilindro mediante el mismo tipo de conector, es decir el conector recto rosca R 1/4". Las especificaciones referidas a conexiones del sistema de mando de los cilindros elevadores se detallan en la sección "comando de cilindros elevadores".

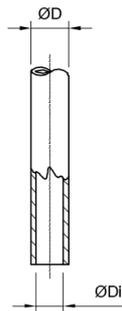
1.3.2.Línea de alimentación de cilindros apretadores

La alimentación de aire a los cilindros neumáticos apretadores se realiza tendiendo una línea de manguera PU de 10 mm sobre un tubo estructural ubicado arriba de los mismos. Para cada uno de los cilindros neumáticos se coloca un tubo en espiral conectado a la línea mencionada mediante un distribuidor de 4 caras.

Se selecciona un tubo en espiral de poliuretano (PUH) de 8 mm de diámetro y 45 mm de diámetro externo del espiral, código 0.403.000.138. Con una longitud del tubo contraído de 190 mm, alcanza los 2 metros cuando se extiende. (Micro, Conexiones)

Tubo en espiral de poliuretano (PUH)

- Tienen las mismas propiedades generales que los tubos de poliuretano PU.
- Aptos para instalaciones que requieran una importante flexibilidad.
- Conformes a NF E49-101.
- La longitud útil señalada en la tabla es la aconsejada para una correcta recuperación ante múltiples utilizaciones.



ØD (mm)	ØD i (mm)	(mm)	(mm)	(m)	Color azul
6	4	40	230	2	0.403.000.135
			390	4	0.403.000.136
			650	6	0.403.000.137
8	5,5	45	190	2	0.403.000.138
			400	4	0.403.000.139
			700	6	0.403.000.140
10	7	80	190	2	0.403.000.141
			400	4	0.403.000.142
			700	6	0.403.000.143

Ilustración 10

En las posiciones que se muestran en la imagen siguiente se colocan los distribuidores de 4 caras de marca micro, como el de la **figura 12** para rosca G1/4" atornillado al tubo estructural.

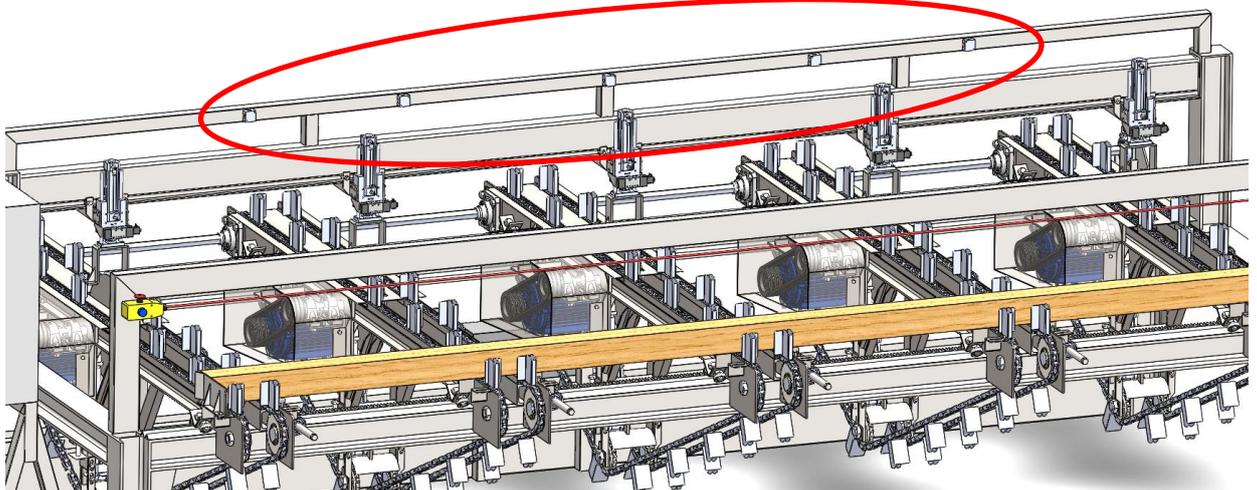


Ilustración 11

Como puede observarse se instalan 5 distribuidores código 0.000.008.931, con tapones en las caras que corresponda.

Distribuidor de 4 caras (Cruz)

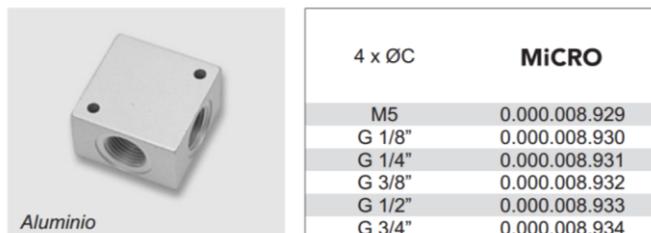


Ilustración 12

El distribuidor correspondiente al apretador 3, se ubica en el centro del perfil de modo que, cuando se cortan maderas a 1 m, queda arriba de dicho apretador. Cuando se corta a 600 mm de largo, el apretador se mueve del centro 800 mm para cada lado y el tubo en espiral lo acompaña sin mayores problemas. Para los apretadores 2 y 4, el distribuidor se ubica a 800 mm respecto al central, uno para cada lado. En las posiciones extremas, las mangueras se estiran horizontalmente entre 600 mm y 1 m para cada lado. Los otros dos, el 1 y el 5, se colocan a 0,6 m respecto a los anteriores para alcanzar los apretadores 1 y 5. De esta manera, cortando a 1 m, las mangueras de los apretadores externos están estiradas poco más de 0,6 m. Mientras que, si todos los puentes se juntan de un lado para cortar maderas de 600 mm de largo, el apretador que mayor distancia recorre se mueve 1,6 m de la posición anterior, y la manguera de aire debe estirarse solamente 1 m. El objetivo de esta distribución es que los tubos en espiral nunca deban estar cerca del límite de estiramiento para evitar forzar las conexiones.

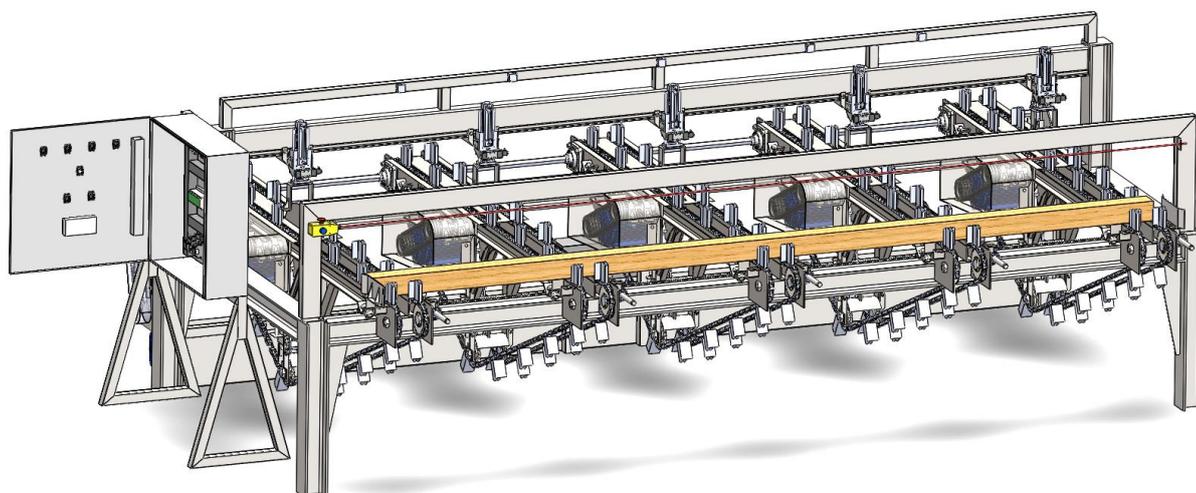


Ilustración 13

La conexión entre los tubos en espiral y los distribuidores se realiza con conectores para mangueras de la serie 401 de conexiones universales de latón de la marca MICRO. Los mismos son rosca R1/4" para mangueras de 8 mm y código micro 0.451.010.813. Los utilizados para conectar las mangueras en espiral a las válvulas de comando de los cilindros apretadores son rosca R 1/8" para manguera de 8 mm, código 0.451.010.810. (Micro, Conexiones)

Conector recto rosca R

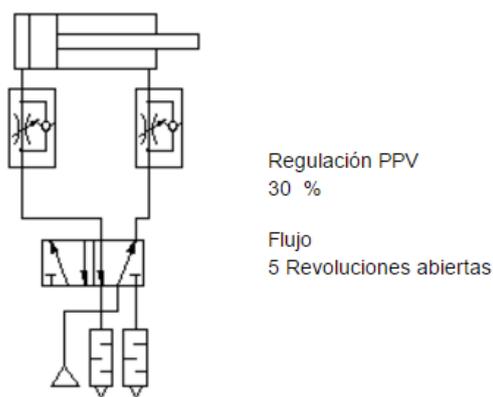


ØR	ØD	x1	x10	x50	x100
R 1/8"	4	0.451.010.410	0.451.010.410/010	0.451.010.410/050	0.451.010.410/100
R 1/8"	6	0.451.010.610	0.451.010.610/010	0.451.010.610/050	0.451.010.610/100
R 1/8"	8	0.451.010.810	0.451.010.810/010	0.451.010.810/050	0.451.010.810/100
R 1/4"	4	0.451.010.413	0.451.010.413/010	0.451.010.413/050	0.451.010.413/100
R 1/4"	6	0.451.010.613	0.451.010.613/010	0.451.010.613/050	0.451.010.613/100
R 1/4"	8	0.451.010.813	0.451.010.813/010	0.451.010.813/050	0.451.010.813/100
R 1/4"	10	0.451.011.013	0.451.011.013/010	0.451.011.013/050	0.451.011.013/100
R 3/8"	8	0.451.010.817	0.451.010.817/010	0.451.010.817/050	0.451.010.817/100
R 3/8"	10	0.451.011.017	0.451.011.017/010	0.451.011.017/050	0.451.011.017/100
R 3/8"	12	0.451.011.217	0.451.011.217/010	0.451.011.217/050	0.451.011.217/100
R 1/2"	12	0.451.011.221	0.451.011.221/010	0.451.011.221/050	0.451.011.221/100

Ilustración 14

2. Comando de cilindros elevadores

En función de lo determinado en “memoria de cálculo mecánica” a partir de la simulación hecha en “mecanismo de ascenso” el sistema de comando que permite la mejor regulación de las velocidades de ascenso y descenso es el mostrado en la figura siguiente.



Haga click sobre el tipo de código del componente que Ud. quiere seleccionar o modificar

Accionamiento	DNC-50-125-PPV-A
<input type="checkbox"/> Amortiguador	
Válvula de estrangulación de retención	GRLA-1/4-QS-6-D
Tubo flexible [Cil. > Válvula]	PUN-6x1-BL (0.5 m)
Válvula de vías	VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1
Tubo flexible [Fuente > Válvula]	PUN-6x1-BL (4 m)
Silenciador	U -1/4

Presión de funcionamiento	6 bar
Dirección del movimiento	<input checked="" type="radio"/> extender <input type="radio"/> retirar <input checked="" type="checkbox"/> Ciclo de trabajo completo

Ilustración 15

El esquema de comando está formado por un cilindro de doble efecto, dos válvulas de regulación y una válvula direccional 5/2.

2.1.Válvulas reguladoras

Se colocan para controlar la velocidad del cilindro regulando el caudal del aire que escapa del mismo. Para que las regulaciones sean lo más precisas posible es conveniente instalar estos reguladores lo más cerca posible del cilindro. Por tal motivo se colocan reguladores de caudal que van conectados directamente en el cilindro, conocidos como reguladores tipo banjo.

Se seleccionan válvulas de precisión para conexión en cilindro mediante rosca G 1/4" y a tubo flexible nº 6 con conector instantáneo. Se utilizan con aire comprimido filtrado con o sin lubricación y presiones de trabajo de 0,5 a 10 bar. Se fabrican en polímero de alta resistencia. El código del producto es 0.470.600.613. (Micro, Válvulas auxiliares)



Ø C	Tubo	
G 1/8"	4	0.470.600.410
G 1/8"	6	0.470.600.610
G 1/8"	8	0.470.600.810
G 1/4"	6	0.470.600.613
G 1/4"	8	0.470.600.813
G 1/4"	10	0.470.601.013
G 3/8"	8	0.470.600.817
G 3/8"	10	0.470.601.017
G 1/2"	12	0.470.601.221

Ø D	F	F ₁	H min	H máx	H ₁	L	L ₁
4	10	17,5	38	44	16	22	9
6	10	17,5	38	44	16	22	9
8	14	19	42	48	18	28	10,5
6	10	17,5	37	43	15	22	9
8	14	19	42	48	19	28	10,5
10	17	23	46	54	20	32	12,5
8	14	19	42	48	17	28	11
10	17	23	46	54	20	32	12,5
12	17	24	46	54	20	35	13

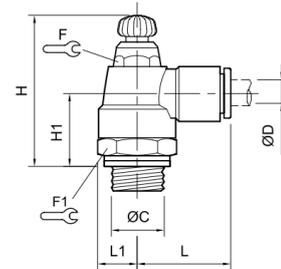


Ilustración 16

2.2.Válvula de distribución

Esta válvula se encarga del mando del cilindro neumático. Se utilizan electroválvulas 5/2, es decir de 5 vías y 2 posiciones para controlar la velocidad de avance y retroceso de forma independiente.

La válvula seleccionada pertenece a la serie SB1 Global Class 1/4" de micro. Funciona mediante accionamiento electroneumático y retorno por muelle. (Micro, Válvulas)



Ilustración 17

Para la conexión de trabajo utiliza rosca G 1/4". La presión de trabajo varía de 2,5 bar hasta 10 bar para este modelo. Se debe usar aire comprimido filtrado y lubricado.

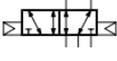
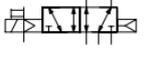
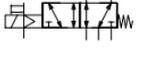
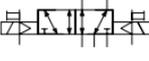
	Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.322	0.200.000.176
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.522	0.200.000.177
	Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.722	0.200.000.178
	Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.322 / ---	0.200.000.182
	Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.522 / ---	0.200.000.183
	Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.722 / ---	0.200.000.184

Ilustración 18

Tensión	Código adicional /---
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vcc	/212
12 Vcc	/213

Ilustración 19

El código del producto con solenoide de 24 Vca es 0.220.002.522/203.

El sistema de mando consta de un solenoide serie 22 Global Class de micro de 24 Vca con un consumo de 4,5 VA. Cuenta con ficha de conexión 22 con led verde Global Class código 0.200.001.217 y tubo guía Global Class código 0.200.001.214.

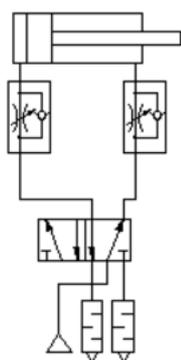


Ilustración 20. Solenoide y ficha de conexión.

3. Comando de cilindros apretadores

3.1. Válvulas reguladoras

También se utilizan válvulas reguladoras de caudal tipo banjo para poder controlar la velocidad de apriete de las tablas. La finalidad es evitar accionamientos bruscos que transmitan vibraciones excesivas en toda la despuntadora múltiple y así reducir también riesgos de rebote de las tablas que pueda correrlas de lugar provocando un apriete defectuoso.



Regulación PPV
100 %
Flujo
2.7 Revoluciones abiertas

Haga click sobre el tipo de código del componente que Ud. quiere seleccionar o modificar

- Accionamiento DNC-32-125-PPV-A
- Amortiguador
- Válvula de estrangulación de retención GRLA-1/8-QS-8-D
- Tubo flexible [Cil. > Válvula] PUN-8x1,25-BL (0.2 m)
- Válvula de vías VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3
- Tubo flexible [Fuente > Válvula] PUN-8x1,25-BL (5 m)
- Silenciador U -1/8

Presión de funcionamiento bar

Dirección del movimiento

- extender
- retirar
- Ciclo de trabajo completo

Ilustración 21

Se seleccionan válvulas de precisión para conexión en cilindro mediante rosca G 1/8" y a tubo flexible nº 8 con conector instantáneo. Se utilizan con aire comprimido filtrado con o sin lubricación y presiones de trabajo de 0,5 a 10 bar. El código del producto es 0.470.600.810. (Micro, Válvulas auxiliares)

Ø C	Tubo		Ø D	F	F ₁	H min	H máx	H ₁	L	L ₁
G 1/8"	4	0.470.600.410	4	10	17,5	38	44	16	22	9
G 1/8"	6	0.470.600.610	6	10	17,5	38	44	16	22	9
G 1/8"	8	0.470.600.810	8	14	19	42	48	18	28	10,5
G 1/4"	6	0.470.600.613	6	10	17,5	37	43	15	22	9
G 1/4"	8	0.470.600.813	8	14	19	42	48	19	28	10,5
G 1/4"	10	0.470.601.013	10	17	23	46	54	20	32	12,5
G 3/8"	8	0.470.600.817	8	14	19	42	48	17	28	11
G 3/8"	10	0.470.601.017	10	17	23	46	54	20	32	12,5
G 1/2"	12	0.470.601.221	12	17	24	46	54	20	35	13

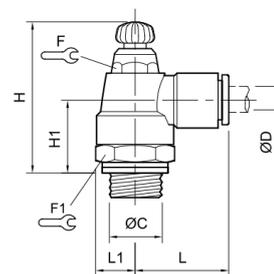


Ilustración 22

3.2.Válvula de distribución

La válvula seleccionada pertenece a la serie SB0 Global Class 1/8" de micro. Funciona mediante accionamiento electro neumático y retorno por muelle. (Micro, Válvulas)

	Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.311	0.200.000.509
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.511	0.200.000.510
	Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.711	0.200.000.511
	Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.311/---	0.200.000.512
	Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.511/---	0.200.000.513
	Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.711/---	0.200.000.514

Ilustración 23

Tensión	Código adicional /---
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vcc	/212
12 Vcc	/213

Ilustración 24

Para la conexión de trabajo utiliza rosca G 1/8". La presión de trabajo varía de 2,5 bar hasta 10 bar para este modelo. Se debe usar aire comprimido filtrado y lubricado. El código del producto con solenoide de 24 Vca es 0.220.002.511/203. (Micro, Válvulas)

4. Accesorios

4.1.Válvula de retención

En la línea que alimenta los cilindros neumáticos apretadores se agrega una válvula de retención que mantenga los apretadores en la posición elevada cuando no se alimenta la máquina con aire comprimido.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli y G. Puente	Aprobó:	Página 131 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

Tipo..... Válvulas de retención o no retorno series VA (con bocas roscadas) o con conectores instantáneos. Se emplean para impedir el paso del aire en uno de los sentidos de circulación

Posición de trabajo..... Indiferente

Fluido..... Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación

Temperaturas..... -20...80 °C (-4...176 °F)

Presión de trabajo Serie VA: 0,5...10 bar (8...145 psi)
Serie instantánea: 1...10 bar (14...145 psi)

Conexiones..... G1/8", G1/4" y G1/2"

Materiales Serie VA: cuerpo de zamac, guarniciones de NBR. Serie instantánea: cuerpo de polímero HR



Válvulas de no retorno VA

ØR		Kit de reparación
G 1/8"	0.400.000.611	0.400.010.110
G 1/4"	0.400.000.622	0.400.010.111
G 1/2"	0.400.000.644	0.400.010.112

A	B	C	D	E	F	G
40	28	25	8,5	4,5	28	16
52	36	30	11	5,5	35	22
90	61	56	18,5	8,5	62	37

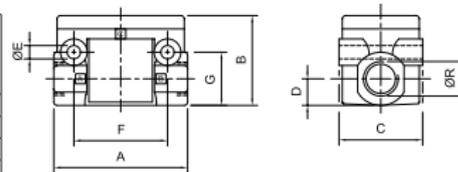


Ilustración 25

Se selecciona la correspondiente a la serie VA con conexión G ¼" de marca micro, código 0.400.000.622. Para la conexión de la misma a la manguera PU 10 de la línea se deben agregar dos conectores rectos R de código micro 0.451.011.013. (Micro, Válvulas)

4.2.Válvula de regulación cilindros apretadores

En la línea de los cilindros neumáticos apretadores se agrega una válvula de regulación de presión para poder controlar de manera independiente la presión de los elevadores y los apretadores. El objetivo es no sobrecargar los puentes de corte con los apretadores haciendo más fuerza que la necesaria para la sujeción de las tablas.

Se selecciona la unidad R QBM1 con conexión G ¼", código micro 0.103.000.832 cuya curva de caudal se puede observar en la **figura 2**. (Micro, Unidades FR+L)

Tipo..... Unidad regulador de presión, con cuerpo metálico y bloqueo de regulador
 Posición de trabajo Indiferente
 Montaje..... En línea o para panel con orificio Ø 34mm
 Temperaturas..... Máx. 60 °C (150 °F)
 Presión de trabajo Standard: 0...10 bar (0...145 psi)
 Opcional: 0...2,5 bar (0...36 psi)
 Ejecución especial hasta 16 bar: consultar parámetros funcionales
 Conexiones..... G 1/4" (directa)
 G1/8"y G3/8" (mediante bridas)
 Manómetro Incorporado en las unidades.
 En reguladores para tablero el manómetro es Ø 50mm R 1/8". Se requiere de un orificio en el panel Ø 54mm
 Accesorios y repuestos .. Ver página 7.7.1.1



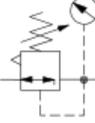
	Descripción	ØG	Para línea	Para tablero
	Unidad R QBM1 Presión de trabajo: 0...2,5 bar	G 1/4"	0.103.000.732	0.103.001.032
Unidad R QBM1 Presión de trabajo: 0...10 bar	G 1/4"	0.103.000.832	0.103.001.132	

Ilustración 26. Unidad reguladora de presión

4.3.Silenciadores de escape

A la salida de todas las válvulas direccionales se colocan dos silenciadores de escape serie SBR de marca micro.

En el caso de los que se ubican en las válvulas direccionales de los cilindros apretadores, los silenciadores seleccionados vienen con rosca G 1/8", código micro 0.400.001.311. Por otro lado en las válvulas de los elevadores se seleccionan con rosca G 1/4" de código micro 0.400.001.322. (Micro, Conexiones)

Tipo.....	Silenciadores de escape
Posición de trabajo	Indiferente
Fijación	Por rosca macho de conexión
Fluido.....	Aire comprimido
Temperaturas.....	-10...80 °C (14...176 °F)
Presión de trabajo	Serie SBR: 0...10 bar (0...145 psi) Serie SPL: 0...6 bar (0...87 psi) Serie pesada: 0...6 bar (0...87 psi) Serie SQW: 0...6 bar (0...87 psi)
Conexiones.....	M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2", G3/4", G1" y G 1 1/2"
Materiales	Serie SBR: bronce sinterizado y aluminio Serie SPL: resina acetálica azul y granos fonoabsorbentes Serie pesada: chapa pintada y fibras de poliéster Serie SQW: resina acetálica azul y polipropileno



Silenciadores serie SBR

ØR		ØA	B	C		Reducción del nivel de ruido a 6 bar dB (A)
M 5	0.400.001.300	6	24	5	7	23
G 1/8"	0.400.001.311	12	25	7	14	18
G 1/4"	0.400.001.322	14	30	8	16	19
G 3/8"	0.400.001.333	18	36	9	20	17
G 1/2"	0.400.001.344	22	47	11	24	19
G 3/4"	0.400.001.355	28	54	13	30	24
G 1"	0.400.001.366	34	60	15	36	21

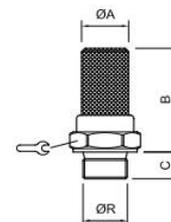


Ilustración 27. Silenciadores

5. Bibliografía

Micro. (s.f.). *Cilindros.*

Micro. (s.f.). *Conexiones.*

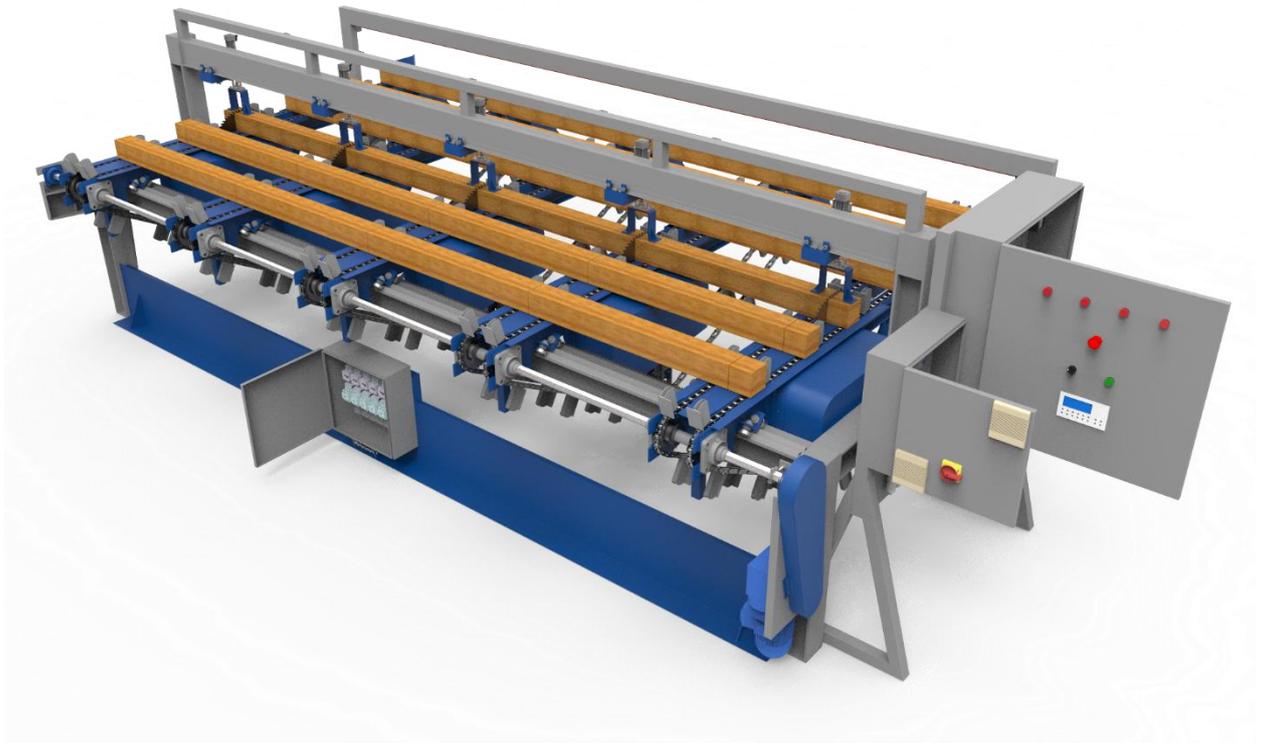
Micro. (s.f.). *Unidades FR+L.*

Micro. (s.f.). *Válvulas.*

Micro. (s.f.). *Válvulas auxiliares.*

MEMORIAS DE CÁLCULO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA



Página en blanco.

Índice

1.	Introducción.....	139
2.	Cálculo de potencia demandada.....	139
3.	Cable de alimentación del tablero de fuerza.....	140
3.1.	Conductor de puesta a tierra.....	141
4.	Interruptor automático general.....	142
5.	Protección diferencial.....	143
6.	Interruptor seccionador.....	143
7.	Variador de frecuencia (potencia).....	144
7.1.	Cables de alimentación del variador.....	147
7.2.	Cables de alimentación del motorreductor.....	147
7.3.	Interruptor automático del variador.....	148
8.	Gabinete del tablero principal.....	148
8.1.	Sistema de ventilación.....	151
9.	Distribución de conductores y mangueras.....	153
9.1.	Longitud de conductores de potencia.....	154
10.	Cables de alimentación a motores.....	155
11.	Operación y protección de motores.....	157
12.	Gabinete del tablero de fuerza.....	159
13.	Nomenclatura.....	161
14.	Bibliografía.....	161

Página en blanco.

1. Introducción

A grandes rasgos la instalación eléctrica de la máquina puede dividirse en dos partes: potencia y control. A su vez la instalación se reparte en tres tableros: el principal, el de control y el de fuerza. En esta sección se hace referencia a la parte de potencia de la instalación eléctrica, dejando la parte de control para especificar en “memorias de cálculo automatización”.

El tablero principal es por donde se realiza la alimentación de eléctrica a la máquina. Cuenta con un interruptor automático general que dispone de protección térmica y magnética. A partir del interruptor mencionado se instala un interruptor para protección diferencial y una llave seccionadora tripolar. De ésta última se derivan tres líneas: una trifásica y dos monofásicas. La primera va al tablero de fuerza para alimentar los motores, una línea de las monofásicas se conecta a un variador de velocidad para energizar el motorreductor y la otra se encarga de energizar el circuito de control. El diagrama eléctrico de potencia puede verse en el plano:

- **B-1610B-E-002 Rev00** Esquema eléctrico de potencia

La línea trifásica que llega al tablero de fuerza se distribuye en cinco contactores y guardamotors que se encargan de comandar y proteger cada uno de los motores instalados en los puentes.

Una de las líneas monofásicas se deriva desde el interruptor seccionador hacia el tablero de control donde se conecta a una llave termomagnética bipolar encargada de alimentar toda la automatización.

2. Cálculo de potencia demandada

La demanda máxima de potencia eléctrica simultánea de la despuntadora múltiple está dada por los motores en funcionamiento cuando trabajan las cinco sierras circulares. Cada motor que impulsa una sierra circular consume una corriente nominal de 7,89 A, y el variador de frecuencia monofásico que comanda el motorreductor consume 3,6 A a potencia nominal. Por lo tanto, la corriente que circula por el cable de alimentación debido a las 5 sierras circulares funcionando, es por cada fase de:

$$I_a = 5 \cdot 7,89 A = 39,5 A$$

A una de las fases se le suma la corriente consumida por el variador con alimentación monofásica. Sin embargo, teniendo en cuenta la secuencia de funcionamiento, cuando se activa el motorreductor los motores de las sierras circulares están prácticamente en vacío, consumiendo una corriente de 3,05 A de acuerdo a la hoja de datos de los motores (Anexo eléctrica). Por lo tanto, como puede preverse, la corriente máxima simultánea es la calculada previamente, cuando las cinco sierras están realizando el corte. El resto de los consumos están relacionados con el comando y la automatización, por lo que son despreciables comparados con los anteriores.

$$S_{max} = \sqrt{3} \cdot 380V \cdot 39,5A = 26 KVA$$

El consumo de potencia activa máxima simultánea, teniendo en cuenta el factor de potencia de 0,86 a potencia nominal (Anexo eléctrica), es:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot 380V \cdot 39,5A \cdot 0,86 = 22,35 KW$$

Considerando el rendimiento de los motores de 0,9 a potencia nominal (Anexo eléctrica), se obtienen los 20 KW útiles mecánicos.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 139 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

3. Cable de alimentación del tablero de fuerza

El cable que alimenta el tablero de fuerza debe ser capaz de energizar los cinco motores de las sierras circulares. Para la protección del conductor, se lo coloca dentro de un caño que une los tableros de fuerza con el principal. El cable seleccionado es tipo Sintenax valio de Prysmian, tripolar de 16 mm² de cobre, colores marrón, negro y rojo.

Sección nominal mm ²	Método B1 y B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88

Ilustración 28. Intensidad admisible en A para cables con conductores de cobre. (Prysmian, 2008)

Como se observa en la **figura 1** el mismo tiene una intensidad admisible de 54 A cuando está ubicado dentro de un caño embutido en pared o a la vista y es tripolar o tetrapolar y un ambiente a 40 °C. La longitud de este cable es de 4 m, por lo tanto la caída de tensión en este cable es baja aunque esté funcionando a plena carga. Específicamente la caída de tensión se calcula según 771.19.7 de (AEA90364-7-771, 2006).

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780

Ilustración 29. Características técnicas Sintenax Valio. (Prysmian, 2008)

A plena carga el factor de potencia de los motores de los puentes es de 0,86, según se indica en la hoja de datos (Anexo eléctrica), la caída de tensión resulta:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot 39,5 \text{ A} \cdot 0,004 \text{ Km} \left(1,45 \frac{\Omega}{\text{Km}} \cdot 0,86 + 0,0813 \frac{\Omega}{\text{Km}} \cdot 0,51 \right)$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 140 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

$$\Delta U = 0,35 V$$

Teniendo en cuenta la caída de tensión total máxima recomendada en 771.13 (AEA90364-7-771, 2006) del 5 % entre el tablero principal de una instalación industrial y un motor, la caída de tensión calculada del orden del 0,1 % se considera aceptable.

El arranque de los motores se hace de manera secuenciada, mediante el PLC, para no cargar demasiado la línea. Por lo tanto, la mayor caída de tensión se da cuando se arranca el último motor estando el resto en vacío. El factor de potencia cuando arranca un motor, según 771.19.7 (AEA90364-7-771, 2006) es $\cos \varphi = 0,3$ y $\sin \varphi = 0,95$. Según las curvas características (ver: Anexo instalación eléctrica) del motor seleccionado, el factor de potencia cuando está prácticamente en vacío es aproximadamente igual al caso anterior, así que se pueden sumar directamente. Por lo tanto, considerando una corriente de vacío de 3,05 A y una de arranque de 60,8 A, se tiene:

$$\Delta U_a = \sqrt{3} \cdot I \cdot L(R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U_a = \sqrt{3} \cdot (3,05 A \cdot 4 + 60,8 A) \cdot 0,004 Km \left(1,45 \frac{\Omega}{Km} \cdot 0,30 + 0,0813 \frac{\Omega}{Km} \cdot 0,95 \right) = 0,3 V$$

Es decir que como se energizan los motores de manera secuenciada, la corriente de arranque de uno de ellos no afecta de manera significativa la caída de tensión en el cable.

3.1. Conductor de puesta a tierra

Para conductor de puesta a tierra que acompaña al cable mencionado previamente se selecciona uno del tipo Superastic flex de Prysmian de 16 mm² de color verde y amarillo. La sección seleccionada está de acuerdo a lo establecido en la norma EN 60204 que dice que para secciones de cables de alimentación de 16 mm² o menor, la mínima sección transversal del conductor de protección debe ser la misma que la alimentación.

Características técnicas								
Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	 (1) A	 (2) A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21

Ilustración 30. Conductor de puesta a tierra Superastic Flex (Prysmian, 2008).

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 141 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

4. Interruptor automático general

La instalación eléctrica de la despuntadora múltiple debe disponer de un interruptor automático general que la aísle de la alimentación de energía, de acuerdo a la norma europea EN 60204 sobre la seguridad del equipo eléctrico de máquinas.

Según la sección 771.19.2 respecto a la protección de cables contra sobrecargas y cortocircuitos (AEA90364-7-771, 2006) el dispositivo de protección contra sobrecargas debe tener una corriente nominal superior a la de proyecto, es decir la calculada en la sección 2, y menor a la admisible en régimen permanente por el cable a proteger. Es decir, la corriente nominal del interruptor se debe encontrar entre 39,5 A y 54 A.

Se selecciona a tal fin un interruptor termomagnético tetrapolar marca WEG de 50 A con código de referencia MDWH-C50-4. Es de curva C, para cargas inductivas, y tiene una capacidad de ruptura de 10 KA en una red de 230/400 V ca.



Interruptores Termomagnéticos Tetrapolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-C6-4	6 A	C	10	10
MDWH-C10-4	10 A	C	10	10
MDWH-C16-4	16 A	C	10	10
MDWH-C20-4	20 A	C	10	10
MDWH-C25-4	25 A	C	10	10
MDWH-C32-4	32 A	C	10	10
MDWH-C40-4	40 A	C	10	10
MDWH-C50-4	50 A	C	10	10
MDWH-C63-4	63 A	C	10	10

Ilustración 31. (Weg Interruptores , 2013)

5. Protección diferencial

La protección contra contactos indirectos se logra mediante un interruptor por corriente diferencial de 30 mA (AEA90364-7-771, 2006). Se selecciona el modelo RDW30-63-4, tetrapolar, de 63 A de corriente nominal, es decir mayor a la corriente máxima simultánea de proyecto.



Referencia RDW

Corriente nominal residual (mA)	Corriente nominal In (A)	Referencia	Número de polos
30	25	RDW30-25-2	2
	40	RDW30-40-2	2
	63	RDW30-63-2	2
	80	RDW30-80-2	2
	100	RDW30-100-2	2
	25	RDW30-25-4	4
	40	RDW30-40-4	4
	63	RDW30-63-4	4
	80	RDW30-80-4	4
	100	RDW30-100-4	4

Ilustración 32. (Weg Interruptores , 2013)

6. Interruptor seccionador

El mismo se coloca como medida de seguridad, para desconectar la máquina de la alimentación cuando se realizan tareas de mantenimiento o la traslación de apretadores. El interruptor seleccionado es tripolar y se instala en el tablero principal en riel DIN de 35 mm. La corriente nominal es de 63 A y el código de referencia es MSW 63B-3H. Se selecciona la configuración estándar que consta de interruptor seccionador más manija roja más eje, de manera que la manija se coloca en la puerta del tablero para reducir los riesgos de operación.



Configuración Estándar (Interruptor-Seccionador + Manija Roja/Amarilla + Eje)

Referencia	I _{th} (A)	I _e (A)			Eje (mm)	Polos
		AC21 690 V	AC22 690 V	AC23 690 V		
MSW 25 B-3 H	32	32	25	16	85	3
MSW 40 B-3 H	40	40	32	20	85	3
MSW 63 B-3 H	63	63	63	26	85	3
MSW 80 B-3 H	80	80	80	32	85	3
MSW 125 B-3 H	125	125	125	80	300	3
MSW 160 B-3 H	160	160	160	100	300	3

Ilustración 33. Seccionador tetrapolar SIW de Weg. (Weg Interruptor seccionador, 2012)

A partir del interruptor seccionador del cable de potencia, se deriva una línea monofásica para el variador de frecuencia y otra para el tablero de control.

7. Variador de frecuencia (potencia)

El convertidor de frecuencia seleccionado para instalar en el motorreductor que mueve las cadenas de transporte es el modelo CFW100 de la marca Weg. El mismo permite el control de velocidad y de torque de motores de inducción trifásicos, proporcionando al usuario las opciones de control vectorial (VVW) o escalar (V/f). En el modo vectorial (VVW) la operación es optimizada para el motor en uso, obteniéndose un mejor desempeño en términos de regulación de velocidad. Con este método de control se logra desacoplar el torque del flujo magnético de los motores de corriente alterna para conseguir un funcionamiento, hasta cierto punto, análogo al de un motor de corriente continua. De esta manera se pueden lograr características como un alto par de arranque, ajuste suave de par a bajas velocidades y control de par hasta velocidad cero.



Ilustración 34. Variador de frecuencia CFW100 (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013).

Específicamente **el modelo seleccionado es el CFW100 B 02P6 S2 cuya corriente nominal es de 2,6 A y está dimensionado para un motor de 4 polos, 220 V, 50 Hz y 0,37 KW (0,5 HP)**. El variador se alimenta con una tensión monofásica de 200 a 240 V y tiene un grado de protección IP20. Cuenta además con protección electrónica de sobrecarga del motor, a 1,2 veces la corriente nominal.

La instalación del variador se realiza en un tablero específico para evitar interferencias electromagnéticas con los circuitos de control. El tablero debe estar provisto de un sistema de extracción de aire para mantener la temperatura dentro del rango permitido, es decir 0 a 50 °C, considerando una potencia disipada por el variador de 30 W, según anexo B de (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013). El variador seleccionado presenta un cooler para refrigeración, instalado en la parte inferior, con un flujo de aire de 2,83 l/s. La fijación del variador en el tablero se realiza mediante riel DIN de 35 mm.

La instalación eléctrica se muestra en la **figura 8**. El interruptor seccionador permite aislar la red del convertidor cuando sea necesario, por ejemplo cuando se debe ingresar a la máquina. En este caso corresponde al interruptor seccionador tripolar seleccionado previamente, que también desconecta los motores de las sierras circulares.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 145 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

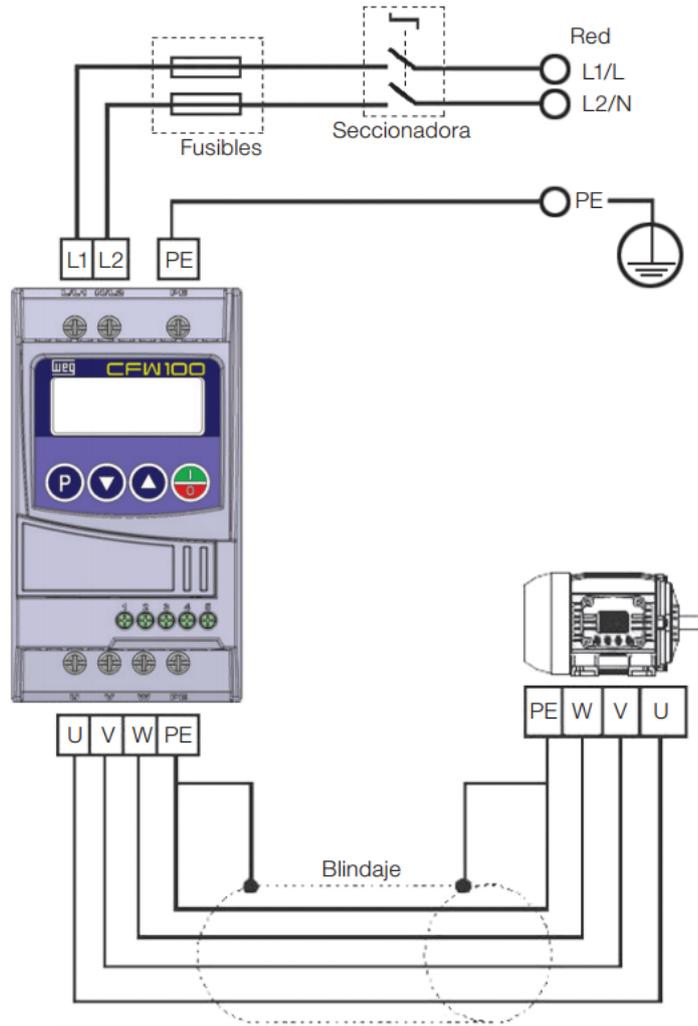


Ilustración 35. Conexiones de potencia y puesta a tierra (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013).

La ilustración 9 muestra las recomendaciones de Weg en cuanto a accesorios y cables para la instalación del variador de frecuencia.

Convertidor	Nº de Fases de Alimentación	Tensión Nominal de Alimentación	Tamaño	Corriente Salida Nominal	Motor Máximo	Disyuntor	Fusible Tipo J Recomendado	Calibre de los Cables de Potencia	Calibre del Cable de Puesta a Tierra	
		[Vrms]		[Arms]				[HP/kW]	[A]	WEG
CFW100A01P6S220	1	200 ... 240	A	1,6	0,25/0,18	5,5	MPW25-3-D063	6	1,5 (16)	2,5 (14)
CFW100B02P6S220	1	200 ... 240	B	2,6	0,5/0,37	9,0	MPW25-3-U010	10	1,5 (16)	2,5 (14)
CFW100C04P2S220	1	200 ... 240	C	4,2	1/0,75	13,5	MPW25-3-U016	17,5	1,5 (16)	2,5 (14)

Ilustración 36. Especificaciones eléctricas CFW100 (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013).

En la sección 7 del apartado memorias de cálculo automatización se hace referencia al control del mismo.

7.1.Cables de alimentación del variador

Según la **figura 9** los cables de potencia recomendados son de 1,5 mm². Como el consumo del variador de velocidad es de 3,6 A en una tensión de 220 V y la distancia al variador es despreciable ya que se encuentra en el tablero principal, se utiliza el calibre recomendado. El conductor seleccionado, para el cableado en el tablero, es homopolar tipo Superastic flex de 1,5 mm², color negro, con una intensidad admisible de 13 A. El cable de puesta a tierra es de 2,5 mm² en color verde y amarillo, como se recomienda en la **figura 9**. Las características técnicas se encuentran en el anexo automatización.

7.2.Cables de alimentación del motorreductor

Se utiliza cable blindado para conexión al motorreductor según norma IEC 60034-25, tipo Sintenax Valio VDF de Prysmian especialmente diseñado para variadores de frecuencia. La capacidad de carga aplica de la misma manera que para Sintenax valio, de manera que el cable seleccionado es tripolar de 1,5 mm², con una intensidad admisible de 13 A siendo que el motorreductor consume 2 A por fase. La longitud del cable es de 1 m.

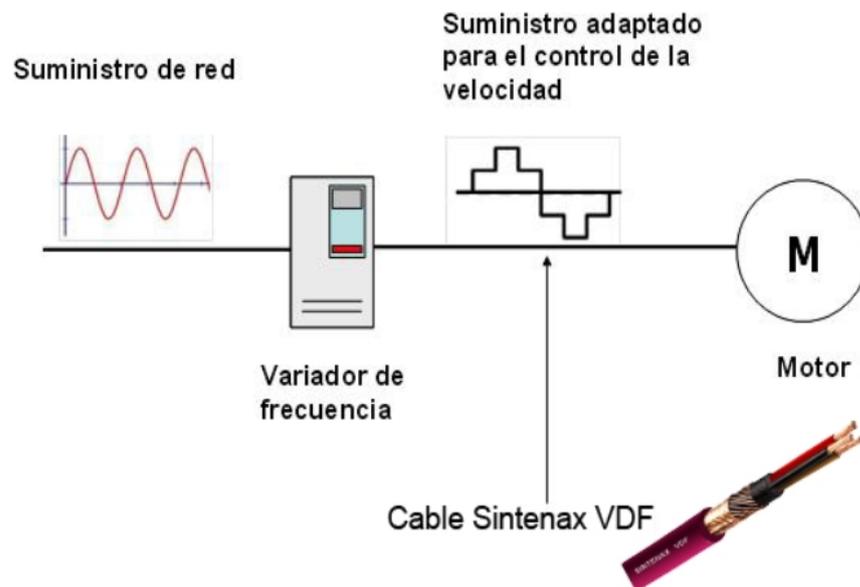


Ilustración 37. Esquema de conexión mediante Sintenax valio VDF.

Este cable cuenta con blindaje para limitar las perturbaciones electromagnéticas emitidas por el cable. Puede solicitarse con dos tipos de blindaje B1 y B2. El diseño recomendado por la norma IEC 60034-25:2007 es el B2, y por lo tanto el seleccionado en este caso, y está formado por alambres helicoidales más cintas de cubrimiento. Entre ambos la sección nominal es de por lo menos el 50 % de la sección nominal del conductor de fase. En este caso, para sección de fase menor a 16 mm² la sección del blindaje es igual a la de fase.

El blindaje se debe colocar a tierra en ambos extremos como indica la **figura 8**. Por recomendación del fabricante del variador, los cables que alimentan el motor se deben mantener separados de los cables de control a una distancia mayor a 10 cm.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 147 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

7.3. Interruptor automático del variador

Para proteger el circuito del variador de velocidad se agrega un interruptor termomagnético bipolar de 10 A, es decir, menor a la intensidad admisible del cable que protege. El código de referencia es MDWH-C10-2 de la marca Weg.



Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-C6-2	6 A	C	10	10
MDWH-C10-2	10 A	C	10	10
MDWH-C16-2	16 A	C	10	10
MDWH-C20-2	20 A	C	10	10
MDWH-C25-2	25 A	C	10	10
MDWH-C32-2	32 A	C	10	10
MDWH-C40-2	40 A	C	10	10
MDWH-C50-2	50 A	C	10	10
MDWH-C63-2	63 A	C	10	10

Ilustración 38. (Weg Interruptores , 2013)

8. Gabinete del tablero principal

Se selecciona gabinete marca Genrod, modelo S9000, para la ubicación del interruptor general, el variador de frecuencia, el interruptor seccionador y las protecciones monofásicas. Todos los componentes mencionados se instalan sobre riel DIN de 35 mm en la bandeja presente en el tablero.

La decisión de ubicar el variador de frecuencia en éste tablero se basa en las recomendaciones de (Balcells, 2000) donde expresa que el equipo de electrónica de potencia debe colocarse dentro de una caja metálica y estar conectada a tierra cuando está cerca de un autómata.



Ilustración 39. (Genrod, Gabinetes estancos)

Las dimensiones del tablero seleccionado son entonces de: 450 mm x 450 mm x 150 mm, y el código del producto es 09 09156. Las dimensiones de la bandeja son 384 mm x 390 mm.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 148 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

A Ancho	H Alto	P				Ab x Hb Medida de bandeja	Contrafrente abisagrado ciego	Contrafrente abisagrado calado	Contrafrente abulonado ciego	Contrafrente abulonado calado	Cantidad de soportes para contra- frente (**)
		Código (+) Prof.: 100	Código (+) Prof.: 150	Código (+) Prof.: 225	Código (+) Prof.: 300						
200	200	09 9101	09 9150	09 9200	-----	134x140	-----	-----	-----	-----	-----
200	250	09 9110	09 9164	-----	-----	134x190	-----	-----	-----	-----	-----
200	300	09 9102	09 9151	09 9201	-----	134x240	-----	-----	-----	-----	-----
250	300	09 9111	09 9165	-----	-----	184x240	-----	-----	-----	-----	-----
200	450	-----	09 9152	-----	-----	184x390	-----	-----	-----	-----	-----
300	300	09 9103	09 9153	09 9202	09 9300	234x240	09 9882	09 9882C	09 9982	09 9982C	4
300	450	09 9104	09 9154	09 9203	09 9301	234x390	09 9884	09 9884C	09 9984	09 9984C	4
300	600	09 9105	09 9155	09 9204	09 9302	234x540	09 9885	09 9885C	09 9985	09 9985C	4
450	450	09 9106	09 9156	09 9205	09 9303	384x390	09 9888	09 9888C	09 9988	09 9988C	4
400	500	-----	09 9167	09 9216	-----	334x440	09 9870	09 9870C	09 9970	09 9970C	4
450	600	09 9107	09 9157	09 9206	09 9304	384x540	09 9889	09 9889C	09 9989	09 9989C	4
450	750	-----	09 9163	09 9207	09 9310	384x690	09 9890	09 9890C	09 9990	09 9990C	4
500	600	-----	09 9168	09 9217	-----	434x540	09 9892	09 9892C	09 9992	09 9992C	4
600	600	09 9108	09 9158	09 9208	09 9305	534x540	09 9893	09 9893C	09 9993	09 9993C	4
600	750	09 9109	09 9159	09 9209	09 9306	534x690	09 9894	09 9894C	09 9994	09 9994C	4
600	900	-----	09 9160	09 9210	09 9307	534x840	09 9895	09 9895C	09 9995	09 9995C	6
600	1050	-----	09 9162	09 9212	09 9308	534x990	09 9897	09 9897C	09 9997	09 9997C	6
600	1200	-----	09 9161	09 9211	09 9309	534x1140	09 9898	09 9898C	09 9998	09 9998C	6
750	750	-----	-----	09 9213	09 9314	684x690	09 9891	09 9891C	09 9991	09 9991C	6
750	900	-----	09 9170	09 9215	09 9311	684x840	09 9896	09 9896C	09 9996	09 9996C	6
750	1200	-----	09 9171	09 9214	09 9312	684x1140	09 9899	09 9899C	09 9999	09 9999C	6
900	900	-----	-----	09 9220	09 9320	834x840	09 9879	-----	09 9979	-----	6
900	1200	-----	-----	09 9221	09 9321	834x1140	09 9880	-----	09 9980	-----	6

Ilustración 40. (Genrod, Gabinetes estancos)

El variador de frecuencia seleccionado, de tamaño B, incorpora un sistema de ventilación para poder trabajar a la potencia requerida, ver sección 7. Por lo tanto se debe verificar la potencia que disipa el gabinete y evaluar, en consecuencia, la adición de un sistema de ventilación. La potencia de disipación natural del gabinete se calcula en función de lo especificado por el fabricante en (Genrod, Guía de gestión térmica). El método se basa en la norma IEC 60890.

Primero se calcula la superficie de disipación equivalente, teniendo en cuenta que todas las caras del gabinete se encuentran libres. La superficie equivalente tiene en cuenta, mediante un factor de uso, el flujo de calor ascendente por convección, lo que resulta en que el piso no disipe nada y el techo sea la superficie que más disipa, para un área dada.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 149 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

Superficie	Factor de Uso
Techo Libre	A x P x 1.4
Techo Cubierto	A x P x 0.7
Lateral Libre	H x P x 0.9
Lateral Cubierto	H x P x 0.5
Fondo / Puerta Libre	A x H x 0.9
Fondo Cubierto	A x H x 0.5
Piso	0

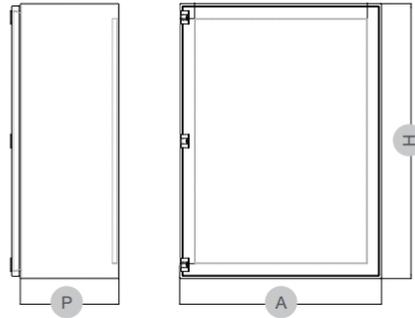


Ilustración 41. (Genrod, Guía de gestión térmica)

Las superficies equivalentes resultan:

$$SE_{Techo} = 0,45m \cdot 0,15m \cdot 1,4 = 0,095m^2$$

$$SE_{Lateral\ izq} = SE_{Lateral\ der} = 0,15m \cdot 0,45m \cdot 0,9 = 0,061m^2$$

$$SE_{Fondo} = SE_{Puerta} = 0,45m \cdot 0,45m \cdot 0,9 = 0,182m^2$$

$$SE_{Total} = 0,095m^2 + 2 \cdot 0,061m^2 + 2 \cdot 0,182m^2 = 0,58m^2$$

La potencia que disipa el gabinete es:

$$Pd = K \cdot SE_{Total} \cdot (ti - ta)$$

La constante K es un coeficiente de intercambio de calor de valor 5,5 según la **figura 15**. La máxima temperatura a la que puede operar el variador de frecuencia es de 50 °C, por lo tanto esa es la temperatura interna utilizada (ti), y la temperatura ambiente (ta) se la toma en 40 °C como máximo.

Metálico	5,50
Poliéster	3,50
Acero Inoxidable	3,70
Aluminio	12,00
Policarbonato	3,50
ABS	3,50

Ilustración 42

$$Pd = 5,5 \cdot 0,58m^2 \cdot (50^{\circ}C - 40^{\circ}C) = 32\ W$$

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 150 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

Partiendo de que el variador de frecuencia, que es el elemento que más potencia disipa, emite 30 W, la disipación natural es insuficiente. Contabilizando los aportes máximos de los otros instrumentos se tiene:

Disipación de Potencia MDWH (Norma IEC 60898)

Rango de corriente nominal I_n (A)	Máxima potencia activa disipada por polo (W)
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Ilustración 43. Disipación de Interruptores termomagnéticos Weg

El interruptor automático general, 3 polos cargados con hasta 40 A: $7,5 W \cdot 3 = 22,5 W$

El fabricante no especifica la potencia disipada por el interruptor diferencial, así que se utiliza la tabla de la **figura 16** para interruptores termomagnéticos: $7,5 W \cdot 3 = 22,5 W$

En el caso del seccionador, tampoco está especificada la disipación, así que se asume la misma del interruptor general: $7,5 W \cdot 3 = 22,5 W$

Por lo tanto, la potencia disipada por todos los instrumentos, incluido el variador de frecuencia, es de 103 W. La diferencia entre esta última y la disipación natural es la potencia excedente (P_e) que se puede extraer con un sistema de ventilación forzada.

8.1.Sistema de ventilación

Se selecciona, por lo tanto, el sistema que se ofrece en (Genrod, Guía de gestión térmica) con ventiladores de motor axial con rodamiento a bolilla, rejilla y filtro.



Ilustración 44. (Genrod, Guía de gestión térmica)

El caudal de aire necesario se calcula como:

$$Q = 3,1 \frac{Pe}{(ti - ta)} = 3,1 \frac{97W - 32W}{(50^{\circ}C - 40^{\circ}C)} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

El modelo de ventilador se debe seleccionar por el caudal de salida, por lo tanto, según la **figura 18**, el modelo de 80 mm es suficiente para trabajar en la situación más adversa esperada, con 40 °C de temperatura ambiente y a plena carga.

	80 mm	120 mm	150 mm
Caudal Libre con filtro	31 m ³ /h	80 m ³ /h	293 m ³ /h
Caudal con una rejilla de salida con filtro	20 m ³ /h	59 m ³ /h	252 m ³ /h
Potencia del motor	14W	17W	42W
Tipo de rodamiento	A Bolilla	A Bolilla	A Bolilla
Tensión de alimentación	230Vca 50Hz	230Vca 50Hz	230Vca 50Hz
Corriente Nominal	0,07 A	0,10 A	0,25 A
Material de la rejilla		PC+ASA	
Temperatura de operación		-10°C / +70°C	
Dimensiones del KIT de entrada	135x117x70	170x148x71	248x248x135
Dimensiones del KIT de salida	135x117x	170x148x	248x248x
Dimensiones del calado	93x93	127x127	206x206

Ilustración 45. (Genrod, Guía de gestión térmica)

La ubicación de los ventiladores en el tablero debe ser tal que las entradas y salidas no queden obstaculizadas. Además, se debe lograr que el de entrada quede instalado lo más bajo posible en el tablero y el de salida en lo más alto, a fin de favorecer la convección natural. Por lo tanto se ubican ambos ventiladores en la tapa del tablero como se muestra en la imagen 19.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 152 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

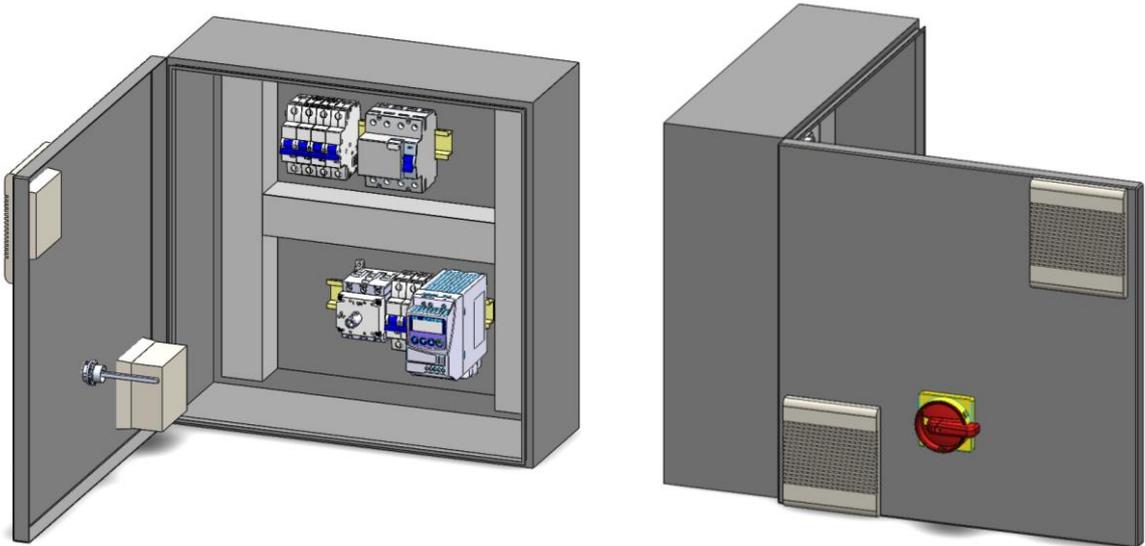


Ilustración 46. Tablero de fuerza

9. Distribución de conductores y mangueras

En el diseño del sistema de distribución de conductores y mangueras de aire deben considerarse los amplios rangos de movimiento de la máquina, de manera de no limitarlos. Los conductores que energizan los motores eléctricos, los de señales y las mangueras de aire comprimido que alimentan los cilindros deben ubicarse de manera tal que el movimiento de los puentes sobre la mesa no se vea afectado.

La mínima longitud de madera que puede cortar la máquina es de 600 mm, y la máxima es de 1000 mm si se desea usar todas las sierras circulares, es decir realizar cinco cortes. Si no se usan todas las sierras, la longitud máxima puede ser hasta 4 m. El rango de movimiento que tiene cada puente para poder realizar los cortes mencionados es de 1600 mm. Es decir, si se ubican todos los puentes en un extremo de la mesa para realizar cinco cortes de 600 mm, o si se distribuyen para hacer cinco cortes a 1000 mm, la mayor distancia que debe recorrer uno de los puentes entre ambas situaciones es de 1600 mm, para el resto de los puentes en cambio, las distancias son menores.

El diseño más sencillo para llegar con los conductores y las mangueras a todos los puentes de la máquina es colocar un tablero de distribución en la zona de descarga de la máquina al medio de la mesa. En la **figura 20** se muestra la ubicación del tablero mencionado.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 153 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

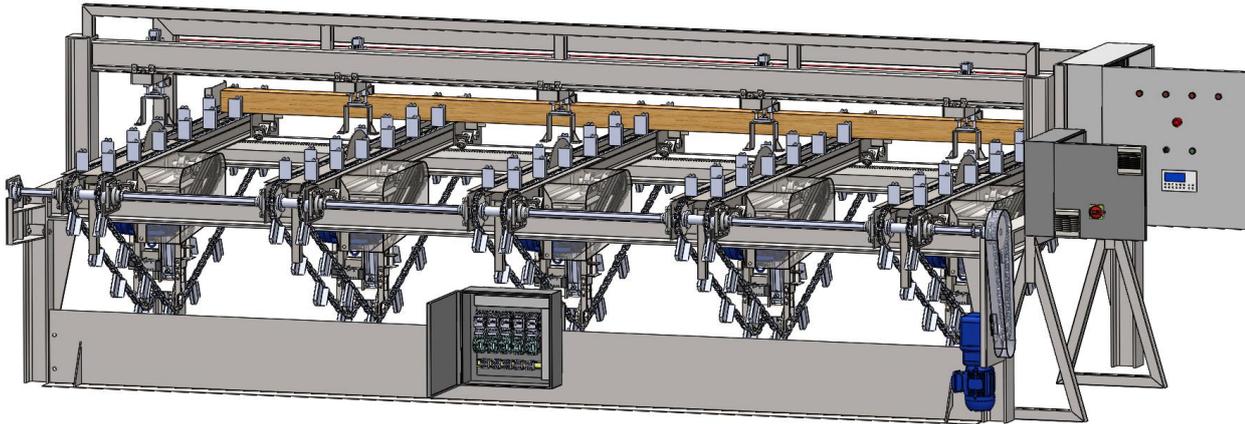


Ilustración 47. Ubicación tablero de fuerza

De esta manera se logra la menor longitud de desplazamiento de cables, disminuyendo los riesgos asociados. Del tablero mencionado salen los cinco ases de cables hacia sus respectivos puentes. Cada uno de éstos presenta un caño, ubicado en la proximidad del eje motriz, que da soporte a los cables entrantes y evita que puedan tocar las cadenas. Además se agrega a la mesa un plegado de chapa perforada que hace de bandeja y de guía para que los conductores se desplacen en un lugar acotado, en vez de estar desparramados en el piso, para evitar los riesgos que esto puede ocasionar.

9.1. Longitud de conductores de potencia

Partiendo del tablero de distribución, la mayor distancia a recorrer aparece cuando alguno de los puentes se encuentra en un extremo de la mesa. Se miden a continuación la longitud de los conductores en la situación en que todos los puentes se encuentren a 1 m entre sí. Para mayor comprensión se enumeran los puentes del 1 al 5, siendo el primero el del lado del motorreductor. En la distribución de puentes mencionada las distancias son simétricas porque el puente 3 está ubicado en el centro de la mesa.

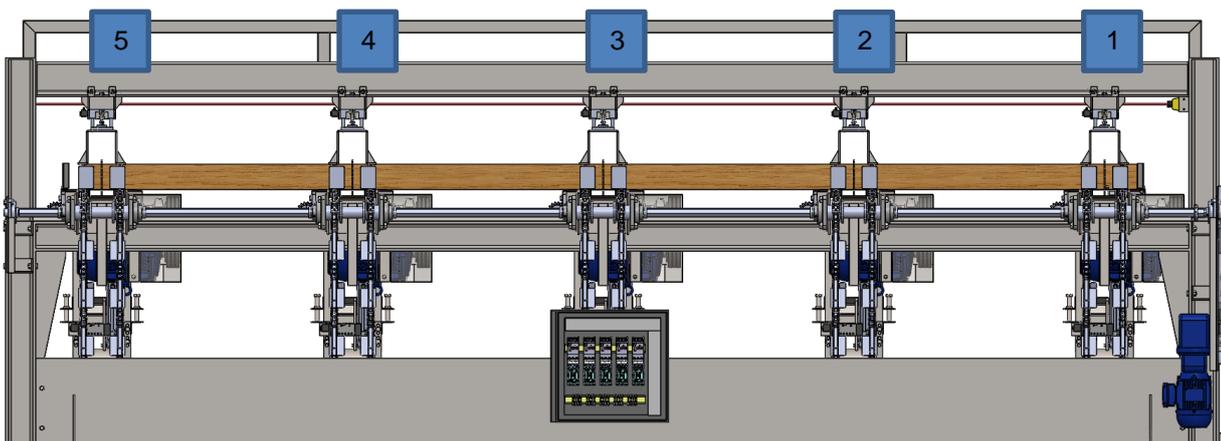


Ilustración 48. Numeración de puentes y apretadores

Midiendo desde el centro del tablero hasta los dos puentes en los extremos de la mesa, es decir 1 y 5, la distancia es de 2 m más la altura a la que se encuentra el puente respecto al piso de 1 m, es decir 3 m. Además, desde el punto en donde ingresa el haz de cables al puente hasta la bornera del motor hay 0,4 m, y considerando las curvas a realizar se eleva a 0,6 m, resultando entonces 3,6 m a los puentes

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 154 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

más alejados. Hasta los puentes 2 y 4, esta distancia al centro del tablero resulta de 2,6 m y para el puente 3, de 1,6 m.

Si se agrupan todos los puentes en uno de los costados de la máquina, por ejemplo del lado del motorreductor, y a 0,6 m entre sí, las distancias pasan a ser las siguientes. El puente 5, que es el que más se desplaza, se debe mover 1,6 m, así que con respecto al tablero queda a una distancia de 0,4 m horizontales, lo que implica 2 m de cable. Como es menor que en la ocasión anterior, parte del cable quedará apoyado en la bandeja. De la misma manera sucede con el puente 4 que ahora se encuentra a 0,2 m del centro, y una longitud de cable de 1,8 m. Ahora bien, el puente 3 se desplaza del centro 0,8 m, por lo tanto, la longitud de cable en este caso es mayor y es de 2,4 m. Para el puente 2 la distancia también es mayor ya que se encuentra ahora a 1,4 m del centro, resultando una longitud de cable de 3 m. Finalmente el puente 1 no se desplaza. Cabe aclarar que si el agrupamiento de puentes a 0,6 m se realiza del otro lado, los resultados son simétricos.

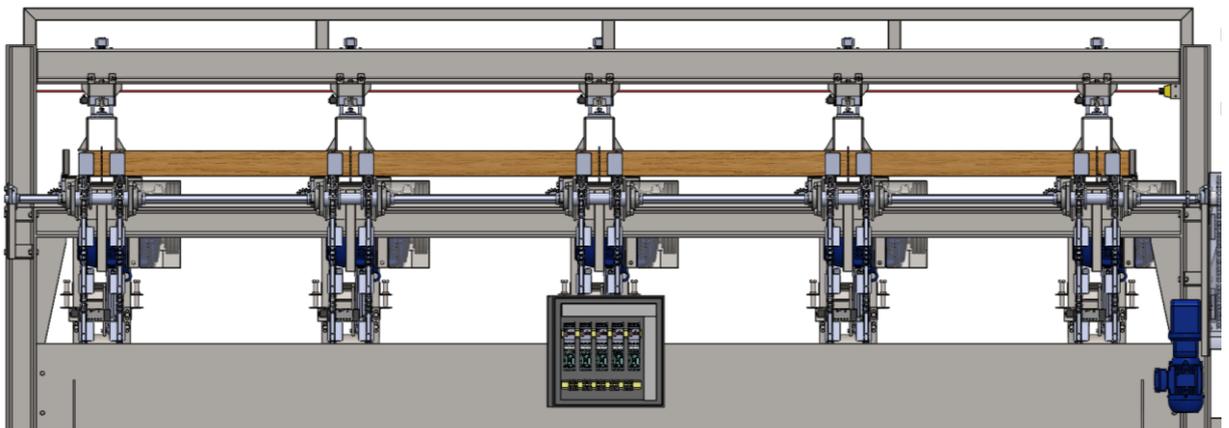


Ilustración 49. Puentes separados a 1 m de distancia entre sierras

En conclusión, y de acuerdo al análisis realizado, la longitud de los cables a instalar debe ser la mayor de las determinadas. Es decir las longitudes necesarias son las siguientes, siempre medidas desde el tablero de fuerza.

- Puentes 1 y 5: 3,6 m.
- Puentes 2 y 4: 3 m.
- Puente 3: 2,4 m.

Este análisis también es válido para los conductores de señales y las mangueras de aire, siempre que se agregue las distancias hasta las conexiones apropiadas.

10. Cables de alimentación a motores

Conociendo la potencia de los motores a alimentar (Anexo eléctrica) y la longitud necesaria de los cables, sección 9.1, se procede a obtener su sección transversal. Por una cuestión constructiva de estandarización de cables, y como sus longitudes no varían demasiado, se decide realizar la selección del cable para los puentes más alejados y usar la sección obtenida en todos los puentes.

Los motores seleccionados de 5,5 HP consumen una corriente nominal de 7,89 A según puede observarse en la parte correspondiente a los datos técnicos del motor del anexo eléctrica.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 155 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

El tipo de cable a utilizar es el TPR ecoplus ya que está recomendado por su fabricante (Prysmian, 2008) para uso en instalaciones móviles, domésticas o industriales, y aparatos móviles en general. Éstos cumplen con la norma IRAM NM 247-5.

Se seleccionan cables tetrapolares de 2,5 mm² cuya intensidad de corriente admisible es de 16 A como se muestra en la **figura 23** Los colores de los conductores son negro, marrón, celeste y verde-amarillo, por lo que éste último se utiliza como conductor de protección.

Características técnicas							
Formación	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible (1)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y c. c.
N° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

Ilustración 50 (Prysmian, 2008)

Si se considera un factor de corrección por agrupamiento, ya que en la bandeja los cables pertenecientes a los distintos motores pueden estar en contacto entre sí, la corriente admisible disminuye por la mayor dificultad de disipar el calor. Con hasta tres circuitos trifásicos en contacto, el factor de corrección vale 0,7 de acuerdo a la **figura 24**.

Circuitos en un mismo caño	ó N° de conductores cargados	Factor
2 monofásicos	Hasta 4	0,80
3 monofásicos	Hasta 6	0,70
2 trifásicos	Hasta 6	0,80
3 trifásicos	Hasta 9	0,70

Ilustración 51 (Prysmian, 2008)

Por lo tanto, la corriente admisible pasa a ser:

$$16 A \cdot 0,7 = 11,2 A$$

Calculado en base a una temperatura ambiente de 40 °C. Por lo tanto el cable verifica térmicamente.

Se realiza un cálculo aproximado de la caída de tensión en el cable más largo para verificar que sea aceptable. Con el motor funcionando a potencia nominal, la caída resulta:

$$\Delta U_m = I \cdot r \cdot L = 7,89 A \cdot 7,98 \frac{\Omega}{Km} \cdot 3,6 m = 0,2 V$$

Mientras que en el arranque, siendo la corriente de 60,8 A:

$$\Delta U_{am} = 60,8 A \cdot 7,98 \frac{\Omega}{Km} \cdot 3,6 m = 3,8 V$$

Siendo r la resistencia lineal del cable obtenida de la **figura 23**.

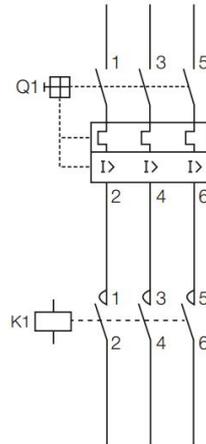
Teniendo en cuenta la caída de tensión total máxima recomendada en 771.13 (AEA90364-7-771, 2006) del 15 % en el momento del arranque, entre el tablero principal de una instalación industrial y un motor, la caída de tensión calculada del orden del 1 % se considera aceptable.

Puede apreciarse que la caída de tensión es despreciable tanto a potencia nominal como en el arranque, por lo que puede considerarse que la sección del cable verifica.

11. Operación y protección de motores

Por el valor de potencia de los motores que mueven las sierras circulares, se decide accionar cada uno de ellos mediante arranque directo pero de manera secuenciada.

Según lo establecido en 771.17.3 de (AEA90364-7-771, 2006) la alimentación de motores eléctricos debe contar con dispositivos de maniobra y protección contra sobrecargas y cortocircuitos, específicas para dichos motores. Entonces, a cada motor se le asigna su respectivo contactor y guardamotor, según el diagrama de conexión de la **figura 25**.



Corriente del motor I _n (A)	Contactor AC-3		Guardamotor			Accesorios	Peso total (kg)
	Referencia	Máxima corriente nominal AC-3 (A)	Referencia	Rango de ajuste de corriente I (A)	Disparo magnético instantáneo I _{rm} (A)	Conector	
0,1...0,16	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C016	0,1...0,16	2,0	ECCMP-18B38 (CWB - Bobina CA)	0,71
0,16...0,25	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C025	0,16...0,25	3,2		0,71
0,25...0,4	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D004	0,25...0,4	5,2		0,71
0,4...0,63	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C063	0,4...0,63	8,1		0,71
0,63...1	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-U001	0,63...1	13		0,71
1...1,6	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D016	1...1,6	20,8		0,71
1,6...2,5	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D025	1,6...2,5	32,5		0,71
2,5...4	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-U004	2,5...4	52		0,71
4...6,3	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D063	4...6,3	81,9		0,71
6,3...10	CWB12-11-30 ♦	12	MPW18-3-U010	6,3...10	130		0,71
10...16	CWB18-11-30 ♦	18	MPW18-3-U016	10...16	208		0,71
16...18	CWB18-11-30 ♦	18	MPW18-3-U020	16...20	260		0,71

Para completar la referencia, reemplazar “♦” con el código de tensión deseado

Códigos de tensión de bobinas	D02	D07	D13	D15	D17	D77	D23	D24	D25	D33	D34	D35	D36
V (50/60 Hz)	24	48	110	120	127	208	220	230	240	380	400	415	440

Códigos de tensión de bobinas	C02	C03	C07	C09	C12	C13	C15
V cc	12	24	48	60	110	125	220

Ilustración 52. (Weg Operación y protección de motores, 2015)

El modelo de contactor correspondiente a una corriente de 7,89 A es el CWB12-11-30 D02 con bobina de 24 Vca. Pertenece a la categoría AC-3, es decir, está diseñado para motores de jaula de ardilla con corrientes de arranque de 5 a 7 veces la nominal. El consumo de potencia de la bobina es de 9 VA.

El guardamotor es modelo MPW18-3-U010 y el accesorio para conectarlos entre sí es el ECCMP-19B38 para bobinas de corriente alterna. Este guardamotor ofrece protección contra sobrecarga y cortocircuito con un disparo magnético instantáneo a las 13 veces la corriente nominal. Es también sensible a la falta de fase de acuerdo a la norma IEC 60947-4-1.

Las características técnicas de ambos componentes se detallan en el anexo de instalación eléctrica.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 158 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

12. Gabinete del tablero de fuerza

En el mismo se incorpora un sistema de bornes para la conexión en paralelo de todos los motores al cable que viene del tablero principal. También van instalados sobre riel DIN los contactores con sus guardamotores correspondientes. Las salidas de los mismos van a borneras y de ahí a los motores usando los conductores de potencia seleccionados.

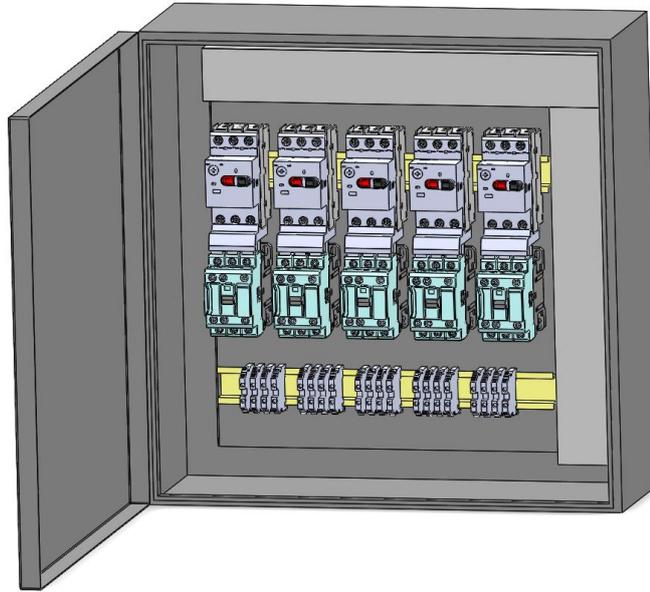


Ilustración 53

El tablero seleccionado es el mismo que para el caso del tablero principal, es decir marca Genrod de 450 mm x 450 mm x 150 mm con bandeja de 384 mm x 390 mm. El código del tablero es 09 09156.

Para calcular la capacidad de disipación térmica primero se calcula la superficie de disipación equivalente, teniendo en cuenta que todas las caras del gabinete se encuentran libres.

Superficie	Factor de Uso
Techo Libre	$A \times P \times 1.4$
Techo Cubierto	$A \times P \times 0.7$
Lateral Libre	$H \times P \times 0.9$
Lateral Cubierto	$H \times P \times 0.5$
Fondo / Puerta Libre	$A \times H \times 0.9$
Fondo Cubierto	$A \times H \times 0.5$
Piso	0

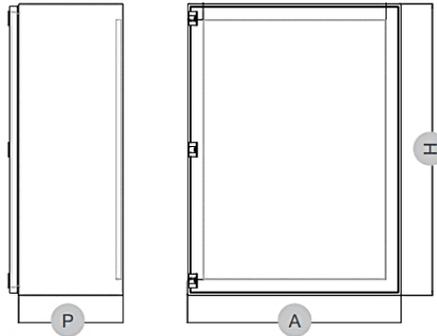


Ilustración 54. (Genrod, Guía de gestión térmica)

Las superficies equivalentes resultan:

$$SE_{Techo} = 0,45m \cdot 0,15m \cdot 1.4 = 0,095m^2$$

$$SE_{Lateral\ izq} = SE_{Lateral\ der} = 0,15m \cdot 0,45m \cdot 0,9 = 0,061m^2$$

$$SE_{Fondo} = SE_{Puerta} = 0,45m \cdot 0,45m \cdot 0,9 = 0,182m^2$$

$$SE_{Total} = 0,095m^2 + 2 \cdot 0,061m^2 + 2 \cdot 0,182m^2 = 0,58m^2$$

La potencia que disipa el gabinete es:

$$Pd = K \cdot SE_{Total} \cdot (ti - ta)$$

La constante K es un coeficiente de intercambio de calor de valor 5,5 según la **figura 28**. La máxima temperatura a la que pueden operar los elementos del tablero es de 70 °C, por lo tanto esa es la temperatura interna utilizada (ti), y la temperatura ambiente (ta) se la toma en 40 °C como máximo.

Metálico	5,50
Poliéster	3,50
Acero Inoxidable	3,70
Aluminio	12,00
Policarbonato	3,50
ABS	3,50

Ilustración 55

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 160 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

$$Pd = 5,5 \cdot 0,58m^2 \cdot (70^{\circ}C - 40^{\circ}C) = 96 W$$

Contabilizando los aportes máximos de los elementos se tiene:

- Contactores: entre 5 y 7 W como máximo.
- Guardamotores: 7 W

Por lo tanto, la potencia disipada por los 5 contactores y guardamotores, considerando 7 W por cada instrumento, es de 70 W, por lo tanto menor a la posibilidad de disipación del tablero.

13. Nomenclatura

I_a : Corriente en cable de alimentación de tablero de fuerza

S_{max} : Potencia aparente máxima simultánea

P_{max} : Potencia activa máxima simultánea

ΔU : Caída de tensión

ΔU_a : Caída de tensión en arranque

SE : Superficie equivalente

Pd : Potencia disipada por convección natural en gabinetes

t_i : Temperatura interna de tablero

t_a : Temperatura ambiente

K : Coeficiente de intercambio de calor

Q : Caudal de aire de refrigeración

Pe : Potencia exedente

14. Bibliografía

AEA90364-7-771. (2006). *Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles*. AEA.

Balcells, J. (2000). *Autómatas programables*. Barcelona: Marcombo.

Genrod, Gabinetes estancos. (s.f.).

Genrod, Guía de gestión térmica. (s.f.). *Guía de gestión térmica*.

Prysmian. (2008). *Cables para baja tensión catálogo general*. Prysmian Cables and Systems.

Weg Bornes BTW . (2015).

Weg CFW100 Manual de usuario. (2013). Weg.

Weg Interruptor seccionador. (2012).

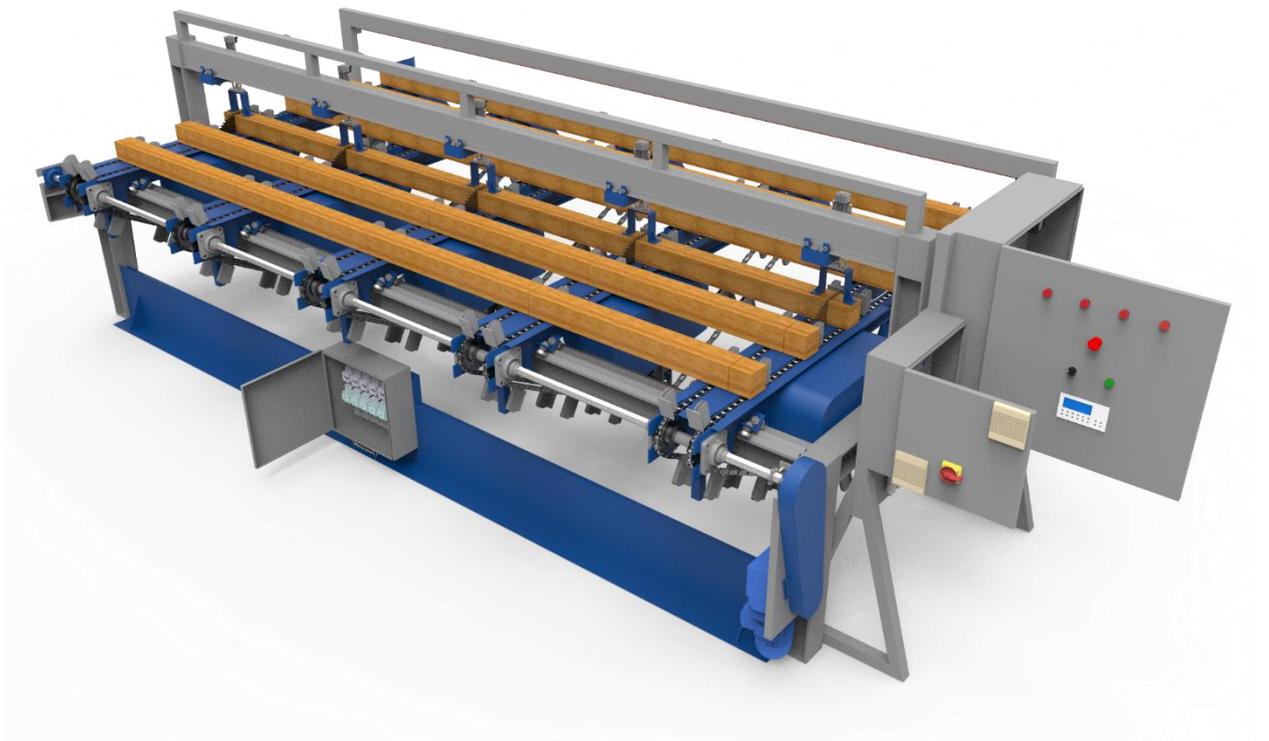
Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. A. De Carli	Aprobó:	Página 161 de 206
------------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

Weg Interruptores . (2013).

Weg Operación y protección de motores. (2015).

MEMORIAS DE CÁLCULO

AUTOMATIZACIÓN



Página en blanco.

Índice

1.	Especificaciones de operación.....	167
1.1.	Proceso de arranque.....	167
1.2.	Proceso de carga	169
1.2.1.	Carga Manual	169
1.2.2.	Carga y alimentación automática.....	170
1.3.	Estado estacionario.....	170
1.4.	Apagado	172
1.5.	Enclavamientos de seguridad y alarmas	172
1.6.	Configuraciones disponibles en la HMI.....	173
1.7.	Recuento de E/S	173
1.7.1.	Salidas.....	173
1.7.2.	Entradas	174
2.	Selección del PLC	174
2.1.	Entradas digitales.....	176
2.2.	Salidas digitales	177
3.	Interruptor automático de TC	178
4.	Módulo de expansión de entradas y salidas discretas	178
5.	Interfaz hombre máquina (HMI)	180
6.	Fuente de alimentación del PLC y de accesorios.....	182
7.	Variador de velocidad.....	183
8.	Selección de sensores	185
8.1.	Interruptores magnéticos.....	185
8.2.	Sensores inductivos	186
8.3.	Finales de carrera	187
9.	Relés de interface	188
10.	Transformador de 24 Vca.....	189
11.	Bornes simples.....	190
12.	Bornes dobles	191
13.	Mando y señalización.....	192
13.1.	Selector de dos posiciones	192
13.2.	Parada de emergencia.....	193
13.3.	Luces indicadoras	193
13.4.	Accesorios.....	194
13.5.	Parada de emergencia por cable	195
14.	Condiciones de instalación de autómatas programables	196
14.1.	Compatibilidad electromagnética	196

15.	Cables de comando	200
15.1.	Longitudes de conductores de elevadores	200
15.2.	Conductores de control de apretadores	201
15.3.	Conductores de finales de carrera.....	201
16.	Tablero de control	203
17.	Nomenclatura.....	205
18.	Bibliografía	206

1. Especificaciones de operación

La operación de la máquina se puede dividir en cuatro partes: proceso de arranque, proceso de carga, operación en estado estacionario y apagado. La máquina cuenta con un PLC que se encarga de la automatización y que está conectado a una HMI desde donde se realizan las configuraciones pertinentes. En Ingeniería de detalles automatización se encuentran los diagramas de flujo correspondientes a cada proceso.

1.1. Proceso de arranque

Para comenzar con la operación de la máquina se deben realizar los siguientes pasos y definir las configuraciones necesarias.

1. De ser necesario se ubican puentes y apretadores en la posición deseada, en función de la cantidad de cortes y del largo de tablas buscado.
2. Se da inicio al PLC mediante un botón de encendido.
3. En la HMI del PLC se pueden definir los siguientes parámetros:
 - Puentes y apretadores a utilizar
 - Ancho de tabla
 - Tiempo de corte
 - Velocidad de cadenas transportadoras

Si se continúa con el proceso de corte anterior este paso se omite porque el PLC utiliza por defecto la última configuración registrada. Para que esto sea posible, las configuraciones mencionadas se guardan en la memoria EEPROM del PLC de manera que no se borren cuando se lo apaga.

La programación del PLC permite seleccionar puentes y apretadores independientemente. Para esto se enumeran los puentes y apretadores del 1 al 5, comenzando la numeración desde el lado del motorreductor, como se hizo en la sección 9 de Memorias de cálculo eléctrica. Entonces, en funcionamiento normal el apretador 1 corresponde al puente 1, el 2 al puente 2 y así sucesivamente. Ahora bien, que se puedan seleccionar independientemente significa que se puede utilizar, por ejemplo, el puente 4 con el apretador 5 o la combinación que se desee respetando la alineación puente apretador. Esto está pensado para poder utilizar la máquina con algún apretador o puente fuera de funcionamiento, siempre que no se necesiten todos los cortes y las demás condiciones lo permitan. Si se rompe el puente 4 pero el apretador 4 anda, entonces se reemplaza el puente por el 5 dejando el apretador 4 donde estaba. De esta manera se evita entrar a la máquina y se ahorran problemas de alineación. Sin embargo cabe mencionar que como condición necesaria de funcionamiento definida en el software, el número total de apretadores y puentes seleccionados debe ser el mismo de manera de asegurar una correcta sujeción de las tablas.

Por otro lado, el ancho de la tabla se define para que la detención de la cadena se realice en el lugar correcto, es decir que la mitad del ancho quede justo arriba del eje de la sierra circular como se muestra en la **figura 1**. Como la posición de detención de la cadena depende del ancho de tabla, se hace necesario definir este parámetro previamente, sobre todo es importante cuando hay muchas tablas apiladas para asegurar el corte completo del mazo y el correcto funcionamiento del apretador.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 167 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

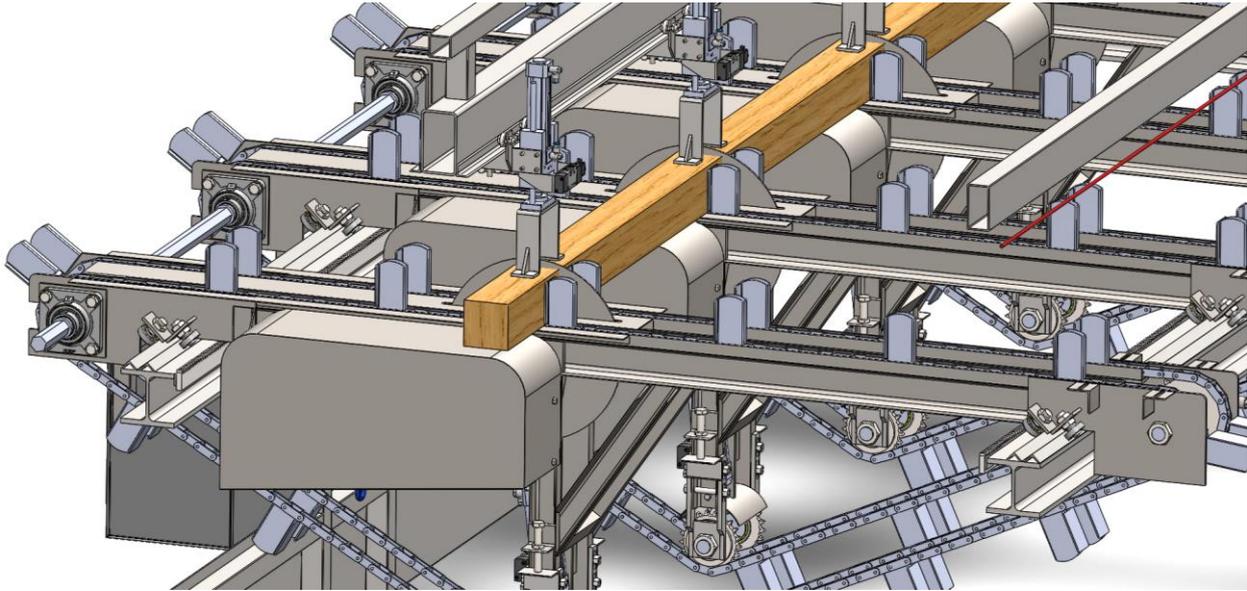


Ilustración 56. Mazo de tablas centrado en la posición de corte

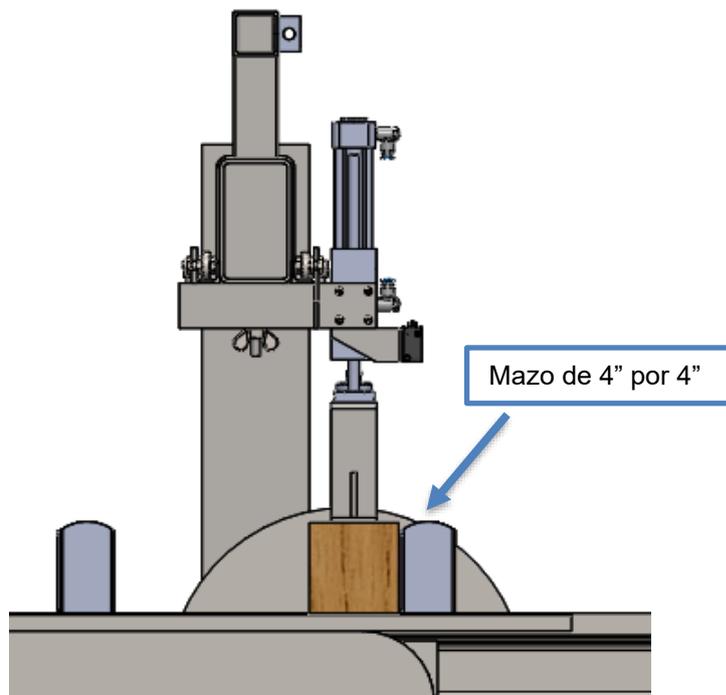


Ilustración 57. Mazo de tablas en posición de corte (lista lateral)

Desde el punto de vista del nivel de producción del aserradero se agrega la posibilidad de alterar, desde la HMI, dos parámetros más de funcionamiento de la despuntadora. Uno es el tiempo de corte y el otro es la velocidad de las cadenas transportadoras. El primero es un *delay* o retraso que se puede modificar de manera analógica y que está pensado para alterar el tiempo disponible para la carga de madera. El segundo permite reducir, mediante un variador de frecuencia, la velocidad de las cadenas a la mitad para conseguir, en caso de baja producción, un funcionamiento más continuo, menos desgaste de piezas móviles, y una reducción de las cargas dinámicas y las vibraciones.

- Desde la HMI se da arranque a los motores de las sierras circulares correspondientes a los puentes seleccionados, y al motorreductor para ubicar las cadenas en la posición que se muestra en la **figura 3**. Queda así la máquina lista para colocar el primer mazo de tablas.

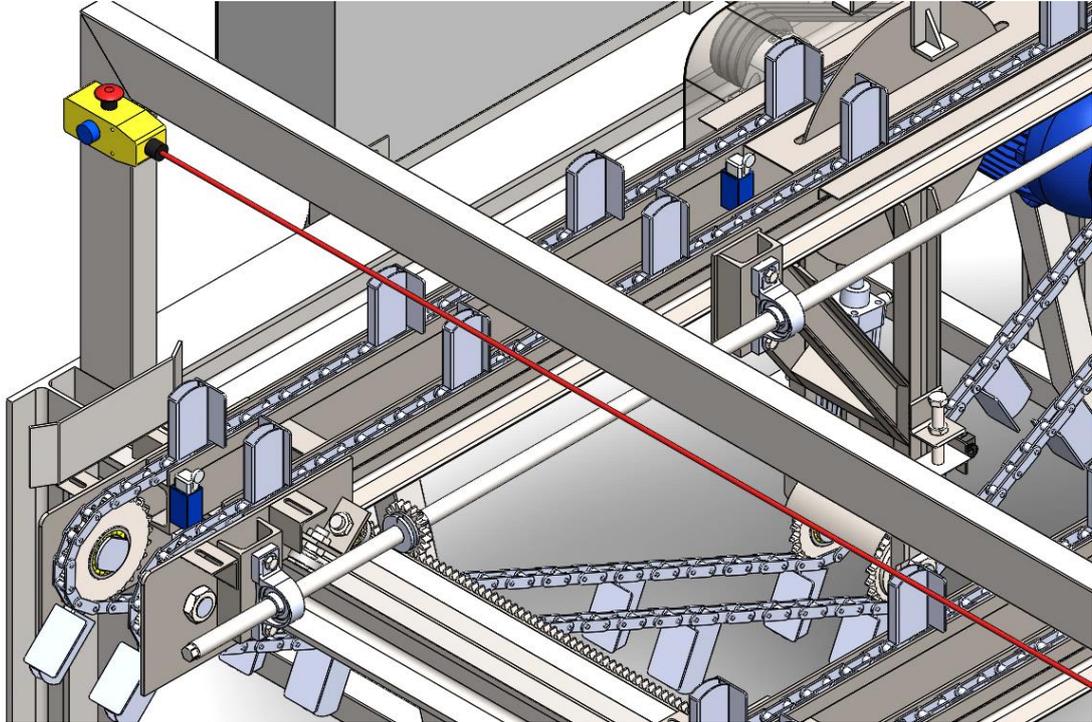


Ilustración 58. Posición de las cadenas para comenzar con el proceso de carga

1.2. Proceso de carga

Existe la posibilidad de realizar la carga, y la alimentación en régimen, de manera manual o automatizada, dependiendo del nivel de producción y de la cantidad de operarios disponibles. Lo mismo puede mencionarse respecto a la descarga de la misma. Sin embargo, el diseño a nivel de ingeniería de detalle de alimentadores y descargadores automáticos queda más allá de los alcances de este proyecto, de manera que la despuntadora se diseña para carga y descarga manual. De todas maneras más adelante se describen las líneas principales de la alimentación automática.

1.2.1. Carga Manual

El objetivo de este proceso es dejar en régimen la máquina, por lo tanto se realiza solamente cuando se pone en funcionamiento.

La razón de ubicar las cadenas en un lugar determinado durante el proceso de arranque, tiene los siguientes fundamentos. El principal radica en conocer y definir la ubicación de los empujadores de las cadenas. También permite evitar que estos últimos se interpongan con los sensores instalados, con la consecuencia de que no se puedan ubicar las tablas de manera apropiada.

El sistema de carga consiste en dos sensores final de carrera (S7 y S9 en el plano **B-1610B-A-002** Entradas PLC), ubicados en la zona de alimentación de los puentes 1 y 5, cuya función es detectar los cuatro primeros mazos de tablas colocados. Cuando se sitúan las tablas en la máquina siempre se las ubica contra uno de los puentes extremos debido a que estos presentan topes que simplifican la carga y alineación de las mismas (**figura 4**). El hecho de definir la posición de los empujadores en el proceso de arranque permite que dichos sensores, cuando detectan el mazo de tablas, manden una señal al motorreductor para que avance una distancia igual a un paso de empujadores, aproximadamente 38

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 169 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

cm. Esa distancia se logra activando un temporizador en la programación del PLC. Luego de avanzar un paso de empujadores, las cadenas se frenan para poder ubicar el siguiente mazo. Además los sensores (S7 y S9) activan un contador de manera que cuando detecte los primeros 4 mazos de tablas el proceso de carga termine, lo que significa que las cadenas ya no se frenan más con estos sensores de carga.

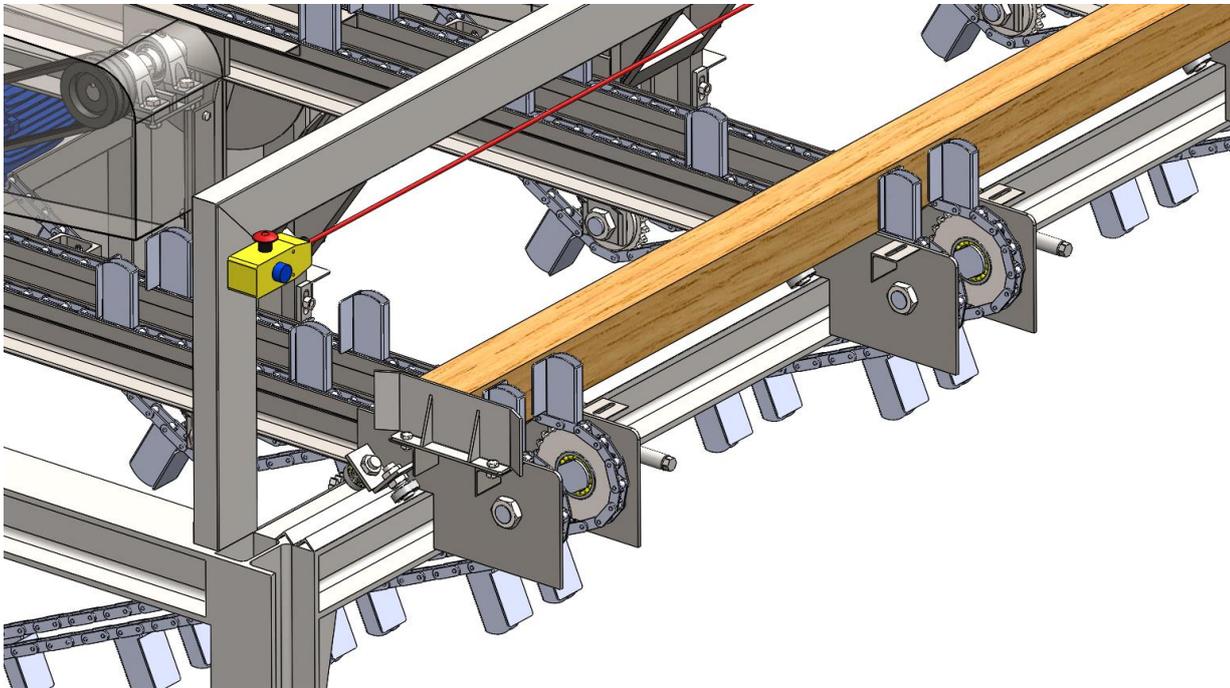


Ilustración 59. Carga de mazo de tablas con topes de alineación

Cabe aclarar que los sensores que afectan al proceso de corte son los definidos por la configuración de puentes. Por lo tanto a partir de aquí se va a hablar de un solo puente, ya que el mismo es extrapolable a los demás.

1.2.2. Carga y alimentación automática

Por el alto grado de automatización de la carga manual, el diseño de la carga automática es bastante simple. Mediante la instalación de cadenas transportadoras ubicadas entre los puentes en funcionamiento, se descarga sobre los mismos los mazos de tablas a cortar. Los mismos sensores usados en el sistema manual se utilizan para dar la señal al alimentador de que avance y deposite el mazo en el momento adecuado. La alimentación automática en funcionamiento en estado estacionario es análoga a la manual.

1.3.Estado estacionario

Ahora los sensores S7 y S9 ya no activan más el temporizador que frena las cadenas, sino que el frenado se logra gracias a otros sensores finales de carrera (S8 y S10 en el plano **B-1610B-A-002** Entradas PLC) ubicados cerca de la sierra circular de los puentes 1 y 5 respectivamente. El mismo activa otro temporizador que depende del ancho de la tabla. Es decir, en la programación el PLC hay un temporizador para cada ancho de tabla, y se define cuál usar en la configuración inicial. El objetivo del mismo es frenar el mazo que detectó el sensor S8 o S10 en el punto exacto que produzca que la mitad del ancho de la tabla quede arriba del eje de la circular y abajo del apretador, ver **figura 2**.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 170 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

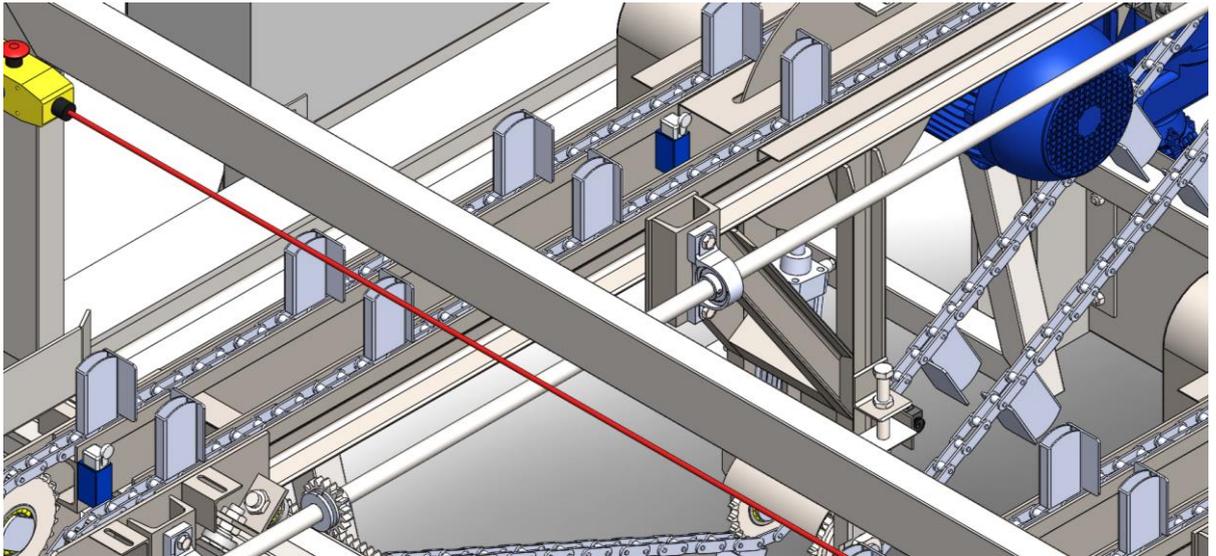


Ilustración 60. Ubicación de finales de carrera en la zona de alimentación y de corte en puente 1.

En el momento en que se frena la cadena, bajan los apretadores definidos en la configuración inicial. Sin embargo, por razones de seguridad, para conocer el estado de las cadenas transportadoras se instala un sensor en el eje motriz que verifique que efectivamente las cadenas se frenaron y da la orden de bajar los apretadores. El mismo es un sensor inductivo que mide la velocidad angular del eje hexagonal, ver **figura 6**. Además, aprovechando que las cadenas están quietas, se puede cargar otro mazo de tablas a la máquina.

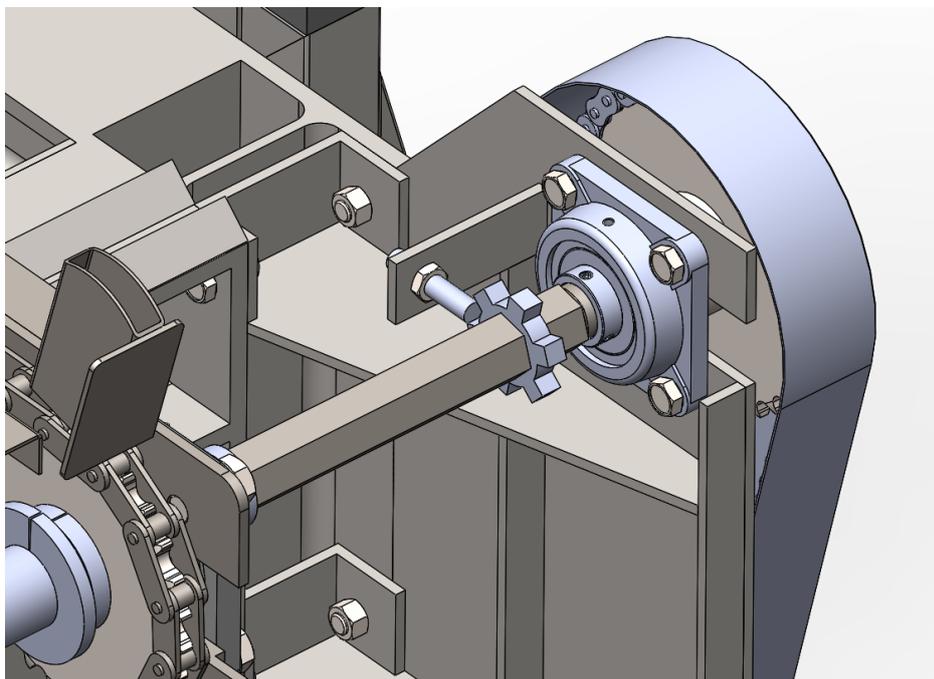


Ilustración 61. Sensor inductivo para velocidad de eje hexagonal.

En función de la producción de la jornada y de la cantidad de personas disponibles para alimentar la despuntadora, se agrega la posibilidad de modificar el tiempo en el que las cadenas están detenidas. Esto se realiza mediante un temporizador que se activa cuando las cadenas se frenaron estando en régimen, y que se puede variar desde el HMI de la máquina, de manera que recién cuando terminen el proceso de corte y el temporizador, las cadenas puedan avanzar. También está configurado en el

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 171 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

software cargado en el PLC la posibilidad de reducir la velocidad de avance de las cadenas transportadoras a la mitad, con el objetivo de adaptarse a un bajo nivel de producción. La configuración de este parámetro también se realiza desde la HMI.

Los cilindros de los apretadores están provistos de un sensor del tipo interruptor magnético, “S11 a S15” (planos **B-1610B-A-002** y **B-1610B-A-004**), que detecta el vástago cuando está retraído. En el momento que deja de detectar el vástago quiere decir que el apretador ya está bajando, entonces activa un temporizador de manera que la sierra circular suba recién cuando las tablas ya estén firmes.

Además, el sistema de elevación de cada puente cuenta también con dos interruptores magnéticos, “S16 a S26” (planos **B-1610B-A-004** y **B-1610B-A-006**), ubicados en los cilindros neumáticos. La función de los mismos es dar una indicación certera de la posición de la sierra circular, para poder así realizar enclavamientos de seguridad a nivel software. Específicamente se instalan dos interruptores magnéticos en los extremos de la carrera de cada cilindro. El que se encuentra en la parte superior del cilindro, da la señal de que la sierra ya subió y que puede bajar. El de abajo da la señal de que la sierra ya bajó y que suban los apretadores. Finalmente cuando el sensor correspondiente vuelve a detectar el vástago del apretador, las tablas ya se liberaron y las cadenas avanzan para que el ciclo se repita.

1.4. Apagado

Gracias al sistema de automatización, la despuntadora múltiple se descarga sola. Cuando se terminan las tablas alimentadas las cadenas quedan girando hasta que se la apaga manualmente. Finalmente con un interruptor de dos posiciones se indica el apagado al PLC.

1.5. Enclavamientos de seguridad y alarmas

Uno de los riesgos de la máquina es que se accione un cilindro elevador y que la sierra asociada no esté girando. La situación puede surgir producto de una avería en el motor, en el sistema de transmisión o en las señales de comando, o bien, porque se haya accionado el guardamotor correspondiente. Por lo tanto, para minimizar este riesgo todo lo posible, se agrega un sensor de seguridad del tipo inductivo, “S2 a S6” (ver plano **B-1610B-A-002**), para cada puente, que detecte el giro del eje de la sierra circular. Con el mismo se realiza un enclavamiento a nivel software para que si el eje de la sierra no está girando a las 2900 rpm a las que debe girar, esa sierra no suba, el puente salga de servicio y se emita una alarma. Si uno de los motores en funcionamiento deja de girar cuando está en vacío, la máquina no se para hasta que las tablas estén sobre el eje, en la posición de corte.

Otra situación peligrosa es que la sierra circular suba sin que las tablas estén apropiadamente sujetadas. El enclavamiento se realiza de modo que la sierra no pueda subir sin que el apretador, asociado en la configuración inicial, haya bajado. Entonces de no bajar un apretador, esa sierra no va a subir y se emitirá una alarma para avisar que hay un corte que no se está realizando.

Por último, existe la posibilidad que un cilindro elevador no suba toda la carrera disponible, o bien no suba en absoluto. Esta situación no es peligrosa desde el punto de vista de la integridad física de las personas o de la máquina, pero de todas formas se debe comunicar con una alarma ya que acarrea problemas referidos a la producción.

En los casos mencionados, cuando se dispara la alarma, las cadenas deben permanecer inmóviles y se brindan dos posibilidades en la HMI: continuar con el funcionamiento de la despuntadora anulando el puente defectuoso o parar la máquina y solucionar el problema. De seleccionarse la primera opción, será necesario cortar las tablas de manera manual o bien volver a pasarlas por la despuntadora al final de la operación, realizando las configuraciones pertinentes. Dicha elección dependerá de varios factores, como el nivel de producción de la jornada, el momento en que se haya producido el

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 172 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

desperfecto, es decir si es al principio del turno o al final, y la disponibilidad de operarios para realizar cortes de forma manual, entre otras cosas.

Finalmente, si por algún desperfecto las cadenas no avanzan, también se prende una alarma que indica que la máquina no está funcionando.

Resumen de alarmas:

- Alarma 1: cadenas no avanzan o no frenan.
- Alarma 2: apretador no baja o no sube.
- Alarma 3: elevador no baja o no sube.
- Alarma 4: alguna sierra no gira cuando está configurado que debe hacerlo.

Las alarmas toman la forma de cuatro indicadores lumínicos (E2 a E5 en plano **B-1610B-E-003**) ubicados en la puerta del tablero de control.

Como medida de seguridad adicional, cada vez que haya que ingresar a la despuntadora por algún desperfecto o modificación de parámetros de corte, se debe poder anular la alimentación de potencia de manera fácilmente visible. Es muy importante para la seguridad de los operarios que durante el ingreso a la máquina no haya posibilidades de que ni los motores ni los cilindros neumáticos se activen. Esto se logra, por un lado, añadiendo una llave seccionadora en el tablero principal que aísla la máquina de la red y por otro colocando una válvula colizante que anule la alimentación de aire comprimido. Además, si se debe ingresar cuando la máquina estaba en funcionamiento hay que poder sacar las tablas de arriba de los puentes, para lo cual se activa el motorreductor de las cadenas desde la HMI el tiempo suficiente para descargar la máquina.

1.6. Configuraciones disponibles en la HMI

A modo de resumen se desarrollan las posibilidades de configuración que se realizan desde la HMI:

- Puentes y apretadores a utilizar: 2, 3, 4 o 5 puentes y cuáles específicamente.
- Ancho de tabla, en medidas comerciales hasta 6”.
- Aumentar tiempo de corte, partiendo del mínimo necesario para la operación de 7 segundos.
- Reducir velocidad de cadenas a la mitad del valor nominal.
- Arranque de los motores de las sierras pertinentes.
- Arranque de motorreductor para ubicar las cadenas en la posición deseada, ya sea en el proceso de carga o descarga.
- Reinicio del proceso de corte ante una parada de emergencia o por alarma.

1.7. Recuento de E/S

En función de lo expresado hasta el momento, se realiza un resumen de todas las entradas y salidas físicas necesarias.

1.7.1. Salidas

El control de todos los puentes y apretadores de manera independiente implica las siguientes salidas en el PLC:

- Encendido y apagado de las sierras circulares: 5 salidas
- Marcha y velocidad del motorreductor con variador de frecuencia: 2 salidas
- Activación de cilindros neumáticos correspondientes a los sistemas de elevación: 5 salidas
- Activación de cilindros neumáticos correspondientes a los apretadores: 5 salidas

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 173 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

- Alarmas varias: 4 salidas
- Indicación de encendido: 1 salida

1.7.2. Entradas

La versatilidad y el grado de automatización, además de la incorporación de sistemas para reducir los riesgos asociados a este tipo de máquina, producen un elevado número de entradas a manejar por el PLC. Se detallan, entonces, las siguientes:

- En los puentes 1 y 5 dos finales de carrera en cada uno para detección de tablas: 4 entradas
- Detección de vástago de apretadores, mediante interruptores magnéticos: 5 entradas
- Detección de vástago de elevadores, mediante interruptores magnéticos: 10 entradas
- Detección de velocidad de giro de sierras con sensor inductivo: 5 entradas
- Detección de giro de eje motriz de cadenas transportadoras con sensor inductivo: 1 entrada
- Interruptor de 2 posiciones: 1 entrada
- Parada de emergencia en tablero de control: 1 entrada
- Parada de emergencia por cable: 1 entrada

En total suman 21 salidas y 28 entradas, datos útiles para seleccionar el PLC y las expansiones necesarias.

2. Selección del PLC

Se selecciona un PLC de industria Argentina, fabricado por Slicetex Electronics. El modelo es el STX8092 D1 ya que es el dispositivo que presenta la mayor cantidad de entradas y salidas digitales, cualidad necesaria en esta despuntadora múltiple.



Ilustración 62. PLC modelo STX8092

Este PLC cuenta específicamente con 12 entradas discretas y 16 salidas a relé optoacopladas. Por lo tanto, según el recuento de entradas y salidas es necesario agregar dos módulos de expansión provistos por el mismo fabricante, cada uno de 8 entradas y 8 salidas a relé optoacopladas, resultando un total de 28 entradas y 32 salidas disponibles.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 174 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

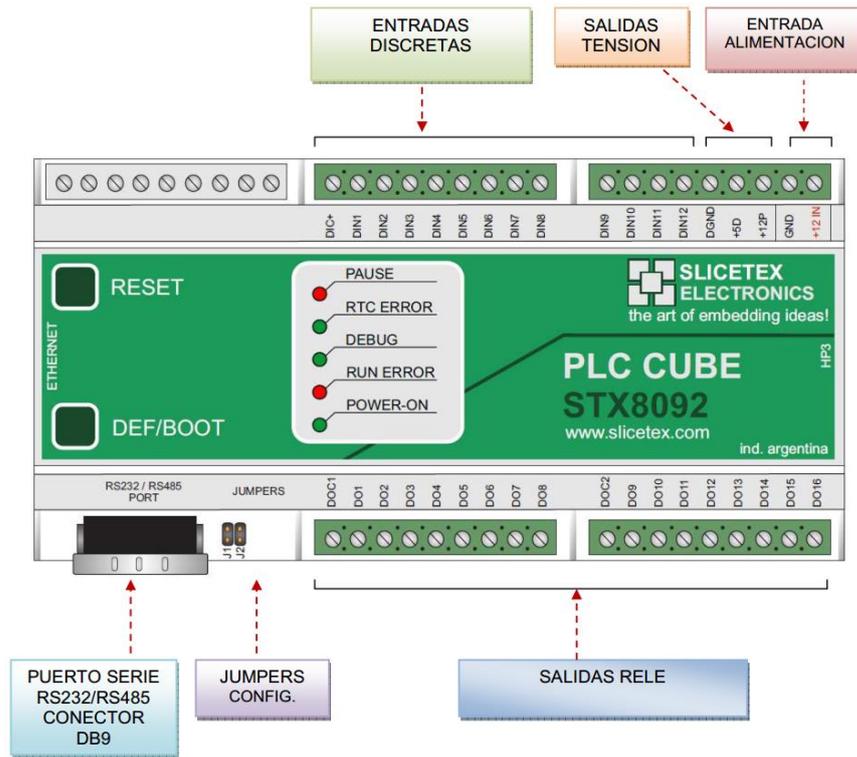


Ilustración 63. Lay-out de conexiones

El dispositivo está preparado para programación gráfica en Ladder o lenguaje escrito en Pawn a través del entorno de programación StxLadder, que es un software que viene incluido con el producto. Soporta además el protocolo ModBus maestro/esclavo para TCP (Ethernet) y RTU (RS232/RS485) para conexión en red. También dispone de un puerto de expansión HP3 que permite aumentar la capacidad del dispositivo con los módulos mencionados. Esto último se realiza mediante la interfaz I2C (Inter-integrated circuit) en el puerto de expansión.

Los jumpers J1 y J2 de la **figura 8** configuran el puerto serie DB9 (RS232/RS485) según la interfaz de comunicación a utilizar, es decir RS232 o RS485 en el protocolo ModBus RTU.

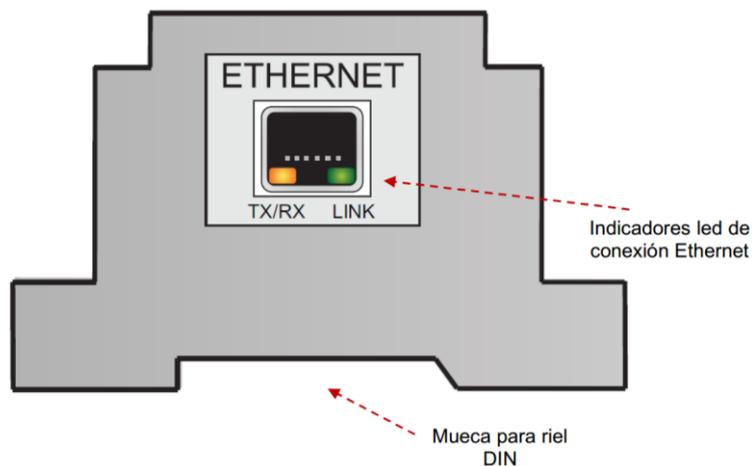


Ilustración 64. Puerto Ethernet en lateral izquierdo

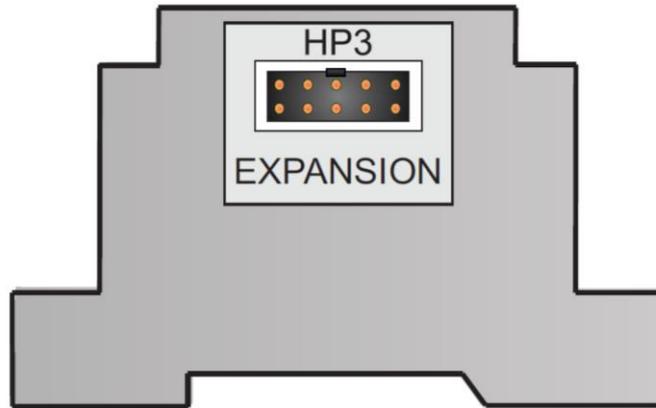


Ilustración 65. Puerto de expansión en lateral derecho

La alimentación de energía al PLC es en 12 Vcc, presenta además dos salidas en 5 Vcc y 12 Vcc para alimentación de circuitos adicionales y está preparado para montaje en riel DIN de 35 mm. Tiene un consumo nominal de 400 mA cuando está el puerto Ethernet funcionando y todas las salidas a relé activadas.

El modelo D1 seleccionado cuenta con una memoria no volátil ROM de 204 KB donde se carga el código del programa en Ladder o Pawn a través de la interfaz Ethernet. Además tiene 8 KB de memoria RAM para almacenamiento de datos temporales del programa ejecutado. También cuenta con 16 KB de memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) que es del tipo no volátil, de manera que permite el almacenamiento de datos de usuario y configuraciones de la máquina.

2.1. Entradas digitales

Las 12 entradas digitales disponibles son optoacopladas y permiten una tensión de hasta 35 V entre el terminal DIC+ y cualquier DIN. El potencial en DIC+ siempre tiene que ser mayor que el de DIN para polarizar el diodo del optoacoplador, es decir son entradas tipo NPN. Por lo tanto los sensores de 3 hilos a utilizar deben ser tipo NPN, ya que la salida debe ponerse a potencial cero. La tensión nominal para polarizar el diodo del optoacoplador es de 12 V y la máxima para no polarizarlo (cero lógico) es de 2,7 V y de 6,4 V para DIN7 y DIN8. La impedancia de entrada es de 1500 Ω .

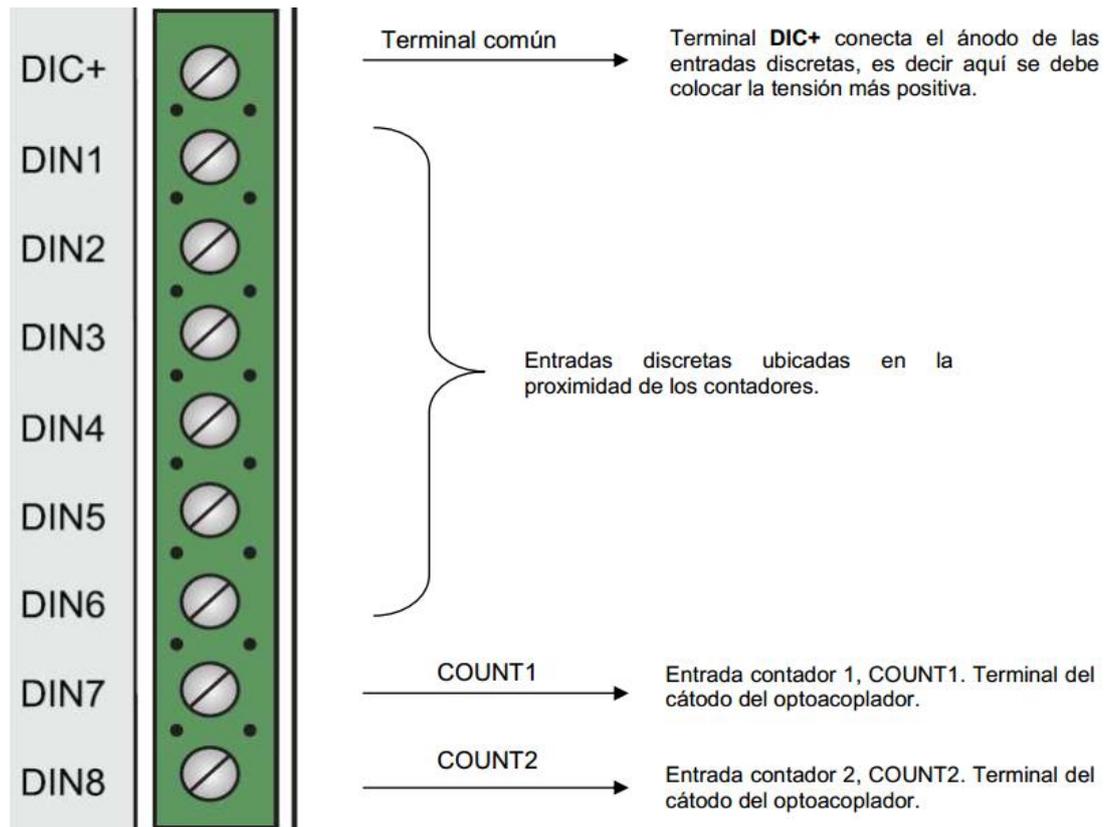


Ilustración 66. Polarización de entrada DIN1

Además, las entradas DIN7 y DIN8 son contadores rápidos con una frecuencia de hasta 20 KHz, mientras que el resto permite una frecuencia nominal de 2,5 KHz. De todas maneras esta frecuencia es muy superior a la necesaria para medir la velocidad de las sierras circulares usando sensores inductivos. Si la detección de velocidad se realiza en dos radios opuestos del eje, para evitar el desbalanceo del mismo, el tren de pulsos generado por la rotación tiene una frecuencia de 100 Hz.

2.2.Salidas digitales

En las 16 salidas a relé, la corriente máxima que puede circular por cada una de ellas, si el resto no están conectadas, es de 3 A con tensiones de 30 Vcc o 250 Vca. Las salidas presentan dos bornes comunes, DOC1 y DOC2, que cierran los circuitos desde DO1 hasta DO8 y desde DO9 hasta DO16 respectivamente. La corrientes que circulan por los terminales comunes mencionados no deben superar los 5 A, o sea que la suma de las corrientes de las salidas DO1 hasta DO8 y de DO9 hasta DO16 debe ser menor a 5 A en todo momento.

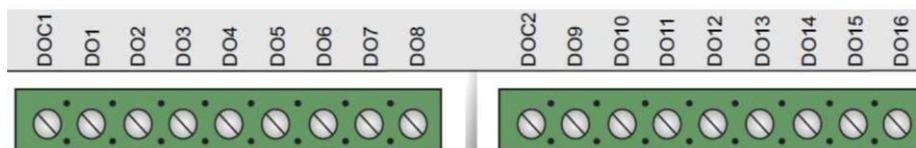


Ilustración 67. Bornera de salidas discretas a relé

3. Interruptor automático de TC

Debe haber un interruptor automático para la alimentación del PLC según lo recomendado en (Balcells, 2000). Se selecciona un interruptor termomagnético bipolar de 6 A. El código de referencia es MDWH-B6-2 de la marca Weg.



Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-B6-2	6 A	B	10	10
MDWH-B10-2	10 A	B	10	10
MDWH-B16-2	16 A	B	10	10
MDWH-B20-2	20 A	B	10	10
MDWH-B25-2	25 A	B	10	10
MDWH-B32-2	32 A	B	10	10
MDWH-B40-2	40 A	B	10	10
MDWH-B50-2	50 A	B	10	10
MDWH-B63-2	63 A	B	10	10

Ilustración 68. (Weg Interruptores , 2013)

4. Módulo de expansión de entradas y salidas discretas

El modelo seleccionado es el STX 570A de Slicetex Electronics. El mismo se conecta a los puertos de expansión HP3 del PLC de manera que se le puede añadir hasta 8 módulos, permitiendo así la incorporación de hasta 64 entradas y 64 salidas para la realización de proyectos complejos.

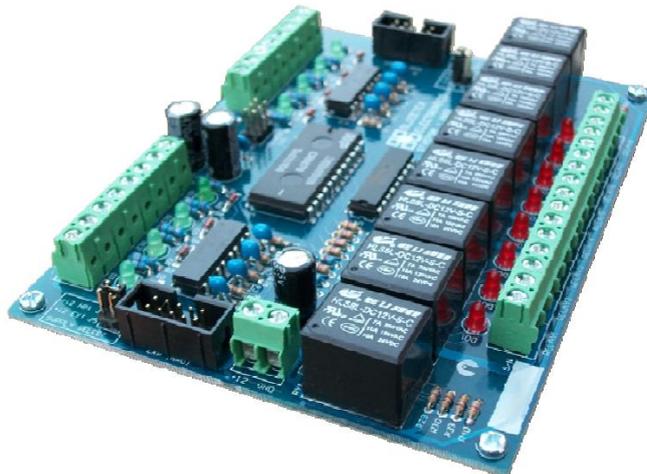


Ilustración 69. Módulo de expansión STX570A

Específicamente cuenta con 8 entradas optoacopladas de hasta 35 V y 8 salidas a relé de 4 A y 250 Vca. Cada entrada tiene sus terminales positivo y negativo conectados al ánodo y al cátodo del optoacoplador respectivamente, es decir no hay un borne común. Por lo tanto permiten el uso de sensores de 3 hilos tipo NPN o PNP, solamente modificando la conexión de los mismos. La tensión de polarización mínima es de 7 V.

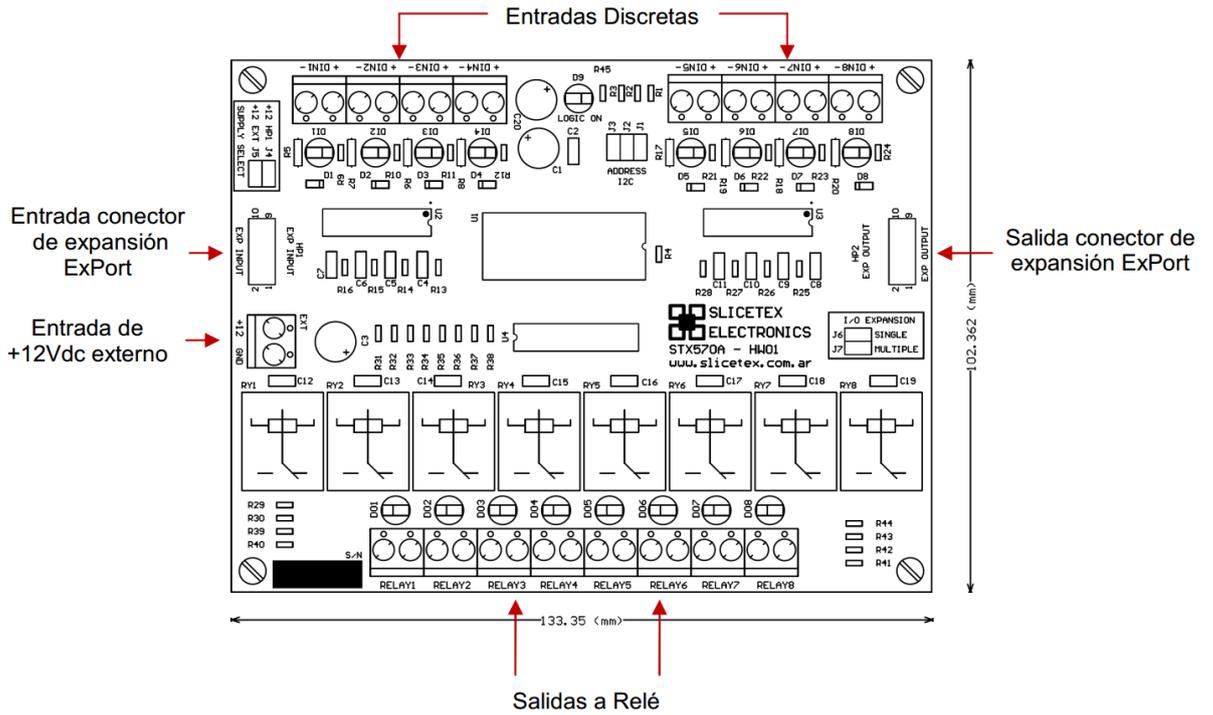


Ilustración 70

Para la automatización de la despuntadora múltiple se conectan dos de éstos en cascada. Se alimentan con la fuente de 12 Vcc y tienen un consumo, con todos los relés activados, de 340 mA cada uno.

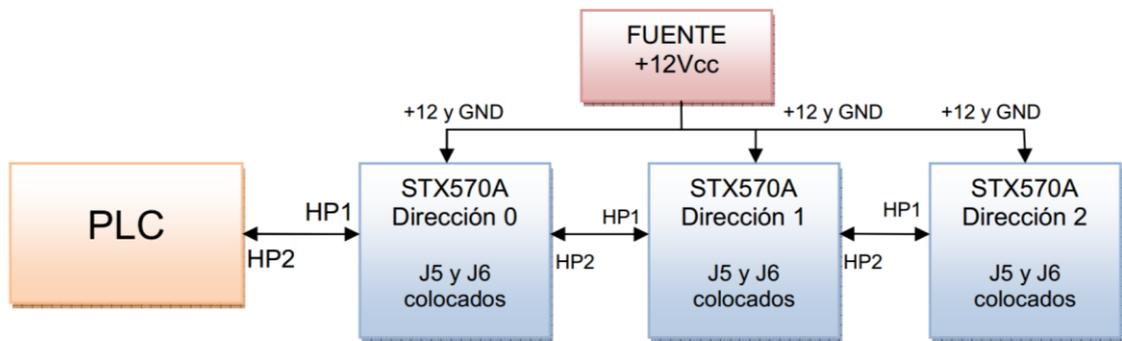


Fig: Conexión en cascada de 3 placas STX570A al PLC

Ilustración 71

La conexión se realiza del puerto HP3 del PLC al HP1 de la primera placa y desde el HP2 de la primera al HP1 de la segunda, mediante cables planos de 10 hilos provistos con los módulos de expansión.

Además se deben colocar algunos jumpers en la placa para definir ciertas configuraciones como la fuente de alimentación, la dirección lógica y la cantidad de módulos y su ubicación.

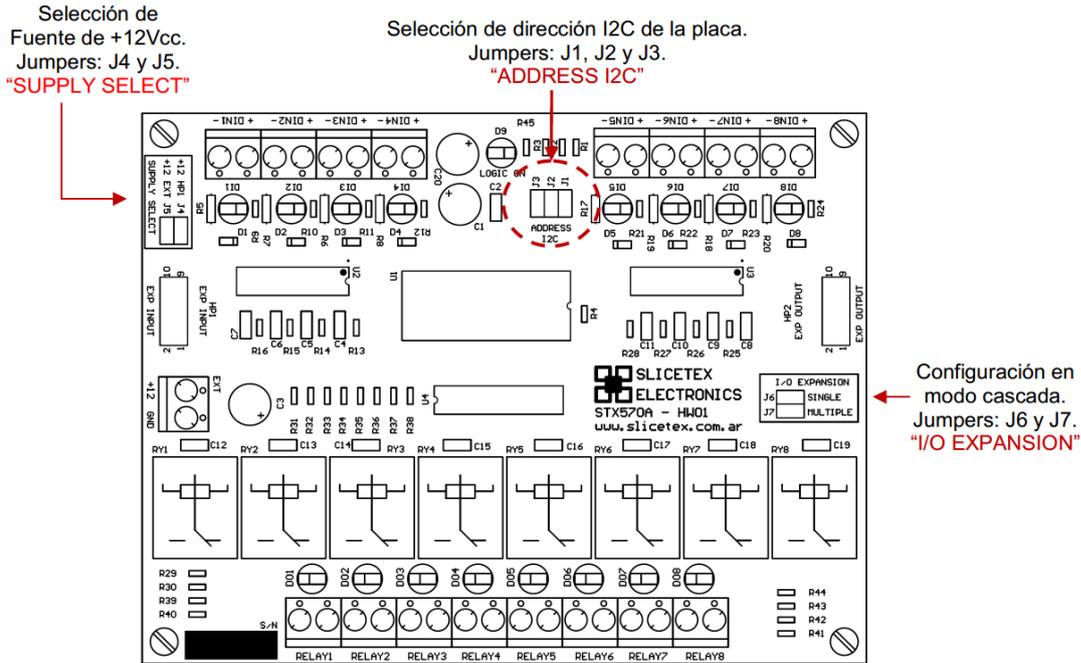


Ilustración 72

Para empezar, cuando se utiliza más de un módulo de expansión la alimentación de energía de los mismos debe hacerse en los bornes de alimentación que se indican en la **figura 15** mediante una fuente externa. Por lo tanto, para configurar este parámetro en el módulo el jumper 5 debe estar colocado y el 4 no.

Se debe definir también una dirección I2C (Inter-Integrated Circuit) de cada placa para poder distinguirlas en el software del PLC. En este caso, como se agregan dos módulos de expansión se configuran dos direcciones con los jumpers 1, 2 y 3. De manera que una placa tiene la dirección 0 (ningún jumper colocado) y la otra 1 (solamente el jumper 1 colocado).

Finalmente, al realizar la conexión en cascada, como se muestra en la **figura 16** el jumper 6 debe estar colocado en los dos módulos de expansión.

El PLC debe ser configurado, para administrar el hardware agregado, desde la PC usando el software StxLadder.

5. Interfaz hombre máquina (HMI)

Las configuraciones de la despuntadora se realizan desde la HMI para evitar la instalación de más entradas físicas, como botones o pulsadores, y la consecuente necesidad de más módulos de expansión. Permite además una configuración más sencilla e intuitiva de la máquina y también simplifica el cableado y la instalación del tablero.

Se utiliza en esta máquina una HMI modelo SH-300 de la empresa Array que provee el mismo fabricante del PLC, de manera de asegurar la compatibilidad de los dispositivos.



Ilustración 73. HMI SH-300

El panel HMI se alimenta con una tensión de 12 a 24 Vcc en una bornera específica y tiene un consumo de 300 mA, por lo cual se puede utilizar la misma fuente usada para el PLC y los módulos de expansión.

Para conectar el panel al PLC o a la computadora dispone de un puerto de comunicación serie DB9 con el que se comunica mediante el protocolo ModBus RTU. Entonces el PLC se configura como servidor ModBus y se definen los parámetros de dirección, de velocidad del puerto y de formato de datos que, además, deben coincidir con los de la HMI.

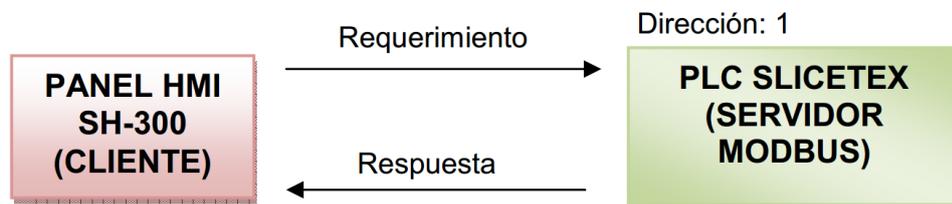


Ilustración 74. Comunicación entre HMI y PLC.

La conexión física entre PLC y HMI se realiza través de la interfaz RS232 Full-Duplex. En el PLC esa interfaz se configura en el puerto serie RS232/RS485 cuando ni el jumper J1 ni el J2 están colocados, según la **figura 20**.

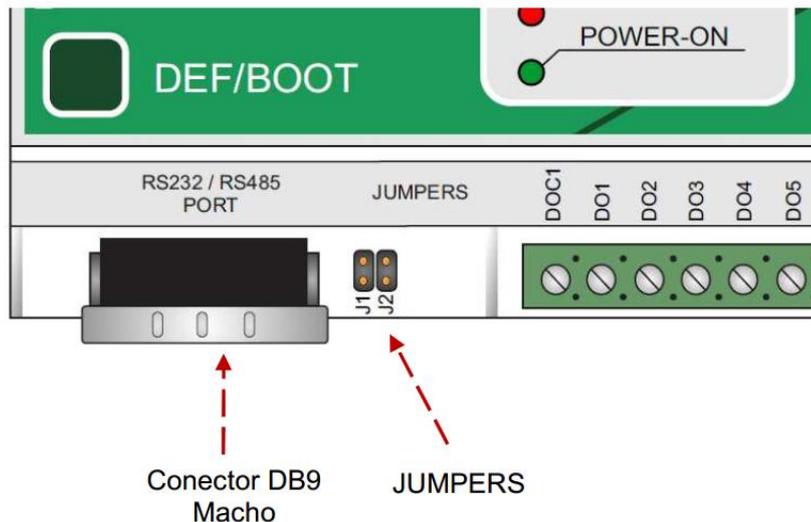


Ilustración 75. Detalle de puerto y jumpers para comunicación ModBus RTU.

La programación de la HMI se realiza desde una PC utilizando un cable serie RS232 provisto con el panel. El panel HMI también provee el software necesario para diseñar su comportamiento. Además se debe cargar un programa al PLC para configurarlo como servidor ModBus RTU.

6. Fuente de alimentación del PLC y de accesorios

Para alimentación eléctrica del PLC, la pantalla HMI y de los módulos de expansión se agrega una fuente conmutada provista por el mismo fabricante, modelo STX612, de 12 Vcc y 2,1 A. Además, la salida de +12V del PLC, que viene directamente desde esta fuente, se utiliza para la alimentación de todas las entradas. El consumo máximo que pueden producir las cargas mencionadas es de 340 mA por módulo de expansión más 400 mA del PLC con todas las salidas relé activadas y el puerto Ethernet funcionando, es decir 1080 mA nominales en total. Interruptores magnéticos y finales de carrera: 19 unidades, con impedancia de entrada del PLC y de los módulos de expansión de 1500 Ω , significa una potencia de 7,3 W. Sensores inductivos: 5 unidades con un consumo menor a 10 mA cada uno, es decir 1,2 W aproximadamente. El total resulta en 20W como máximo posible con todo activado.

La fuente seleccionada se alimenta desde una red monofásica de 110/220 Vca a 50/60 Hz. Incorpora filtros de línea contra interferencia electromagnética y protecciones contra sobretensión, sobrecarga y cortocircuito. Además viene diseñada para montaje en riel DIN de 35 mm. Las especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo automatización.



Ilustración 76. Fuente de alimentación conmutada STX612

Para reducir los ruidos eléctricos al PLC se conecta mediante jabalina a tierra la masa del sistema, como se muestra en la **figura 22**. Por lo tanto, la fuente seleccionada cumple con los requisitos dictados en (Balcells, 2000) donde se especifica que la fuente de alimentación del PLC debe ser filtrada y debe tener el secundario unido a tierra.

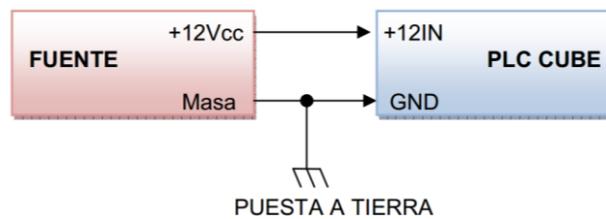


Ilustración 77

7. Variador de velocidad

El variador de frecuencia cuenta con PLC incorporado, cuatro entradas digitales, HMI y conexión USB para módulos plug-in que permiten ampliar las posibilidades de comunicación, la cantidad de entradas y la memoria. El detalle se muestra en la **figura 23**.

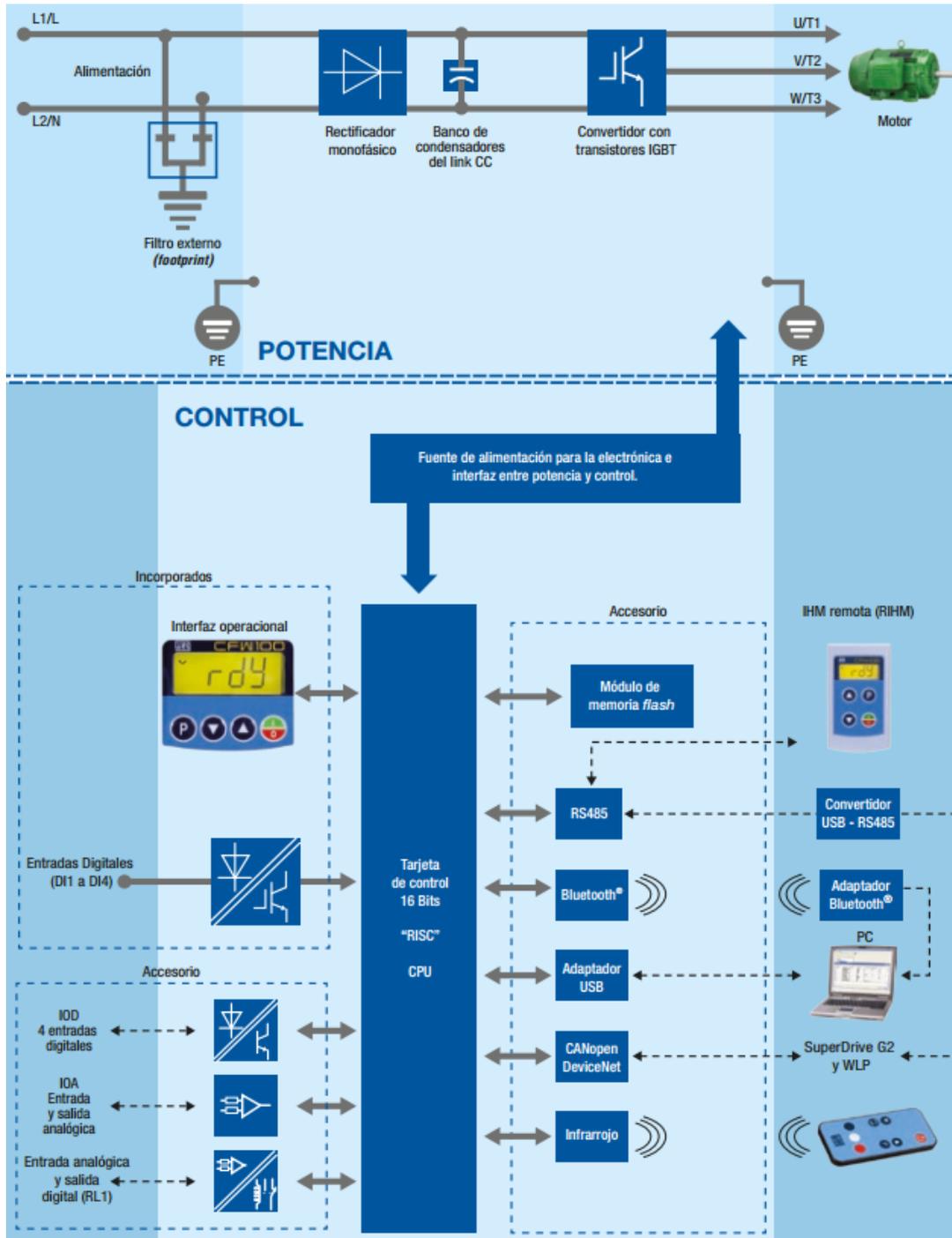


Ilustración 78. (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013)

En la programación de la despuntadora múltiple, según se especifica en la sección 1.3, se definen dos velocidades de avance, una nominal o de diseño y una marcha lenta, igual a la mitad de la anterior. Se utilizan las entradas digitales del convertidor de frecuencia para activar una u otra velocidad desde el PLC. Esto se logra desde la HMI del variador definiendo las funciones de las entradas digitales en los parámetros P263, P264, P265 y P266 respectivamente.

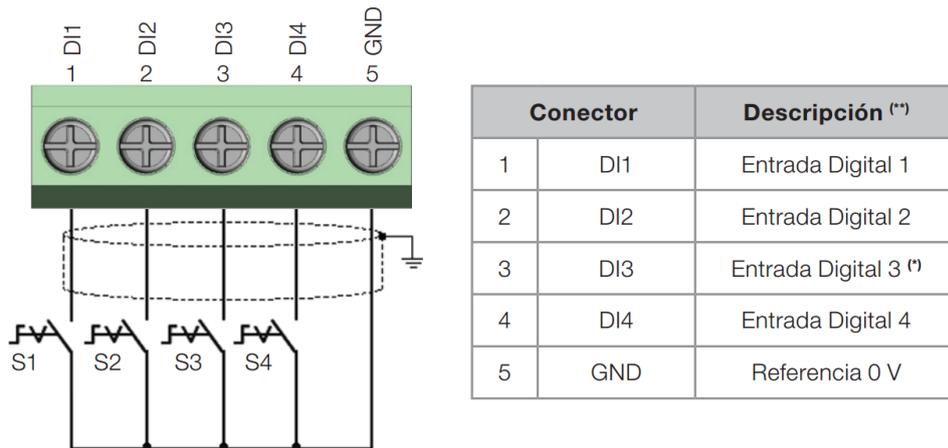


Ilustración 79. Conexión de entradas digitales (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013).

El variador de velocidad se programa mediante el software SoftPLC en lenguaje Ladder, de manera que se utilicen dos de las entradas digitales para definir la velocidad de giro. Dichas entradas activan, en el software, los bloques de referencia de velocidad correspondientes a marcha lenta y marcha rápida. Para las entradas digitales se utiliza la salida de 12 Vcc del PLC. El cableado de control se realiza, según especificaciones del fabricante, con cables de 0,5 mm², ver sección 15.

CONTROL	MÉTODO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tipos de control: <ul style="list-style-type: none"> - V/f (Escalar); - VVW: control vectorial de tensión. ■ PWM SVM (Space Vector Modulation)
	FRECUENCIA DE SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> ■ 0 a 300 Hz, resolución de 0,1 Hz.
DESEMPEÑO	CONTROL V/f	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regulación de velocidad: 1 % de la velocidad nominal (con compensación de deslizamiento). ■ Rango de variación de velocidad: 1:20.
	CONTROL VECTORIAL (VVW)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regulación de velocidad: 1 % de la velocidad nominal. ■ Rango de variación de velocidad: 1:30.
ENTRADAS	DIGITALES	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 entradas aisladas. ■ Tensión de Entrada máxima de 30 Vcc. ■ Corriente de entrada: - 11 mA. ■ Corriente de entrada máxima: -20 mA.
SEGURIDAD	PROTECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sobrecorriente/cortocircuito fase-fase en la salida. ■ Sub./sobretensión en la potencia. ■ Sobrecarga en el motor. ■ Sobretemperatura en el módulo de potencia (IGBTs). ■ Falla / alarma externa. ■ Error de programación.

Ilustración 80. Datos de electrónica generales (Weg CFW100 Manual de usuario, 2013).

8. Selección de sensores

8.1. Interruptores magnéticos

En los cilindros neumáticos se instalan interruptores magnéticos DSL del fabricante micro. Se colocan en el cilindro elevador de cada puente para detectar la posición del émbolo y, por lo tanto, de la sierra circular. Además se coloca uno en cada cilindro de los apretadores que indica si el émbolo está retraído o no. Como el mismo baja distancias distintas según la altura del mazo de tablas, no se coloca

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 185 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

otro sensor magnético, ya que su posición en el cilindro debería modificarse para acompañar las variaciones mencionadas. Por lo tanto, se utiliza el único sensor disponible como indicativo de la posición del apretador. Lo mencionado resulta en un total de 15 sensores magnéticos.

Se seleccionan sensores de dos hilos tipo reed switch ya que se valora su bajo costo por la cantidad interruptores a instalar. Los mismos se instalan directamente en las ranuras de los cilindros.

Interruptores magnéticos DSL

- Tipo..... Interruptor de actuación por proximidad de campo magnético
- Modelos Reed-switch (2 cables) ó a efecto Hall (3 cables)
- Tipo de salida PNP (modelo a efecto Hall)
- Datos eléctricos Ver tabla
- Grado de protección IP 67
- Protección..... Contra inversión de polaridad y ondas de sobretensión (modelo a efecto Hall)
- Contacto Normal abierto
- Indicación de estado..... Mediante un LED
- Temperatura..... -20...85 °C (-4...185 °F)
- Conexión..... Mediante cable o conector M8x1
- Fijación Directa sobre ranura del cilindro, soporte de fijación incluido



Modelo	Efecto tipo	Tensión	Corriente	Potencia	Tiempo de conexión	Vida útil (en millones)	Conexión Cable / Conector M8		Cable	MiCRO
DSL 1	Reed-Switch	3...110 V ca/cc	100 mA	10 W / VA	0,5 ms	10	●		2,5 m	0.900.000.791
DSL 2	Reed-Switch	3...30 V ca/cc	100 mA	10 W / VA	0,5 ms	10		●	0,3 m	0.900.000.792
DSL 4	Hall	6...30 Vcc	200 mA	6 W / VA	0,8 ms	100	●		2,5 m	0.900.000.793
DSL 3	Hall	6...30 Vcc	200 mA	6 W / VA	0,8 ms	100		●	0,3 m	0.900.000.794
Cable de 2m con conector hembra de M8x1										0.900.000.531

Ilustración 81. Sensores para cilindros neumáticos

Específicamente el modelo es el DSL 2 de la **figura 26** que para la conexión presenta un conector M8 con un cable de 30 cm.

8.2.Sensores inductivos

Los sensores inductivos son los encargados de medir la velocidad angular de los ejes de las sierras circulares y del eje motriz de las cadenas. En el primer caso, el parámetro más importante a tener en cuenta es la frecuencia de conmutación del sensor. Es decir, la velocidad a la que puede conmutar la señal de detección del eje. En este caso la velocidad del eje es de 3000 rpm, por lo que si se realiza el detección cada una revolución, la frecuencia de conmutación debe ser de por lo menos 50 Hz. Además, los sensores se conectan directamente a las entradas del PLC, en vez de a algún módulo de expansión, por lo que el tipo de sensor debe de ser de 3 hilos NPN, por tener el positivo como común.

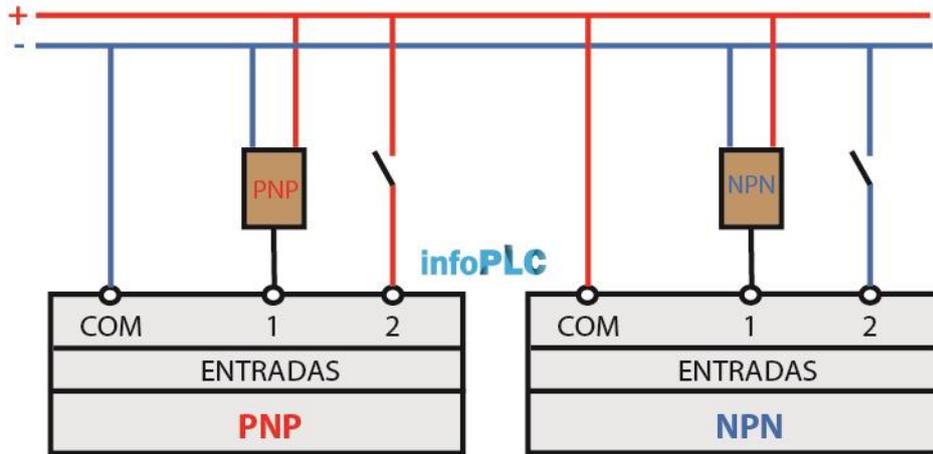


Ilustración 82. Salida del sensor NPN negativa y común positivo. (<http://www.infopl.net/blogs-automatizacion/item/101740-diferencias-pnp-vs-npn-sensores-cableado-automata>)

El sensor inductivo seleccionado es el modelo IFS242 perteneciente a la marca IFM. El mismo es del tipo NPN normalmente abierto, se alimenta con una tensión de 10 a 30 V, presenta un consumo menor a 10 mA y una frecuencia de conmutación de 700 Hz. El alcance llega hasta los 4 mm para detección de acero y es del tipo enrasable.

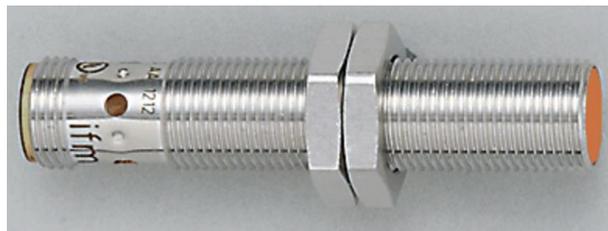


Ilustración 83

La carcasa es una rosca metálica de métrica M12x1 y la conexión se realiza también mediante un conector M12x1 según el siguiente diagrama.

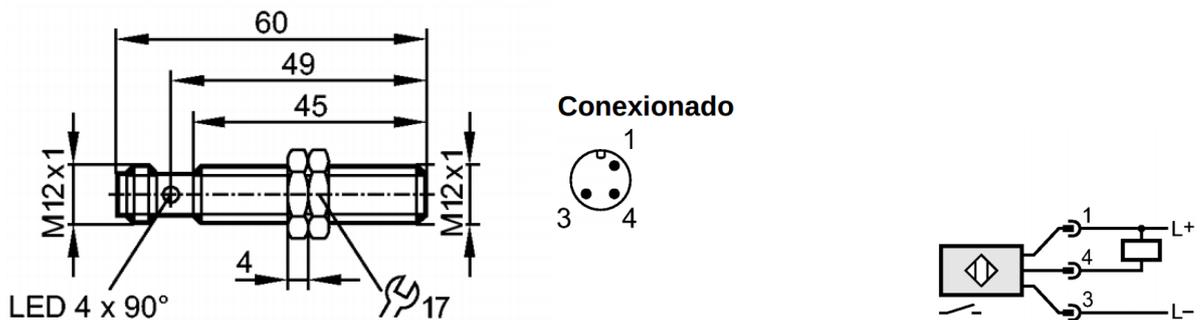


Ilustración 84

8.3.Finales de carrera

Los interruptores de posición, que detectan los mazos de tablas sobre los puentes, son de marca Schneider Electric modelo Osiswitch tipo industrial XCKJ con roldana de metálica.



XCKJ

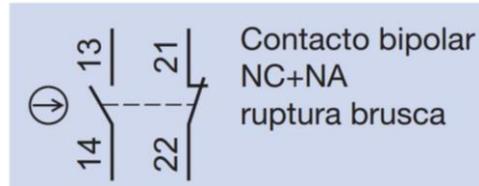


Ilustración 85

El interruptor es del tipo bipolar NC + NO, de ruptura brusca y el código del producto es XCKJ10513H29. Tiene una durabilidad mecánica de 30 millones de operaciones y un grado de protección IP 67. Presenta una entrada roscada para prensacable M20 x 1,5.

9. Relés de interface

Se utilizan relés de interface (o de interposición) estrechos para aislación y protección de las salidas del PLC. Según (Balcells, 2000) es importante que todas las cargas de salida que tengan conexión a bornes del autómatas estén protegidas con un RC antiparasitario, para el caso de alimentación en alterna, o con un diodo de inversa, para el caso de alimentación en continua. De aquí la justificación del uso de relés de interface con circuitos de protección.



Ilustración 86

Los mismos son relés electromecánicos BTWR P16E26 de 6,2 mm de espesor, de la marca Weg. La base del relé cuenta con circuito de protección contra sobretensiones e indicador LED verde. El relé es de 6A a tensiones de 250 Vca/30 Vcc con un contacto NA+NC e intercambiable. La tensión de empleo del modelo seleccionado es de 24 Vca/cc, y el código del producto es P16E26. El consumo de la bobina del relé es de 0,17 W. Además están preparados para montar en riel DIN de 35 mm.

BTWR P16E26 Paso 6,2 mm		BTWR P16E27 Paso 6,2 mm	
			
Datos técnicos		Tensión / Corriente / Sección nominal	
Tensión de la bobina	24 V ca/cc / 6 A	48 V ca/cc / 6 A	
Decapado del cable	8 mm	8 mm	
Par de apriete	0,4 Nm	0,4 Nm	
Corriente y tensión de operación	6 A 250 V ca / 30 V cc		
Máxima tensión de operación	400 V ca 3,7 A) / 125 V cc 1,4 A)		
Máxima corriente de operación	6 A		
Máxima potencia de operación	1.500 VA / 180 W		
Vida mecánica	1x10 ⁷		
Vida eléctrica	NO) 3x10 ⁴ operaciones (85 °C) (NC) 1x10 ⁴ operaciones (85 °C)		
Resistencia de aislamiento	1.000 MΩ (500 V cc)		
Tiempo de operación	10ms máx.		
Señalización del relé	LED verde		
Capacidad de conexión			
Cable flexible	2,5 mm ²		

Ilustración 87. Relé BTWR P16E26 (Weg Bornes BTW , 2015).

Se instalan 22 relés de interface a las salidas del PLC, 10 para las electroválvulas, 5 para los contactores de las sierras circulares, 5 para señalizaciones y 2 para el comando del variador de frecuencia.

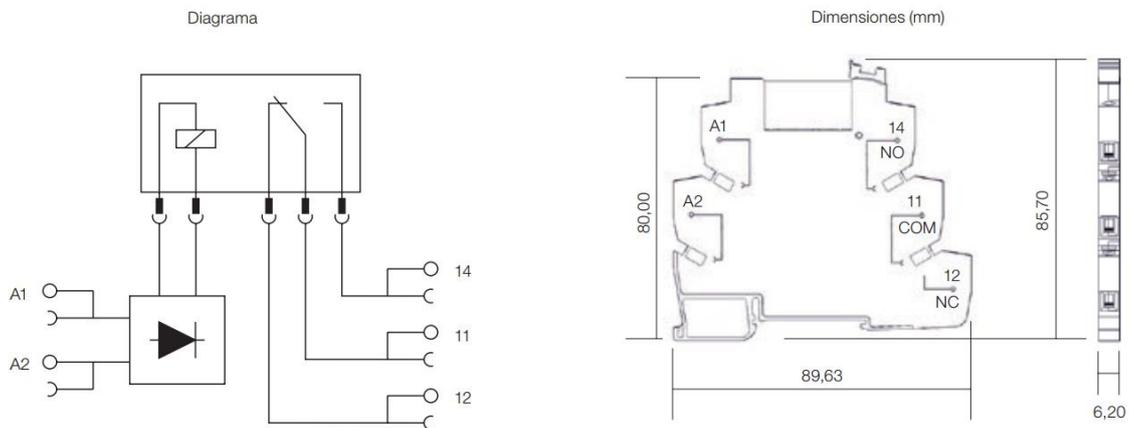


Ilustración 88

10. Transformador de 24 Vca

Para alimentar las salidas del PLC y de los módulos de expansión se utiliza un transformador de 24 Vca. Con esta tensión se alimenta tanto los relés de interface, que son las salidas del PLC, como las bobinas de los contactores, todas las electroválvulas y las luces indicadoras de estado de funcionamiento. La selección de este nivel de tensión se basa en la seguridad de los operarios al

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 189 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

ingresar a la máquina. Sobre todo debido a que los apretadores, junto con las electroválvulas, deben poder desplazarse de manera manual, lo que incrementa el riesgo de descarga eléctrica en el operario.



Ilustración 89. Transformador 220/24 Vca

El modelo seleccionado es un transformador 220/24Vca de 300 VA. Dispone de potencia suficiente para alimentar los contactores, los relés de interface y las electroválvulas, según se muestra en el recuento siguiente.

- Electroválvulas: 10 unidades de 4,5 VA cada una, es decir 45 VA.
- Relés de interface: 20 relés de 0,17 VA cada uno, resulta 3,4 VA.
- Contactores: 5 unidades de 9 VA, resulta en 45 VA.

La suma de los consumos mencionados da un total de 93,4 VA actuando todas a la vez. Dicha situación es normal en la máquina si trabaja a plena carga, ya que en un momento, las 10 electroválvulas van a estar actuando de manera simultánea. En dicha situación también los 5 contactores van a estar activados, además de 16 relés de interface. Por lo tanto el consumo calculado es el que puede haber en un proceso de 5 cortes simultáneos. De todas maneras, la potencia que la fuente elegida es capaz de entregar es bastante mayor a la necesaria a fin de tener en cuenta los consumos transitorios de las bobinas cuando cierran los contactos, y de prever posibles modificaciones y ampliaciones futuras en la despuntadora múltiple.

Además, según las especificaciones de (Balcells, 2000), el secundario del transformador de c.a. que alimenta bobinas de relés de E/S debe estar unido a tierra.

11. Bornes simples

Como bornes se utilizan los pertenecientes a la línea BTWP del fabricante Weg con conexión tipo tornillo. Los BTWP 2,5 seleccionados soportan un corriente de hasta 24 A a 750 V ca.

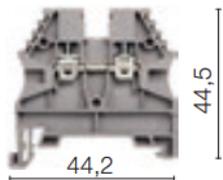
		BTWP 2,5 Paso 5 mm  	
Datos técnicos		Tensión / Corriente / Sección nominal	
IEC 60947-7-1		750 V~ / 24 A / 2,5 mm ²	
UL / CSA		600 V~ / 20 A / AWG 26...12	
Decapado del cable		10 mm	
Par de apriete		0,4 Nm	
Capacidad de conexión			
Hilo rígido		0,5...4 mm ²	
Cable flexible		1,5...2,5 mm ²	
Conductor AWG		26...12	
Material plástico	Color	Referencia	Cant./Embal.
Poliamida 66	Gris	BTWP 2,5	100
	Azul	BTWP 2,5-AZ	100
	Verde	BTWP 2,5-VD	100
	Rojo	BTWP 2,5-VM	100

Ilustración 90

12. Bornes dobles

También se utilizan bornes dobles de la línea BTWD del fabricante Weg con conexión tipo tornillo. Los BTWD 2,5N seleccionados soportan un corriente de hasta 24 A a 500 V ca.

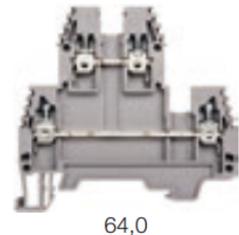
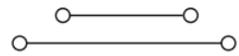
		BTWD 2,5N Paso 5 mm  	
Datos técnicos			
			
		Tensión / Corriente / Sección nominal	
IEC 60947-7-1		500 V~ / 24 A / 2,5 mm ²	
UL / CSA		300 V~ / 20 A / AWG 26...12	
Decapado del cable		9 mm	
Par de apriete		0,4 Nm	
Capacidad de conexión		Capacidad de conexión	
Hilo rígido		0,5...4 mm ²	
Cable flexible		1,5...2,5 mm ²	
Conductor AWG		26...12	
Material plástico	Color	Referencia	Cant./Embal.
Poliamida 66	Gris	BTWD 2.5N	100

Ilustración 91

13. Mando y señalización

En la puerta del tablero de control se ubica un interruptor de dos posiciones para el arranque y pare de la máquina, un pulsador de emergencia, una luz de indicación de encendido y cuatro luces de alarmas. Los componentes seleccionados pertenecen a la línea CSW de 22 mm de la marca Weg y presentan un grado de protección IP66. El montaje de los componentes se puede observar en la **figura 37** y consta principalmente de la cabeza, o sea el botón o la luz indicadora, el portabloques y los bloques de contacto. Se puede agregar también etiqueta y portaetiqueta indicadora.

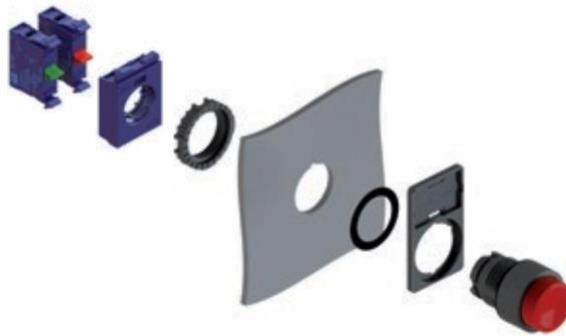


Ilustración 92. Despiece de montaje

13.1. Selector de dos posiciones

El mismo se encarga de indicar al PLC del encendido de la máquina. Se selecciona un interruptor con dos posiciones fijas de encendido y apagado a 90°, referencia CSW-CK2F90W WH.

Perilla Corta¹⁾

Foto ilustrativa	Actuación	Diagrama	Diagrama	Ángulo del selector	Color ¹⁾	Referencia	Codigo	Peso (kg)
		Fija	1	45°	● Negro	CSW-CK2F45 WH	12882307	0,025
		Retorno	1	45°	● Negro	CSW-CK2R45 WH	12882309	
		Fija	1	90°	● Negro	CSW-CK2F90 WH	12882308	
			2	90°	● Negro	CSW-CK2F90W WH	12904656	
		Retorno	1	90°	● Negro	CSW-CK2R90 WH	12882310	

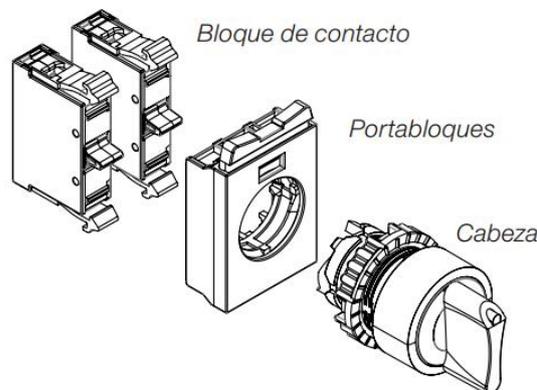


Ilustración 93

13.2. Parada de emergencia

Como dispositivo de seguridad que apaga todas las salidas de potencia del PLC se selecciona el pulsador de emergencia de referencia CSW-BESG WH.

Emergencia - ISO 13850 (EN 418) e IEC 60947-5-5 - Diámetro Externo: Ø42 mm

Foto ilustrativa	Descripción	Señalización	Color		Referencia	Código	Peso (kg)
	Jala para soltar	-		Rojo	CSW-BESG WH	12882459	0,049
	Gira para soltar	-		Rojo	CSW-BESG WH	12882447	

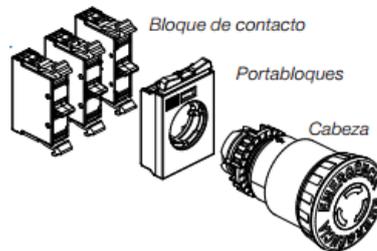


Ilustración 94

13.3. Luces indicadoras

Las luces indicadoras son cinco, una de encendido y cuatro de alarmas, como se indica en 1.5. La que indica encendido es de color verde y la referencia de la lámpara es CSW-SD2 WH. Las de alarma son rojas y la referencia es CSW-SD1 WH.

Foto ilustrativa	Color		Referencia	Código	Peso (kg)
		Blanco	CSW-SD0 WH	12882465	0,016
		Rojo	CSW-SD1 WH	12882466	
		Verde	CSW-SD2 WH	12882467	
		Amarillo	CSW-SD3 WH	12882478	
		Azul	CSW-SD4 WH	12882479	
		Naranja	CSW-SD6 WH ⁹⁾	12882480	

Ilustración 95

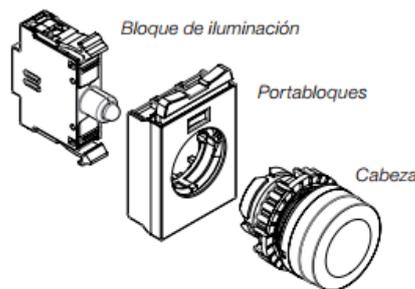


Ilustración 96

13.4. Accesorios

Los portabloques, que conectan los bloques de contacto con las cabezas, se utilizan en todos los elementos de señalización y mando. Por lo tanto se necesitan siete de los mismos.

Portabloques¹⁾

Foto ilustrativa	Descripción	Embalaje estándar	Referencia	Codigo
 0,010 kg	Portabloques para conexión de hasta de 3 bloques en la cabeza. Permite el montaje de más bloques por el sistema <i>front-back</i>	1 pieza	AF3F	12670264
		10 piezas	AF3FX10 ²⁾	12918902

Ilustración 97

Se seleccionan dos bloques de contacto NA tanto para el selector de dos posiciones como para el pulsador de emergencia, con referencia BC10F-CSW.

Bloques de Contacto Simples¹⁾

Foto ilustrativa	Contactos	Diagrama	Embalaje estándar	Portabloques compatible	Referencia	Codigo
 0,015 kg	1NA		1 pieza	AF3F AF5F	BC10F-CSW	12891184
			10 piezas		BC10F-CSWX10 ²⁾	12174912
	1NC		1 pieza		BC01F-CSW	12891186
			10 piezas		BC01F-CSWX10 ²⁾	12174913
	1NAa (adelantado)		1 pieza		BCA10F-CSW	13261897
	1NCr (retrasado)		1 pieza		BCR01F-CSW	13262008

Ilustración 98

Finalmente se deben agregar 5 bloques de iluminación con LEDS a 24 Vca, uno verde, de referencia CSW-BIDLF-2E26 y cuatro rojos, referencia CSW-BIDLF-1E26

Bloques de Iluminación con LEDs¹⁾²⁾

Foto ilustrativa	Codigos de tensión	Color	Diagrama	Embalaje estándar	Portabloques compatible	Referencia	Codigo
	12 V ca/cc	 Incoloro		1 pieza	AF3F AF5F	CSW-BIDLF-0E25	12640012
		 Rojo				CSW-BIDLF-1E25	12640013
		 Verde				CSW-BIDLF-2E25	12640014
		 Amarillo				CSW-BIDLF-3E25	12640015
		 Azul				CSW-BIDLF-4E25	12640016
	24 V ca/cc	 Incoloro				CSW-BIDLF-0E26	12640017
		 Rojo				CSW-BIDLF-1E26	12640038
		 Verde				CSW-BIDLF-2E26	12640039
		 Amarillo				CSW-BIDLF-3E26	12640040
		 Azul				CSW-BIDLF-4E26	12640041
	48 V ca/cc	 Incoloro				CSW-BIDLF-0E27	12640042
		 Rojo				CSW-BIDLF-1E27	12640043
		 Verde				CSW-BIDLF-2E27	12640044
		 Amarillo				CSW-BIDLF-3E27	12640046
		 Azul				CSW-BIDLF-4E27	12640047
	110-130 V ca	 Incoloro				CSW-BIDLF-0D61	12640048
		 Rojo				CSW-BIDLF-1D61	12640049
		 Verde				CSW-BIDLF-2D61	12640050
		 Amarillo				CSW-BIDLF-3D61	12640051
		 Azul				CSW-BIDLF-4D61	12640052
	220-240 V ca	 Incoloro				CSW-BIDLF-0D66	12640053
		 Rojo				CSW-BIDLF-1D66	12640054
		 Verde				CSW-BIDLF-2D66	12640055
		 Amarillo				CSW-BIDLF-3D66	12640056
 Azul		CSW-BIDLF-4D66	12640057				
125 V cc	 Incoloro	CSW-BIDLF-0C13	12640058				
	 Rojo	CSW-BIDLF-1C13	12640059				
	 Verde	CSW-BIDLF-2C13	12640060				
	 Amarillo	CSW-BIDLF-3C13	12640061				
	 Azul	CSW-BIDLF-4C13	12640062				

Ilustración 99

13.5. Parada de emergencia por cable

En consecuencia a la distancia a recorrer por el operario que está alimentando la máquina para llegar hasta el pulsador de parada de emergencia ubicado en el tablero de control, se agrega una parada de emergencia por cable. La misma es modelo ER5018 de marca Omron. Las especificaciones detalladas se encuentran en el anexo de automatización.



Ilustración 100

La misma se ubica en el frente de la máquina, con el cable abarcando toda la extensión de la misma para facilitar su acceso en caso de emergencia.

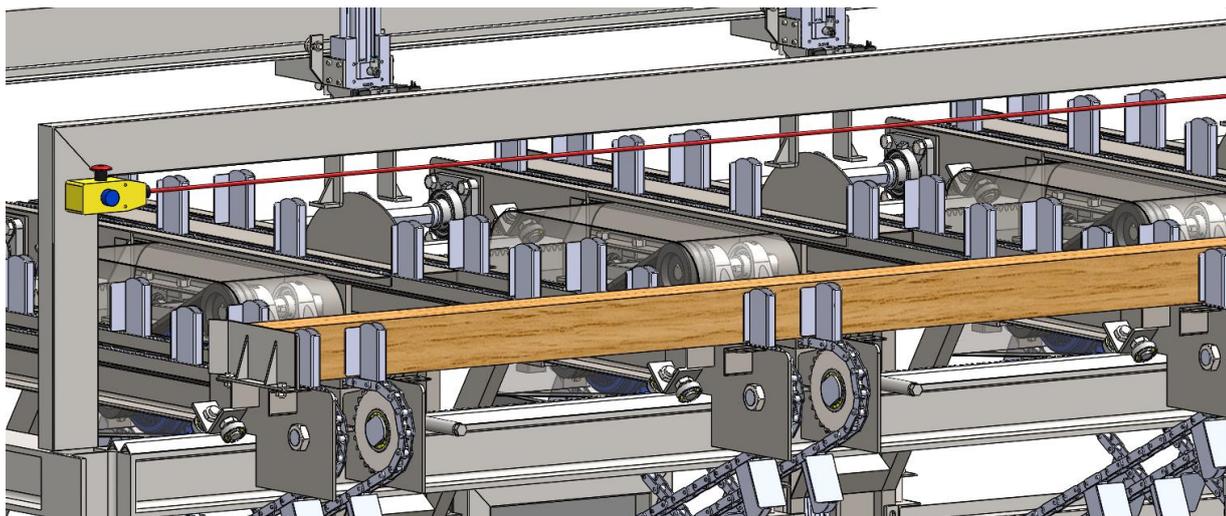


Ilustración 101. Disposición de parada de emergencia por cable en zona de alimentación

14. Condiciones de instalación de autómatas programables

En este apartado se especifica las condiciones de la instalación del PLC, y de los componentes accesorios para la automatización, específicamente referidas al ruido electromagnético. Se entiende como tal cualquier tipo de perturbación eléctrica que puede alterar el funcionamiento correcto del autómata introduciendo señales extrañas en sus circuitos internos (Balcells, 2000).

14.1. Compatibilidad electromagnética

El buen funcionamiento de un sistema de control eléctrico, donde se combinan dispositivos de potencia que producen perturbaciones y elementos o circuitos de pequeña señal, sensibles a dichas perturbaciones, está basado en el cumplimiento de ciertas reglas de diseño e instalación que permitan hacer compatibles los niveles de señal de unos con los de perturbación de otros (Balcells, 2000).

El estudio de la generación, propagación e influencia y las medidas de protección se entiende como compatibilidad electromagnética (EMC). Cuando las perturbaciones afectan el funcionamiento de un determinado dispositivo, se producen interferencias electromagnéticas (EMI).

El origen de las interferencias en los equipos industriales suele ser la proximidad de ciertos instrumentos eléctricos como relés, contactores, equipos de tiristores, conmutadores rápidos, etc. Dichos dispositivos producen perturbaciones en la red y generan en sus proximidades campos eléctricos y magnéticos fuertes que se acoplan a los sistemas electrónicos, induciendo en ellos señales parásitas que perturban su buen funcionamiento o pueden llegar incluso a destruir ciertos componentes de los mismos (Balcells, 2000).

Las formas de propagación se pueden dividir en:

- Conducción. Propagación a través de conductores, ya sean de la red de alimentación, de las entradas y salidas del sistema o de cables de comunicación. En especial deben controlarse los conductores de alimentación y el conductor de retorno o común de señales de entrada.
- Acoplamiento capacitivo o inductivo (campos próximos). El medio de propagación son los campos eléctrico y magnético generados por conductores de potencia próximos a conductores de señal.

- Radiación (campos lejanos). El medio de propagación son campos electromagnéticos provocados por conductores alejados o por transmisores de radiofrecuencia (antenas de radio, TV, radar, o sistemas que funcionen por radiocontrol).

Cabe aclarar que la diferencia entre acoplamiento y radiación se encuentra en la distancia entre fuente y receptor. Se habla de radiación cuando: distancia de propagación > longitud de onda/4 y de acoplamiento cuando es menor.

FUENTES DE PERTUBACIONES	MEDIOS DE PROPAGACIÓN	RECEPTORES O VÍCTIMAS
A) NATURALES: Descargas atmosféricas Ruido cósmico Descargas electrostáticas ESD	A) RADIACIÓN: Antena-antena Radiación de chasis y cables	A) COMUNICACIONES Radio, TV y telecomunicaciones Teléfonos Radares
B) PROVOCADAS: Transmisores y receptores de RF Equipos industriales Motores Interruptores Elementos de arco Equipos domésticos Vehículos	B ACOPLAMIENTO Inductivo Capacitivo	B) INDUSTRIALES Autómatas Controladores Instrumentación Sensores Equipos de telecontrol
	C) CONDUCCIÓN Red de alimentación Fuente de alimentación Cableado de señal Conductor común	

Ilustración 102. Elementos de estudio de compatibilidad electromagnética (Balcells, 2000).

Acoplamiento

El mecanismo de acoplamiento entre conductores suele ser la principal vía de captación de interferencias en la mayor parte de equipos industriales. La señal acoplada en los cables depende de la longitud, la separación entre cables y la separación respecto a masa. Las relaciones involucradas se resumen a continuación:

- El nivel de perturbación transmitido por acoplamiento capacitivo es directamente proporcional a la longitud del conductor y a su diámetro e inversamente proporcional a la separación entre conductores.
- El nivel de perturbación transmitido por acoplamiento inductivo es directamente proporcional a la sección de la espira formada por los conductores fuente y receptor e inversamente proporcional a la separación entre espiras.
- Para ambos tipos de acoplamiento la ganancia aumenta con la frecuencia a razón de 20 dB/década en tanto no se alcancen longitudes de onda del mismo orden de magnitud que las dimensiones del circuito, ya que a partir de ahí, ya no se considera acoplamiento sino radiación.
- El acoplamiento es menor cuanto más próximos a un plano de masa se encuentran los cables.

La mejor protección contra este tipo de interferencias consiste en apantallar los cables. Los de potencia, si proceden de algún convertidor potente conviene pasarlos por el interior de tubos metálicos (las tres fases de entrada y salida en un mismo tubo). Los cables de señal se pasan con cable trenzado y apantallado.

Radiación

Este tipo de perturbación es poco habitual que produzca interferencias en equipos de autómatas, a menos que exista algún radiotransmisor cercano. La protección se consigue igual que en el caso de acoplamiento mediante pantallas, pero en muchos casos basta con incluir el equipo dentro de un armario metálico para protegerse de los emisores externos. En caso de que en el interior del armario se incluyan fuentes conmutadas u otros convertidores de elevada frecuencia de conmutación, éstos deben estar incluidos en el interior de una caja metálica, conectada a tierra con un conductor propio. Por esta razón, en la despuntadora múltiple, se instala el variador de frecuencia en un gabinete aparte al de control.

Resumen

Reglas, proporcionadas por (Balcells, 2000), a seguir en la instalación de autómatas, para reducir interferencias electromagnéticas:

- Tanto los circuitos generadores de interferencias como los receptores deben estar acoplados a tierra a través de una baja impedancia a altas frecuencias. Esto se consigue colocándolos en bandejas o conductos metálicos cerrados conectados a tierra.
- Deben apantallarse todos los circuitos de señal y conectar las pantallas a tierra por un solo punto.
- Deben separarse las tierras de los receptores de distinta «clase», tendiendo a una distribución de conductores de tierra en estrella.
- Deben limitarse los dV/dt y dI/dt de los circuitos de potencia y bobinas de relés, mediante supresores adecuados (varistores, RC, diodos, etcétera).
- Debe procurarse que los circuitos que generan interferencias tengan la máxima impedancia de salida a altas frecuencias, mientras que en los presuntos receptores esta impedancia debe minimizarse con el uso de condensadores de desacoplo conectados a la tierra de señal.

Detalles del cableado

El mayor peligro de interferencias y/o posibles perturbaciones destructivas proviene del cableado exterior a los tableros. Las longitudes considerables que suelen tener éstos implican una alta posibilidad de acoplamiento y captación de radiaciones. Los criterios básicos que debe seguir todo sistema de cableado se detalla a continuación.

En la **figura 48** se muestra cómo debe ser el cableado de acuerdo a la función que realiza.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 198 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

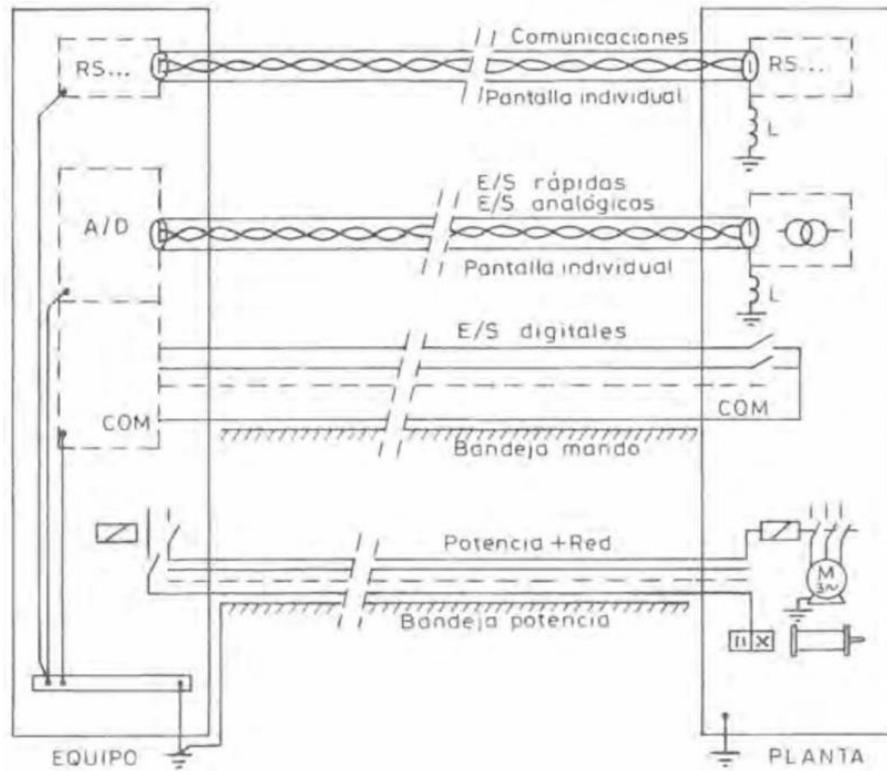


Ilustración 103. (Balcells, 2000)

Área mínima entre conductores de ida y retorno. Cualquier cable debe ir durante todo su recorrido lo más próximo posible al cable o cables de retorno correspondiente. Esta regla es válida tanto para cables de señal como para los de potencia. En caso de señales de continua o mandos monofásicos, esto implica que cada uno vaya trenzado con su correspondiente retorno y, en caso de mandos trifásicos, deben ir juntas las tres fases y el neutro, si se usa.

Si se trata de cables de potencia, el motivo es que la suma de campos creados por las corrientes sea nulo, causando la mínima emisión. En el caso de cables de señal, el motivo es que la superficie de la espira que forman la ida y el retorno S_1 sea mínima y, por tanto, exista la mínima captación de interferencia en modo diferencial (**figura 49**).

La regla anterior es válida también para cada grupo de cables con respecto al conductor de tierra. Es decir los cables deben distribuirse lo más próximos posible al conductor de tierra, en todo su recorrido con objeto de minimizar el área S_2 , o sea, el área mínima en modo común (**figura 49**).

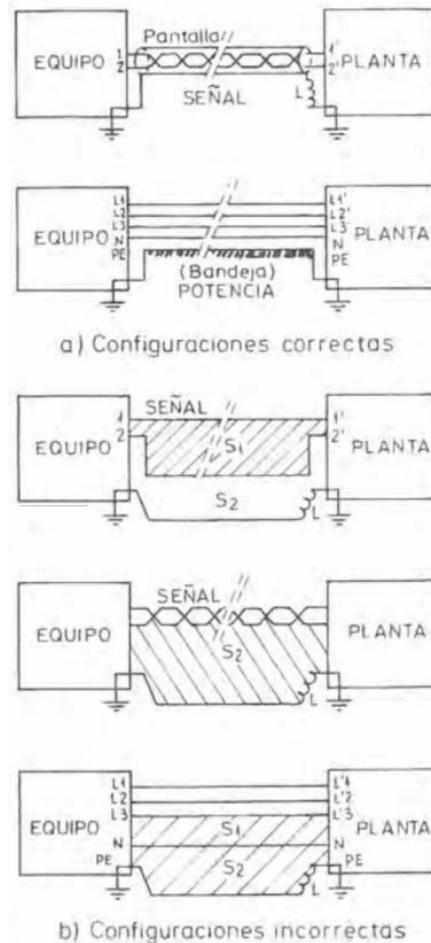


Ilustración 104. (Balcells, 2000)

15. Cables de comando

15.1. Longitudes de conductores de elevadores

Para llegar desde la posición de los motores hasta los sensores de velocidad, se agrega 1 m a la longitud de los conductores de potencia (ver sección 9 Memorias de cálculo eléctrica). Sin embargo como estos cables provienen del tablero de control que se encuentra a una distancia al tablero de fuerza equivalente a 4 m de cable, las longitudes totales de los mismos resultan de añadir 5 m a las distancias ya mencionadas:

- Puentes 1 y 5: 8,6 m.
- Puentes 2 y 4: 8 m.
- Puente 3: 7,4 m.

Por otro lado, para las válvulas direccionales y los cables de los sensores de posición de los cilindros neumáticos elevadores se agrega 1,5 m respecto a las longitudes de los cables de potencia más 4 m hasta el tablero de control:

- Puentes 1 y 5: 9,1 m.
- Puentes 2 y 4: 8,5 m.
- Puente 3: 7,9 m.

15.2. Conductores de control de apretadores

Tanto las mangueras de aire que alimentan los apretadores, como los conductores correspondientes a los sensores y las electroválvulas de los mismos, se tienden a lo largo de la estructura portante por un perfil estructural dispuesto a tal fin. Los cables y las mangueras se tienden desde el tablero de control hasta cinco distribuidores ubicados sobre el perfil mencionado, que se encargan de alimentar los apretadores. Cada distribuidor se conecta con su apretador correspondiente mediante una manguera de aire en espiral (ver sección 1.3.2 Memorias de cálculo neumática) a la que se adiciona, mediante precintos, los cables de la electroválvula y el sensor del cilindro. Por lo tanto, la longitud de los cables desde el distribuidor hasta el cilindro debe ser aproximadamente igual a la de la manguera en espiral estirada, es decir, dos metros.

Las longitudes de los cables necesarias para alcanzar los apretadores partiendo desde el tablero de control, considerando la manguera en espiral, son las siguientes:

- Apretador 1: 4 m
- Apretador 2: 4,6 m
- Apretador 3: 5,4 m
- Apretador 4: 6,2 m
- Apretador 5: 6,8 m

15.3. Conductores de finales de carrera

Las longitudes de los cables para alcanzar los sensores finales de carrera ubicados en los puentes 1 y 5, partiendo desde el tablero de control y pasando por el tablero de fuerza, son las siguientes:

Para los sensores ubicados en la zona de alimentación de ambos puentes, es decir S7 y S9, la distancia hasta la altura del motor de la sierra es de 1,9 m. Si se suma a la mencionada la distancia de 3,6 m desde el motor hasta el tablero de fuerza y de ahí 4 m más hasta el tablero de control, se tiene 9,5 m de cable tanto para el puente 1 como para el 5.

- Puente 1 y 5: 9,5 m

Los cables encargados de enviar las señales a las electroválvulas, a los contactores y al variador de frecuencia son del tipo Instrumax del fabricante Prysmian. Son específicos para la interconexión de instrumentos eléctricos, electrónicos y de monitoreo con tableros de comando, para señales digitales o analógicas.

La presentación de los cables es en pares, ternas, cuadretes, multipares y multitermas. Pueden solicitarse con blindaje general BG y añadir blindaje individual BI para cada par o terna que componga el cable.

Para el caso de la conexión de todos los sensores de velocidad inductivos se utiliza ternas blindadas de sección nominal 20 AWG, es decir 0,52 mm², por las cortas distancias a recorrer (Sección 9 Memorias de cálculo eléctricas). El código del cable con blindaje general para una terna de 20 AWG es I BG 1x3x20. El largo total, para todos los puentes es de 40,6 m, medidos desde el tablero de control. Se agrega 1 m para el sensor de velocidad ubicado en el eje motriz de las cadenas de transporte. A fines prácticos se consideran 42 m necesarios.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 201 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

Terna Blindada					
Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de ternas	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	5,6	47

Ilustración 105

También se utiliza el mismo cable para el comando del variador de frecuencia. Para las electroválvulas de los cilindros elevadores se utilizan pares blindados, código I BG 1x2x20 y longitud total necesaria para llegar desde el tablero de control hasta cada una es, redondeando, de 44 m.

Par Blindado					
Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de pares	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	5,5	38

Ilustración 106

Para los sensores tipo interruptores magnéticos DSL instalados en los cilindros neumáticos elevadores se tienden cuadretes 20 AWG con blindaje general, código I BG 1x4x20. La longitud necesaria, calculada a partir de la sección 9 (Memorias de cálculo eléctricas), es de 44 m para ir desde todos los puentes hasta el tablero de control, pasando por el tablero de fuerza.

Cuadrete Blindado					
Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de cuadretes	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	6,0	56

Ilustración 107

Para los sensores ubicados en los cilindros neumáticos apretadores y para las electroválvulas correspondientes se usan dos pares blindados I BG 1x2x20. La longitud necesaria en este caso es de 27 m tanto para los sensores como para las electroválvulas.

Por otro lado, para el comando de los contactores ubicados en el tablero de fuerza, se utiliza un cable tipo multipar de 3 pares con blindaje general I BG 3x2x16 de 4 m de longitud. De esta manera se utilizan 5 señales y un retorno.

Multipar BG					
Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de pares	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	2	8,3	71
20	0,92	0,30	3	8,5	85
20	0,92	0,30	4	9,4	104
20	0,92	0,30	6	11,4	151
18	1,17	0,38	2	9,6	93
18	1,17	0,38	3	10,6	129
18	1,17	0,38	4	11,7	157
18	1,17	0,38	6	13,5	212
16	1,47	0,38	2	11,2	132
16	1,47	0,38	3	11,7	167
16	1,47	0,38	4	13,0	207

Ilustración 108

Finalmente, los sensores finales de carrera que se instalan en los puentes 1 y 5 se los conecta mediante cables I BG 1x2x20. La longitud de cable necesario para alcanzar los cuatro sensores desde el tablero de control, pasando por el tablero de fuerza resulta en 36 m.

16. Tablero de control

Se selecciona un tablero de 750 mm x 750 mm x 225 mm de marca Genrod, código 09 9213. La bandeja es de 684 m x 690 mm. En el mismo se ubican el PLC, los módulos de expansión, los relés de interface, los bornes, la fuente conmutada de 12 Vcc y el transformador de 24 Vca. Además, en la puerta del tablero se coloca la HMI, el interruptor de ON/OFF, las luces indicadoras de funcionamiento y una parada de emergencia.

En las imágenes 56 y 57 puede observarse el Lay Out de los componentes mencionados.

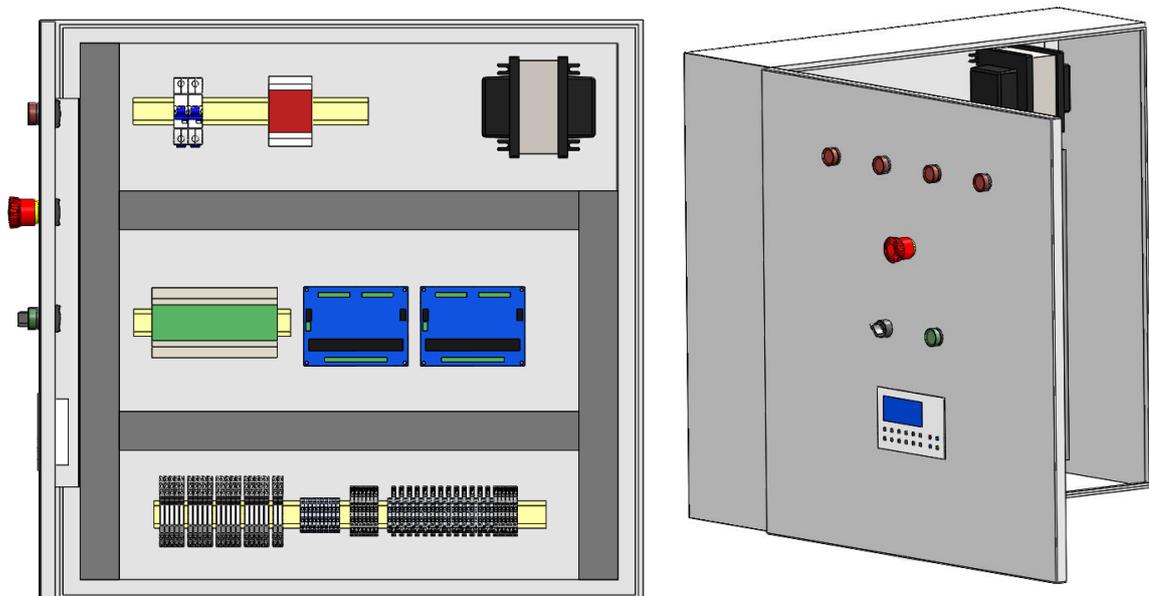


Ilustración 109

El armario debe ir conectado a la tierra de la instalación a través de un conductor de cobre desnudo. Las puertas y distintas partes del armario deben tener una buena conexión a tierra.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 203 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

Condiciones climáticas: el rango de la temperatura de funcionamiento del PLC es de 0 a 50 °C, según (Hoja de datos STX8092 , 2016).

La potencia de disipación natural del gabinete se calcula en función a lo especificado por el fabricante en (Genrod, Guía de gestión térmica). El método se basa en la norma IEC 60890.

Primero se calcula la superficie de disipación equivalente, teniendo en cuenta que todas las caras del gabinete se encuentran libres. La superficie equivalente tiene en cuenta, mediante un factor de uso, el flujo de calor ascendente por convección, lo que resulta en que el piso no disipe nada y el techo sea la superficie que más disipa, para un área dada.

Superficie	Factor de Uso
Techo Libre	A x P x 1.4
Techo Cubierto	A x P x 0.7
Lateral Libre	H x P x 0.9
Lateral Cubierto	H x P x 0.5
Fondo / Puerta Libre	A x H x 0.9
Fondo Cubierto	A x H x 0.5
Piso	0

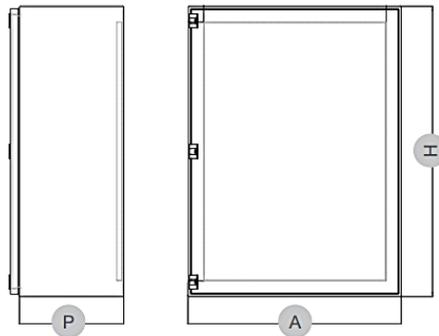


Ilustración 110. (Genrod, Guía de gestión térmica)

Las superficies equivalentes resultan:

$$SE_{Techo} = 0,75m \cdot 0,225m \cdot 1,4 = 0,24m^2$$

$$SE_{Lateral\ izq} = SE_{Lateral\ der} = 0,225m \cdot 0,75m \cdot 0,9 = 0,15m^2$$

$$SE_{Fondo} = SE_{Puerta} = 0,75m \cdot 0,75m \cdot 0,9 = 0,51m^2$$

$$SE_{Total} = 0,24m^2 + 2 \cdot 0,15m^2 + 2 \cdot 0,51m^2 = 1,56m^2$$

La potencia que disipa el gabinete es:

$$Pd = K \cdot SE_{Total} \cdot (ti - ta)$$

La constante K es un coeficiente de intercambio de calor de valor 5,5 según la **figura 56** la máxima temperatura a la que puede operar el PLC es de 50 °C, por lo tanto esa es la temperatura interna utilizada (ti), y la temperatura ambiente (ta) se la toma en 40 °C como máximo.

Metálico	5,50
Poliéster	3,50
Acero Inoxidable	3,70
Aluminio	12,00
Polycarbonato	3,50
ABS	3,50

Ilustración 111

La potencia disipada por convección natural resulta entonces de:

$$Pd = 5,5 \cdot 1,56m^2 \cdot (50^{\circ}C - 40^{\circ}C) = 85,8 W$$

Contabilizando los aportes máximos de los componentes del tablero se tiene:

El interruptor del PLC, 2 polos cargados con menos de 10 A: $3 W \cdot 2 = 6 W$

Disipación de Potencia MDWH (Norma IEC 60898)

Rango de corriente nominal I_n (A)	Máxima potencia activa disipada por polo (W)
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Ilustración 112. Disipación de Interruptores termomagnéticos Weg

Si se considera todos los elementos que son alimentados por la fuente de 12 Vcc, se puede considerar la potencia nominal de la misma como la disipada por todos los instrumentos, es decir 25 W. Del mismo modo la mayoría de las salidas del transformador de 24 Vca se encuentran fuera del tablero, por lo tanto se deben considerar sólo las pérdidas del mismo. Si se toma unas pérdidas del 5 % de la potencia nominal se tienen 15 W adicionales en forma de potencia disipada dentro del tablero. La suma de todas estas potencias da 46 W, bastante menos de la capacidad de disipación del tablero por lo que se puede esperar que la temperatura no supere los 50 °C.

17. Nomenclatura

Pd : Potencia disipada por convección natural en gabinetes

t_i : Temperatura interna de tablero

t_a : Temperatura ambiente

K : Coeficiente de intercambio de calor

Q : Caudal de aire de refrigeración

P_e : Potencia exedente

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. G. Puente y A. De Carli	Aprobó:	Página 205 de 206
------------------------------------	--------------------------------------	---------	-------------------

18. Bibliografía

AEA90364-7-771. (2006). *Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles*. AEA.

Balcells, J. (2000). *Autómatas programables*. Barcelona: Marcombo.

Correas Dunlop . (s.f.). *Correas de transmisión industrial*. Buenos Aires: Dunlop Argentina SA.

Creus, A. (2007). *Neumática e hidráulica*. marcombo ediciones técnicas.

Genrod, Gabinetes estancos. (s.f.).

Genrod, Guía de gestión térmica. (s.f.). *Guía de gestión térmica*.

Hoja de datos STX8092 . (2016).

Micro. (s.f.). *Cilindros*.

Prysmian. (2008). *Cables para baja tensión catálogo general*. Prysmian Cables and Systems.

Weg Bornes BTW . (2015).

Weg CFW100 Manual de usuario. (2013). Weg.

Weg Interruptor seccionador. (2012).

Weg Interruptores . (2013).

Weg Operación y protección de motores. (2015).

TOMO 3

Anexos complementarios

- Mecánica *1*
- Neumática *13*
- Eléctrica *31*
- Automatización *67*

ANEXO

MECÁNICA

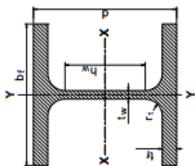
Página en blanco.

Índice

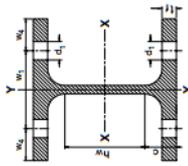
1.	Estructura portante.....	4
2.	Puentes de corte	6
3.	Cadenas	7
4.	Piñones.....	8
5.	Acoples de bloqueo autocentrante.....	9
6.	Chavetas DIN 6885	10
7.	Poleas.....	11

1. Estructura portante

**IPB según
IRAM-IAS
U 500-215-2**



Ag = Área bruta de la sección transversal.
I = Momento de Inercia de la sección.
respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro
S = Módulo resistente elástico de la sección.
Q = Momento estático de media sección.
Z = Módulo plástico de la sección.

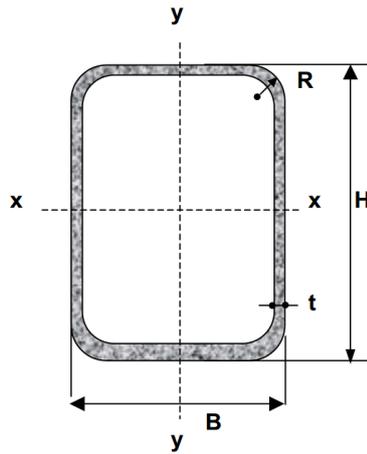


J = Módulo de torsión.
Cw = Módulo de alabeo.
 X_1, X_2 = Factores de pandeo.
 L_p = Longitud lateralmente no arriostrada
límite para desarrollar la capacidad de
plastificación total por flexión.
 L_r = Longitud lateralmente no arriostrada
límite para pandeo lateral torsional
inelástico.

Designación	Dimensiones			Relaciones		Ag cm ²	Peso Kg/m	X - X				Y - Y				Agujeros en el ala			Distancia agujero al borde w ₄ mm	J cm ⁴	Cw cm ⁶	X ₁ MPa	X ₂ (10) ⁻⁵	Acero F-24								
	d mm	bf mm	tf mm	hw mm	tw=1 mm			lx cm ⁴	Sx cm ³	rx cm	Ox cm ³	Zx cm ³	ly cm ⁴	Oy cm ³	1,5.Sy cm ³	Zy cm ³	w _{1,2} mm	w ₃ mm						d ₁ mm	L _p cm	L _r cm	L _y cm	L _x cm	L _y cm	L _x cm		
100	100	100	10	56	6	5,00	9,3	26	20,4	450	86,9	4,16	52,1	104	167	33,5	2,53	25,4	50,3	50,7	55	-	13	22,5	7,24	3375	42134	0,21	130	916	117	823
120	120	120	11	74	6,5	5,45	11,4	34	26,7	864	144	5,04	82,6	165	318	52,9	3,06	40,1	79,4	80,2	65	-	17	27,5	11,5	9410	37978	0,31	157	1000	141	896
140	140	140	12	92	7	5,83	13,1	43	33,7	1510	216	5,93	123	246	550	78,5	3,58	59,5	118	119	75	-	21	32,5	17,5	22480	39010	0,42	184	1082	165	965
160	160	160	13	104	8	6,15	13,0	54,3	42,6	2490	311	6,77	177	354	889	111	4,05	84,3	167	169	85	-	23	37,5	25,7	47940	33170	0,53	208	1163	187	1035
180	180	180	14	122	8,5	6,43	14,4	65,3	51,2	3630	426	7,86	241	482	1360	151	4,56	115	227	230	100	-	25	40	36,0	93750	31434	0,65	235	1248	211	1106
200	200	200	15	134	9	6,67	14,9	78,1	61,3	5700	570	8,54	321	642	2000	200	5,06	152	300	303	110	-	25	45	48,1	171490	29998	0,77	260	1326	234	1171
220	220	220	16	152	9,5	6,88	16,0	91,0	71,5	8090	736	9,43	414	828	2840	258	5,59	196	387	391	120	-	25	50	65,4	295400	28943	0,88	287	1417	258	1247
240	240	240	17	164	10	7,06	16,4	106	83,2	11260	938	10,3	427	1046	3920	327	6,08	247	491	495	90	35	25	40	85,5	486900	28011	1,00	313	1498	281	1313
260	260	260	17,5	177	10	7,43	17,7	118	93	14920	1150	11,2	641	1282	5130	395	6,59	299	593	597	100	40	25	40	100	753700	26125	1,29	339	1527	305	1328
280	280	280	18	196	10,5	7,78	18,7	131	103	19270	1380	12,1	767	1534	6590	471	7,09	356	707	712	110	45	25	40	118	1430000	24898	1,98	365	1593	328	1362
300	300	300	19	208	11	7,89	18,9	149	117	25170	1680	13,0	934	1868	8560	571	7,58	431	857	863	120	50	25	40	149	1689000	24465	1,69	390	1661	351	1430
320	320	300	20,5	225	11,5	7,32	19,6	161	127	30820	1930	13,8	1070	2140	9240	616	7,58	466	924	932	120	50	25	40	186	2069000	24779	1,61	389	1678	350	1447
340	340	300	21,5	243	12	6,98	20,3	171	134	36660	2160	14,6	1200	2400	9690	646	7,53	489	969	978	120	50	25	40	216	2454000	24553	1,70	387	1656	348	1425
360	360	300	22,5	261	12,5	6,67	20,9	181	142	43190	2400	15,4	1340	2680	10140	676	7,48	512	1014	1025	120	50	25	40	248	2883000	24383	1,78	385	1639	346	1407
400	400	300	24	298	13,5	6,25	22,1	198	155	57680	2880	17,1	1620	3240	10820	721	7,39	548	1082	1096	120	50	25	40	305	3817000	23567	2,11	380	1577	342	1343
450	450	300	26	344	14	5,77	24,6	218	171	79890	3550	19,1	1990	3980	11720	781	7,33	595	1172	1190	120	50	25	40	388	5258000	22612	2,52	377	1515	339	1278
500	500	300	28	390	14,5	5,36	26,9	239	187	107200	4290	21,2	2410	4820	12620	842	7,27	642	1263	1283	120	45	28	45	484	7019000	21887	2,93	374	1467	336	1226
550	550	300	29	438	15	5,17	29,2	254	199	136700	4970	23,2	2800	5600	13080	872	7,18	666	1308	1333	120	45	28	45	543	8856000	20629	3,81	369	1390	332	1141
600	600	300	30	486	15,5	5,00	31,4	270	212	171000	5700	25,2	3210	6420	13530	902	7,08	691	1353	1382	120	45	28	45	607	10965000	19605	4,80	364	1328	327	1070
650	650	300	31	534	16	4,84	33,4	286	225	210600	6480	27,1	3660	7320	13980	932	6,99	716	1398	1433	120	45	28	45	676	13630000	18731	5,89	359	1277	323	1010
700	700	300	32	582	17	4,69	34,2	306	241	256900	7340	29,0	4160	8320	14440	963	6,87	743	1445	1486	120	45	28	45	760	16064000	18130	6,97	353	1235	318	960
800	800	300	33	674	17,5	4,55	38,5	334	262	359100	8980	32,8	5110	10220	14900	994	6,68	771	1491	1541	120	45	28	45	850	21840000	16377	10,98	343	1143	309	843
900	900	300	35	770	18,5	4,29	41,6	371	291	494100	10980	36,5	6290	12580	15820	1050	6,53	823	1575	1646	120	45	28	45	1033	29461000	15561	14,13	336	1097	302	784
1000	1000	300	36	868	19	4,17	45,7	400	314	644700	12890	40,1	7430	14860	16280	1090	6,38	852	1635	1704	120	45	28	45	1145	37637000	14494	19,65	328	1047	295	713

Tablas de Perfiles

Tubos de acero
Sección
Rectangular
IRAM-IAS
U 500-218
U 500-2592



- B** = Ancho exterior
- t** = Espesor de pared
- R** = Radio de esquina exterior = **2,00 t**
- p** = Área exterior por metro lineal
- A** = Sección bruta
- g** = Peso por metro lineal
- I** = Momento de Inercia
- S** = Módulo elástico resistente
- r** = Radio de giro
- Z** = Módulo plástico
- J** = Módulo de Torsión
- C** = Constante torsional

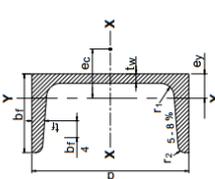
B	H	t	p	Ag	g	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	J	C
[mm]	[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
60	80	2.50	0.271	6.589	5.172	60.088	15.022	3.020	18.024	38.587	12.862	2.420	14.810	73.151	22.221
		3.20	0.269	8.287	6.505	73.776	18.444	2.984	22.382	47.237	15.746	2.388	18.371	90.333	27.792
		4.00	0.266	10.148	7.966	87.857	21.964	2.942	27.007	56.063	18.688	2.350	22.140	108.190	33.801
60	100	3.20	0.309	9.567	7.510	127.199	25.440	3.646	31.308	57.561	19.187	2.453	22.006	125.056	35.062
		4.00	0.306	11.748	9.222	152.470	30.494	3.603	37.955	68.607	22.869	2.417	26.620	150.368	42.761
		4.75	0.304	13.716	10.767	173.952	34.790	3.561	43.772	77.861	25.954	2.383	30.639	171.932	49.580
60	120	3.20	0.349	10.847	8.515	199.743	33.290	4.291	41.514	67.885	22.628	2.502	25.641	161.294	42.333
		4.00	0.346	13.348	10.478	240.557	40.093	4.245	50.502	81.151	27.050	2.466	31.100	194.406	51.721
		4.75	0.344	15.616	12.259	275.702	45.950	4.202	58.438	92.360	30.787	2.432	35.888	222.833	60.078
		6.35	0.338	20.209	15.864	340.998	56.833	4.108	73.816	112.544	37.515	2.360	45.066	275.053	76.447
70	150	3.20	0.429	13.407	10.524	384.488	51.265	5.355	63.921	117.691	33.626	2.963	37.637	286.965	62.633
		4.00	0.426	16.548	12.990	466.337	62.178	5.309	78.163	141.762	40.503	2.927	45.894	348.142	76.841
		4.75	0.424	19.416	15.242	538.129	71.751	5.265	90.898	162.526	46.436	2.893	53.231	401.662	89.623
		6.35	0.418	25.289	19.852	675.818	90.109	5.170	116.105	201.285	57.510	2.821	67.612	503.478	115.131
80	100	4.00	0.346	13.348	10.478	189.334	37.867	3.766	45.635	134.065	33.516	3.169	39.167	245.495	58.121
		4.75	0.344	15.616	12.259	217.046	43.409	3.728	52.821	153.399	38.350	3.134	45.304	282.777	67.678
		6.35	0.338	20.209	15.864	268.669	53.734	3.646	66.772	189.131	47.283	3.059	57.189	353.023	86.607
80	120	4.00	0.386	14.948	11.734	294.381	49.064	4.438	59.782	157.169	39.292	3.243	45.247	321.574	70.281
		4.75	0.384	17.516	13.750	338.794	56.466	4.398	69.386	180.296	45.074	3.208	52.453	371.319	81.975
		6.35	0.378	22.749	17.858	423.017	70.503	4.312	88.249	223.575	55.894	3.135	66.543	466.260	105.314
80	140	4.00	0.426	16.548	12.990	429.304	61.329	5.093	75.529	180.273	45.068	3.301	51.327	400.735	82.441
		4.75	0.424	19.416	15.242	495.546	70.792	5.052	87.852	207.193	51.798	3.267	59.602	463.480	96.273
		6.35	0.418	25.289	19.852	622.809	88.973	4.963	112.266	258.020	64.505	3.194	75.896	584.233	124.021

2. Puentes de corte

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag	Peso	X - X				Y - Y				Distancias agujero en el ala		Espesor		J	Cw	X _t	X _t (10 ⁻³)	Acero F24											
	h	bf	tf	hw	tw	t _s	bf	tw			lx	Sx	rx	Ox	Zx	Iy	Sy	ry	Oy	I _{1,5} Sy	Zy	ey					ec	w ₁	d	w ₂	t ₁	t ₂	Carga Alma	L _r	L _p	L _r	L _p	
30x15	30	15	4.5	12	4	2	3.33	3.00	2.21	1.74	2.53	1.69	1.07	-	-	0.38	0.39	0.42	-	-	0.52	0.74	10	6.4	5	3.90	5.10	0.14	-	-	-	-	-	-	-			
30	30	33	7	1	5	3.5	4.71	0.20	5.44	4.27	6.39	4.26	1.08	-	-	5.33	2.68	0.99	-	-	1.31	2.22	18	8.4	15	5.68	8.32	0.82	-	-	-	-	-	-	-			
40x20	40	20	5.5	18	5	2.5	3.64	3.60	3.66	2.87	7.58	3.79	1.44	-	-	1.14	0.86	0.56	-	-	0.67	1.01	11	6.4	9	4.70	6.30	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-		
40	40	35	7	11	5	3.5	5.00	2.20	6.21	4.87	14.1	7.05	1.50	-	-	6.68	3.08	1.04	-	-	1.33	2.32	18	11	17	5.60	8.40	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-		
50x25	50	25	6	25	5	3	4.17	5.00	4.92	3.86	16.8	6.73	1.85	-	-	2.49	1.48	0.71	-	-	0.81	1.34	16	8.4	9	5.00	7.00	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	50	38	7	20	5	3.5	5.43	4.00	7.12	5.59	26.4	10.6	1.92	-	-	3.12	3.75	1.13	-	-	1.37	2.47	20	11	18	5.48	8.52	1.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	60	30	6	35	6	3	5.00	5.83	6.46	5.07	31.6	10.5	2.21	-	-	4.51	2.16	0.84	-	-	0.91	1.50	18	8.4	12	4.80	7.20	0.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
65	65	42	7.5	33	5.5	4	5.60	6.00	9.03	7.09	57.5	17.7	2.52	-	-	14.1	5.07	1.25	-	-	1.42	2.60	25	11	17	5.82	9.18	1.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
80	80	45	8	46	6	4	5.63	7.67	11.00	8.64	106	26.5	3.10	15.9	31.8	19.4	6.36	1.33	6.35	9.54	12.08	1.45	2.67	25	13	20	6.20	9.80	2.00	196.54	48818	0.12	68	555	62	501	-	-
100	100	50	8.5	64	6	4.5	5.88	10.7	13.50	10.60	206	41.2	3.91	24.5	49.0	29.3	8.49	1.47	8.59	12.7	16.21	1.55	2.93	30	13	20	6.50	10.50	2.64	481.65	40033	0.27	76	506	68	454	-	-
120	120	55	9	82	7	4.5	6.11	11.7	17.00	13.40	364	60.7	4.62	36.3	72.6	43.2	11.1	1.59	11.61	16.7	21.27	1.60	3.03	30	17	25	6.80	11.20	3.84	1039.2	36738	0.40	82	504	74	450	-	-
140	140	60	10	98	7	5	6.00	14.0	20.40	16.00	605	86.4	5.45	51.4	103	62.7	14.8	1.75	15.36	22.2	28.32	1.75	3.37	35	17	25	7.60	12.40	5.37	2073.5	33445	0.57	90	508	81	451	-	-
160	160	65	10.5	115	7.5	5.5	6.19	15.3	24.00	18.80	925	116	6.21	68.8	138	85.3	18.3	1.89	19.37	27.5	35.20	1.84	3.56	35	21	30	7.90	13.10	6.97	3750.3	30779	0.82	97	509	87	449	-	-
180	180	70	11	133	8	5.5	6.36	16.6	28.00	22.00	1350	150	6.95	89.6	179	114	22.4	2.02	24.04	33.6	43.14	1.92	3.75	40	21	30	8.20	13.80	8.91	6383.5	29063	1.07	104	517	93	453	-	-
200	200	75	11.5	151	8.5	6	6.52	17.8	32.20	25.30	1910	191	7.70	114	228	148	27	2.14	29.41	40.5	51.89	2.01	3.94	40	23	35	8.50	14.30	11.23	10429	27479	1.37	110	522	99	453	-	-

UPN según IRAM-IAS U 500-509-2

Para U<300 pend.=8%
Para U>300 pend.=5%



Ag = Área bruta de la sección transversal.
I = Momento de inercia de la sección respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro.
S = Módulo resistente elástico de la sección.
Q = Momento estático de media sección.
Z = Módulo plástico de la sección.
ey = X = Distancia al Centro Gravedad.
ec = Distancia al centro de corte.

J = Módulo de torsión.
Cw = Módulo de pandeo.
X_t, X₂ = Factores de pandeo.
L_r = Longitud lateralmente no arriostrada límite para desarrollar la capacidad de plastificación total por flexión.
L_r = Longitud lateralmente no arriostrada límite para pandeo lateral torsional inelástico.

3. Cadenas

GOMAFILTROS <http://www.gomafiltros.com>

+ Disponemos tambien de cadenas en Acero Inoxidable

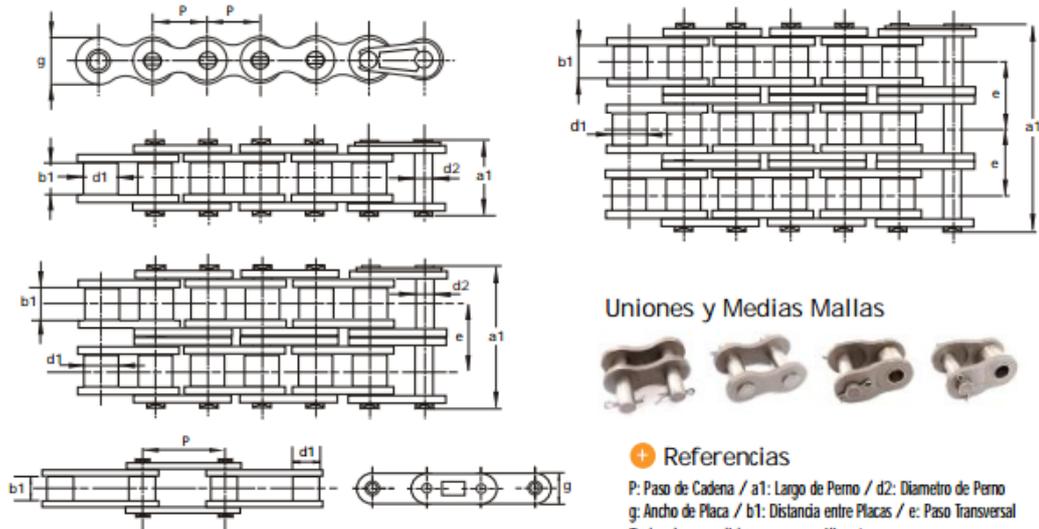
Modelo ANSI	Paso de Cadena p mm	Distancia entre Placas b1 mm	Diametro Rodillo d1 mm	Diametro Perno d2 mm	Altura de Placa g1 mm	Ancho Total de Cadena B mm	C mm	Espacio Interno b2 mm	Seccion de Trabajo A cm2	Carga de Rotura min/N	Peso Aprox. Kg/m
-------------	---------------------	------------------------------	------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------------	------	-----------------------	--------------------------	-----------------------	------------------

Cadenas a Rodillos de Doble Paso

C 2040	25.4	7.95	7.92	3.96	11.75	9.1	8.1	11.17	0.44	14100	0.5
C 2042	25.4	7.95	15.87	3.96	11.75	9.1	8.1	11.17	0.44	14100	0.84
C 2050	31.75	9.53	10.16	5.08	15.05	11.5	10	13.84	0.7	22200	0.78
C 2052	31.75	9.53	19.05	5.08	15.05	11.5	10	13.84	0.7	22200	1.27
C 2060	38.1	12.7	11.91	5.94	17.53	13.9	12.5	17.75	1.06	31800	1.12
C 2062	38.1	12.57	22.23	5.94	18.04	17.67	22.78	26.9	1.03	31800	1.92
C 2080	50.8	15.75	15.88	7.92	24.13	22.53	29.29	33.5	1.76	56700	2.11
C 2082	50.8	15.75	28.58	7.92	24.13	22.53	29.29	33.5	1.76	56700	3.29

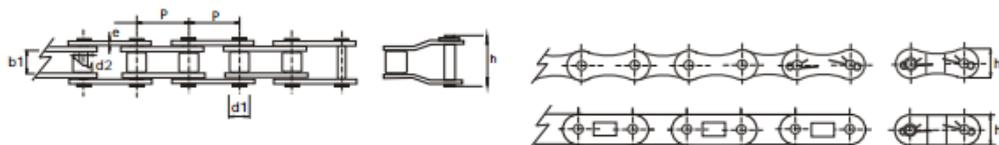
Cadenas a Rodillos de Doble Paso Reforzadas

C 2060H	38.1	12.7	11.91	5.94	17.53	15.6	14	19.43	1.16	31800	1.44
C 2062H	38.1	12.7	22.22	5.94	17.53	15.6	14	19.43	1.16	31800	2.07
C 2080H	50.8	15.88	15.87	7.92	23.24	21.5	17.7	24.28	1.92	56700	2.54
C 2082H	50.8	15.88	28.57	7.92	23.24	21.5	17.7	24.28	1.92	56700	3.58
C 2100H	63.5	19.05	19.05	9.52	30.24	24.9	21.1	20.1	1.91	89000	3.56
C 2102H	63.5	19.05	39.67	9.52	30.24	24.9	21.1	20.1	1.91	89000	3.56
C 2120H	76.2	25.4	22.22	11.1	35.93	30.1	26.7	37.18	4.12	130000	5.38
C 2122H	76.2	25.4	44.45	11.1	35.93	30.1	26.7	37.18	4.12	130000	7.01



Cadenas Serie A y CA a Rodillos

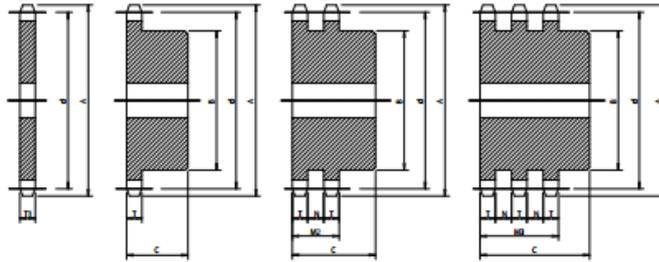
Modelo	Paso de Cadena P	Distancia entre Placas b1	Diametro Rodillo d1	Diametro Perno d2	Altura de Placa h	Ancho Total de Cadena b2	Espesor de Placas e mm	Carga de Rotura kg	Peso Aprox. Kg/ml.
A 550	41.4	19.81	16.66	7.13	19.30	38	2.67	89000	1.44
CA 550	41.4	19.81	16.66	7.13	19.30	38	2.67	130000	5.38
CA 555	41.4	12.70	16.66	7.13	19.30	32	3.00	130000	7.01



4. Piñones

ANGEL LARREINA S.A.
elementos de transmision

Discos, Piñones y Ruedas de Acero para Transmisiones de Cadenas
Sprockets and Plate Wheels for Roller Chain



Z	Paso - Pitch 3/4" ASA 60 19,05 mm BS 12		ØRodillo - Roller 11,913 mm ØRodillo - Roller 12,07 mm			Largo Total(C) Total Length(C)		
	Diámetro Primitivo(d) Pitch Circle Diameter(d)	Diámetro Exterior(A) Top Diameter(A)	Diámetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			S	D	T
			S	D	T			
9	55.70	63.77	37	37	37	35	56	70
10	61.65	70.06	42	42	42	35	56	70
11	67.62	76.31	46	47	47	35	56	70
12	73.60	82.53	52	53	53	35	56	70
13	79.60	88.72	58	59	59	35	56	70
14	85.61	94.89	64	65	65	35	56	70
15	91.63	101.05	70	71	71	35	56	70
16	97.65	107.20	75	77	77	35	56	70
17	103.67	113.34	80	83	83	35	56	70
18	109.70	119.47	80	89	89	35	56	70
19	115.74	125.59	80	95	95	35	56	70
20	121.78	131.71	80	100	100	35	56	70
21	127.82	137.82	90	100	100	40	56	70
22	133.86	143.93	90	100	100	40	56	70
23	139.90	150.03	90	110	110	40	56	70
24	145.95	156.13	90	110	110	40	56	70
25	151.99	162.23	95	120	120	40	56	70
26	158.04	168.32	95	120	120	40	56	70
27	164.09	174.41	95	120	120	40	56	70
28	170.14	180.50	95	120	120	40	56	70
29	176.19	186.59	95	120	120	40	56	70
30	182.25	192.68	95	120	120	40	56	70
35	212.52	223.09	90	100	120	40	63	80
38	230.69	241.33	100	110	120	40	63	80
40	242.80	253.48	100	110	120	40	63	80
45	273.09	283.86	100	110	120	56	63	80
50	303.39	314.22	100	120	140	56	63	80
57	345.81	356.72	100	120	140	56	63	80
60	363.99	374.93	100	120	140	56	63	80
76	460.98	472.02	100	130	150	56	63	80
95	576.17	587.28	100	130	160	65	70	90
114	691.36	702.53	100	130	160	65	70	90

- Macizo
Solid
- Cubo soldado
Welded Hub
- Pieza soldada
Welded Piece

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI)
Measurement for American type (ASA - ANSI)

PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
ASA60 (3/4)	11.3	11.5	34.1	56.9	11.7

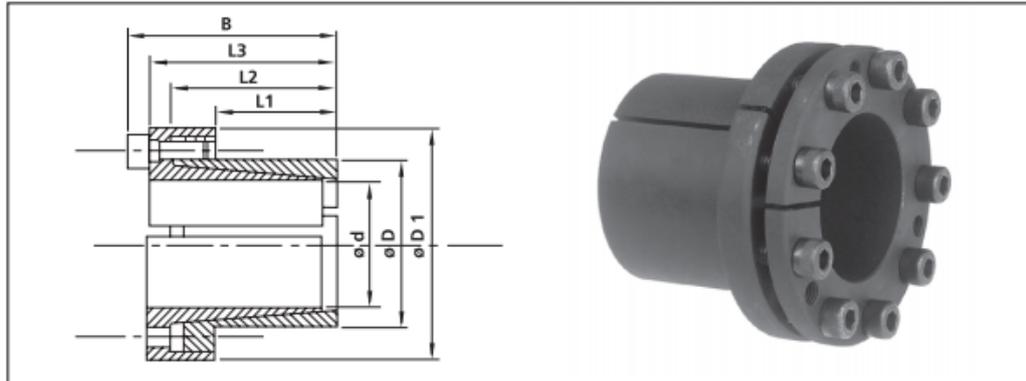
Dimensiones para tipo Europeo - (BS - ISO)
Measurement for European type (BS - ISO)

PASO	T	N	M2	M3	T1
12 - 3/4	10.9	8.6	30.4	49.8	10.9

5. Acoples de bloqueo autocentrante



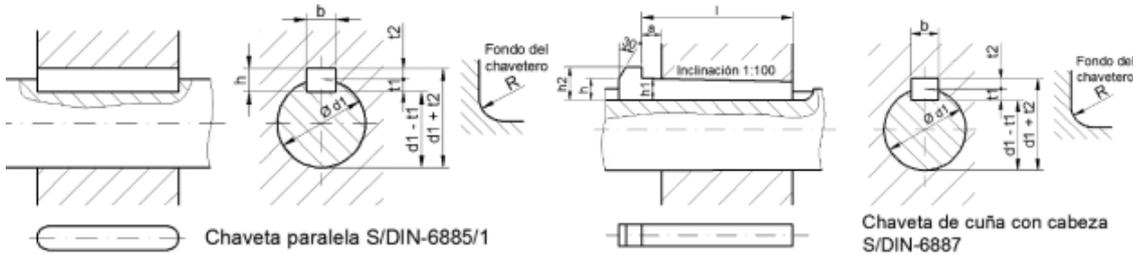
TIPO 110 autocentrante



dxD	L1	L2	L3	B	D1	Momento torsor Mt	Fuerza Axial F ass.	Presión Superficial		Tornillos de ajuste DIN 912 12.9	
								Eje pw	Maza pn	Nº x tipo	Cupla de Ajuste Ms
mm	mm	mm	mm	mm	mm	Nm	KN	N/mm ²	N/mm ²	Nº x tipo	Nm
6 x 14	10	18,5	21	24	25	12	4	185	80	3 x M3	2
7 x 15	12	22	25	29	27	25	7	235	110	3 x M4	5
8 x 15	12	22	25	29	27	29	7	205	110	3 x m4	5
9 x 16	14	23	26	30	28	44	10	205	115	4 x m4	5
10x 16	14	23	26	30	28	49	10	185	115	4 x m4	5
11 x 18	14	23	26	30	32	53	10	170	105	4 x m4	5
12 x 18	14	23	26	30	32	58	10	160	105	4 x m4	5
12 x 23	14	23	26	30	38	63	10	140	80	4 x m4	5
14 x 23	14	23	26	30	38	68	10	130	80	4 x m4	5
15 x 24	16	29	36	42	45	127	17	185	115	3 x m6	17
16 x 24	16	29	36	42	45	136	17	175	115	3 x m6	17
17 x 26	18	31	38	44	47	180	22	190	125	4 x m6	17
18 x 26	18	31	38	44	47	200	22	180	125	4 x m6	17
19 x 27	18	31	38	44	49	210	22	170	120	4 x m6	17
20 x 28	18	31	38	44	50	220	22	160	115	4 x m6	17
22 x 32	25	38	45	51	54	250	22	115	80	4 x m6	17
24 x 34	25	38	45	51	56	270	22	105	75	4 x m6	17
25 x 34	25	38	45	51	56	280	22	100	75	4 x m6	17
28 x 39	25	38	45	51	61	465	33	135	97	6 x m6	17
30 x 41	25	38	45	51	62	510	33	127	90	6 x m6	17
32 x 43	25	38	45	51	65	540	33	120	90	6 x m6	17
35 x 47	32	45	52	58	69	790	45	105	80	8 x m6	17
38 x 50	32	45	52	58	72	860	45	100	75	8 x m6	17
40 X 53	32	45	52	58	75	900	45	95	70	8 X M6	17
42 X 55	32	45	52	58	78	950	45	90	70	8 X M6	17
45 X 59	45	62	70	78	86	1890	84	110	85	8 X M8	41
48 X 62	45	62	70	78	87	2010	84	105	80	8 X M8	41
50 X 65	45	62	70	78	92	2100	84	100	75	8 XM8	41
55 X 71	55	72	80	88	98	2600	94	85	65	9 X M8	41
60 X 77	55	72	80	88	104	2840	94	75	60	9 X M8	41
65 X 84	55	72	80	88	111	3070	94	70	55	9 X M8	41
70 X 90	65	86	96	106	119	5250	150	90	70	9 X M10	83
75 X 95	65	86	96	106	126	5600	150	80	65	9 X M10	83
80 X 100	65	86	96	106	131	8020	200	100	80	12 X M10	83
85 X 106	65	86	96	106	137	8500	200	95	75	12 X M10	83
90 X 112	65	86	96	106	144	9000	200	90	75	12 X M10	83
95 X 120	65	86	96	106	149	11000	230	100	80	14 X M10	83
100 X 125	65	86	96	106	154	15000	300	120	95	18 X M10	83
110 X 140	90	114	128	140	180	16000	290	80	65	12 X M12	145
120 X 155	90	114	128	140	198	17500	290	70	55	12 X M12	145
130 X 165	90	114	128	140	208	25000	384	90	70	16 X M12	145

6. Chavetas DIN 6885

DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS DIN 6885/1 - 6886 y 6887



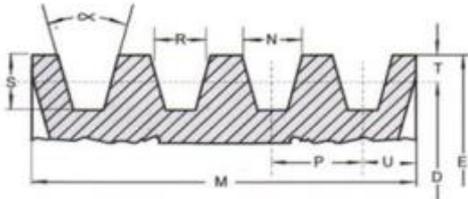
Ø eje d mm desde- hasta	Medida chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas chavetero del eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886, 6887		t ₁ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol.H-7 m/m
		d + t ₂ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	d + t ₂ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
6-8	2x2	d+0,9	+0,1	-	-	1,1	+0,1	6-10	+0,015 0
8-10	3x3	d+1,3		-	-	1,7		10-18	+0,018 0
10-12	4x4	d+1,6		d+1,4	-0,1	2,4		18-30	+0,021 0
12-17	5x5	d+2,1		d+1,9		2,9		30-50	+0,025 0
17-22	6x6	d+2,6		d+2,1		3,5		50-80	+0,030 0
22-30	8x7	d+3,0	d+2,4	4,1	+0,2	80-120	+0,035 0		
30-38	10x8	d+3,4	d+2,8	4,7		120-180	+0,040 0		
38-44	12x8	d+3,2	d+2,8	4,9		180-250	+0,046 0		
44-50	14x9	d+3,6	d+2,9	5,5		250-315	+0,052 0		
50-58	16x10	d+3,9	d+3,2	6,2		315-400	+0,057 0		
58-65	18x11	d+4,3	d+3,5	6,8	+0,3	400-500	+0,063 0		
65-75	20x12	d+4,7	d+3,9	7,4					
75-85	22x14	d+5,6	d+4,8	8,5					
85-95	25x14	d+5,4	d+4,6	8,7					
95-110	28x16	d+6,2	d+5,4	9,9					
110-130	32x18	d+7,1	d+6,1	11,1					
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3					
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3					
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3					
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5	-0,3	19,6			

Zonas de tolerancia en el ancho de los chaveteros	Tipo de ajuste		Chavetero eje	Chavetero rueda
	A presión (forzado) <i>forced</i>		P9	P9
	Ligero		N9	J9
	Deslizante		H8	D10

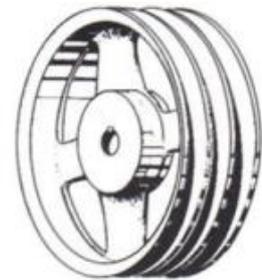
7. Poleas

Características

Una instalación correctamente diseñada con las medidas apropiadas de las correas y poleas en "V" provee el sistema mas económico, libre de dificultades para transmitir potencia, permiten una gran relación de velocidad, distancias cortas entre centros, libres de vibración o ruidos, fácil reemplazo, etc.
Las poleas son construidas en hierro fundido en las secciones A - B - C, siguiendo estrictas normas de fabricación.



$D = E - 2T$
 $E = D + 2T$
 $M = P(n - 1) + 2U$
 $n = \text{número de canales}$



Sección	E	N	P	R	S	T	U	
A	72 a 144	34°	12.54	15.9	10.62	12.45	3.17	9.52
	sobre 144	38°	12.80					
B	126 a 187	34°	16.18	19	13.46	14.73	4.44	12.70
	sobre 187	38°	16.51					
C	187 a 214	34°	22.27	25.4	19.22	19.81	5.80	17.46
	215 a 316	36°	22.32					
D	sobre 316	38°	22.73	36.5	27.33	26.67	7.62	22.22
	316 a 345	34°	31.97					
E	346 a 447	36°	32.28	44.5	32.18	33.02	10.16	28.57
	sobre 447	38°	32.58					
	477 a 630	36°	38.78					
	sobre 630	38°	39.16					

POLEAS DE SECCION "A"

Dimens m.m.	Nº de Canales							
	1		2		3		4	
E	H	C	H	C	H	C	H	C
50	18	35	35	35	50	-	65	-
60	18	35	35	40	50	50	65	-
70	18	40	35	45	50	50	65	55
80	18	45	35	45	50	60	65	60
90	18	45	35	45	50	60	65	65
100	18	45	35	45	50	60	65	70
110	18	45	35	50	50	65	65	70
120	18	45	35	50	50	65	65	70
130	18	50	35	50	50	65	65	70
140	18	50	35	55	50	65	65	70
150	18	50	35	55	50	70	65	75
160	18	50	35	55	50	70	65	75
170	18	55	35	60	50	70	65	75
180	18	55	35	60	50	75	65	80
190	18	55	35	60	50	75	65	75
200	18	55	35	60	50	75	65	85
210	18	70	35	70	50	80	65	-
220	18	70	35	70	50	80	65	85
230	18	70	35	75	50	-	65	-
240	18	70	35	75	50	80	65	90
250	18	70	35	75	50	80	65	95

Dimens m.m.	Nº de Canales							
	1		2		3		4	
E	H	C	H	C	H	C	H	C
260	18	70	35	75	50	80	65	95
270	18	70	35	75	50	-	65	-
280	18	70	35	75	50	80	65	95
290	18	75	35	75	50	-	65	-
300	18	75	35	75	50	80	65	95
310	18	75	35	80	50	80	65	-
320	18	75	35	80	50	85	65	-
330	18	75	35	80	50	-	65	-
340	18	75	35	80	50	85	65	-
350	18	80	35	80	50	85	65	95
360	18	80	35	80	50	85	65	-
380	18	80	35	80	50	90	65	-
400	18	80	35	85	50	90	65	-
420	18	80	35	90	50	-	65	-
450	18	80	35	90	50	103	65	105
480	18	80	35	90	50	-	65	-
500	18	80	35	90	50	90	65	-
550	18	85	35	90	50	90	65	-
600	18	85	35	90	50	-	65	-

* El diámetro primitivo $D = E - 6.35 \text{ mm}$

ANEXO NEUMÁTICA

Página en blanco.

Índice

1.	FRL.....	17
2.	Válvula colizante	18
3.	Válvula de retención.....	19
4.	Válvulas de distribución cilindros elevadores.....	20
5.	Válvulas de distribución cilindros apretadores	22
6.	Reguladoras de caudal	24
7.	Cilindros neumáticos	25
8.	Guía de cilindros apretadores	26
9.	Accesorios para instalación de cilindros	27
10.	Silenciadores de escape	28
11.	Mangueras	29

Página en blanco.

1. FRL

MiCRO	Unidades FR+L	Serie QBM1 G1/4"
-------	---------------	------------------

Tipo..... Unidad FR+L de tratamiento del aire, filtro-regulador más lubricador, con cuerpos metálicos, protecciones de vasos plásticos (metálicos a pedido), desarme a bayoneta y bloqueo de regulador

Posición de trabajo..... Vertical, con los vasos hacia abajo

Temperaturas..... Máx. 60 °C (150 °F)

Poder filtrante..... Standard 40µ (opcional 5µ)

Presión de trabajo..... Standard: 0...10 bar (0...145 psi)
Opcional: 0...2,5 bar (0...36 psi)
Ejecución especial hasta 16 bar: consultar parámetros funcionales

Drenaje condensados..... Manual, opcional semiautomático o automático (ver página 7.6.0.0)

Conexiones..... G 1/4" (directa) G1/8"y G3/8" (mediante bridas)

Capacidad condensados..... 25 cm³ (0,85 oz.)

Capacidad de aceite..... 38 cm³ (1,3 oz.) - El aceite puede reponerse bajo presión presionando la válvula de alivio

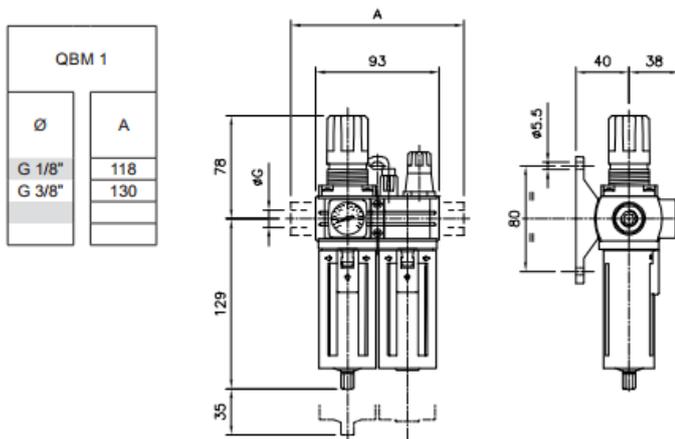
Aceites recomendados... ISO VG 32 - SAE 10

Manómetro..... Incorporado en las unidades

Accesorios y repuestos.. Ver página 7.7.1.1



	Descripción	ØG	Poder filtrante	
			5 µ	40 µ
	Unidad FR+L QBM1 Presión de trabajo: 0...2,5 bar	G 1/4"	0.103.003.232	0.103.003.332
	Unidad FR+L QBM1 Presión de trabajo: 0...10 bar	G 1/4"	0.103.003.432	0.103.003.532



- Soporte trasero de montaje

2. Válvula colizante



Válvulas 3/2 mandos manuales

Válvulas colizantes NG 1/8" a 3/4"

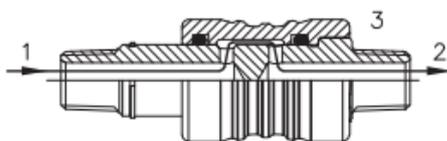
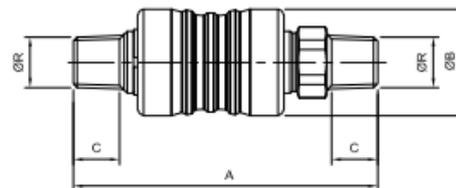
Tipo..... Válvulas colizantes 3/2 de actuación manual, biestables y con descarga a la atmósfera
 Fluido..... Aire comprimido filtrado
 Posición de trabajo..... Indiferente
 Conexiones..... R1/8" R1/4" R3/8" R1/2" R3/4"
 Caudal (l/min a 6 bar)..... 600 1900 2300 4100 7800
 Diámetro nominal 5 mm 8 mm 11 mm 14 mm 18 mm
 Presión de trabajo 0...16 bar (0...232 psi)
 Vacío
 Temperaturas..... -20...80 °C (-4...176 °F)
 Materiales Cuerpo y corredera de aluminio, guarniciones de NBR



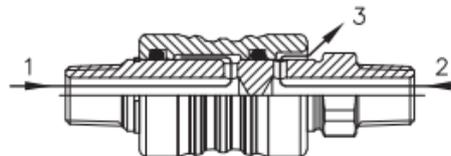
Utilizadas generalmente a continuación de una unidad FRL, para corte de suministro y despresurización del circuito alimentado. Pueden servir también como accionamiento de emergencia.

Ø R	MICRO	Kit de reparación
R 1/8"	0.400.000.911	0.400.010.125
R 1/4"	0.400.000.922	0.400.010.126
R 3/8"	0.400.000.933	0.400.010.127
R 1/2"	0.400.000.944	0.400.010.128
R 3/4"	0.400.000.955	0.400.010.129

A	ØB	C
63	21,5	7
78	27,5	10,5
82,5	34	11
105	40	15
127	49,5	16



Posición abierta: el circuito se encuentra bajo presión.



Posición cerrada: la alimentación se encuentra interrumpida y el circuito está a descarga.

3. Válvula de retención

MiCRO

**Válvulas de no retorno
(retención)**

Series VA e instantánea

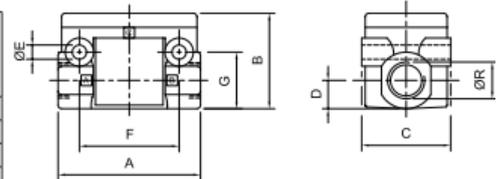
Tipo.....	Válvulas de retención o no retorno series VA (con bocas roscadas) o con conectores instantáneos. Se emplean para impedir el paso del aire en uno de los sentidos de circulación
Posición de trabajo	Indiferente
Fluido.....	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
Temperaturas.....	-20...80 °C (-4...176 °F)
Presión de trabajo	Serie VA: 0,5...10 bar (8...145 psi) Serie instantánea: 1...10 bar (14...145 psi)
Conexiones.....	G1/8", G1/4" y G1/2"
Materiales	Serie VA: cuerpo de zamac, guarniciones de NBR. Serie instantánea: cuerpo de polímero HR



Válvulas de no retorno VA

ØR		Kit de reparación
G 1/8"	0.400.000.611	0.400.010.110
G 1/4"	0.400.000.622	0.400.010.111
G 1/2"	0.400.000.644	0.400.010.112

A	B	C	D	E	F	G
40	28	25	8,5	4,5	28	16
52	36	30	11	5,5	35	22
90	61	56	18,5	8,5	62	37



4. Válvulas de distribución cilindros elevadores

MiCRO	Válvulas direccionales 5/2	Serie SB1 Global Class 1/4"
--------------	-----------------------------------	--------------------------------

Tipo..... Válvulas 5/2 de actuación neumática o eléctrica, con actuador manual mono y biestable

Montaje..... Unitario o en uso múltiple mediante Distribuidor de alimentación o Base manifold

Conexiones..... De trabajo: G1/4" - De pilotaje: M5x0,8

Temperatura ambiente.... -5...50 °C (23...122 °F)

Temperatura del fluido.... -10...60 °C (14...140 °F)

Fluido..... Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases inertes

Presión de trabajo Ver para cada tipo de actuación

Caudal nominal..... 1000 l/min (1.016 Cv)

Frecuencia (a 6 bar) 18 Hz (reacción neumática)
16 Hz (reacción a resorte)

Materiales..... Cuerpo de zamac, distribuidor de aluminio, sellos de NBR



Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.322	0.200.000.176
Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.522	0.200.000.177
Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.722	0.200.000.178
Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.322 / ---	0.200.000.182
Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.522 / ---	0.200.000.183
Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.722 / ---	0.200.000.184

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guilones luego de la barra por los valores de la tabla siguiente, según la tensión seleccionada para el solenoide.

Ejemplo: una válvula 0.220.002.322 / --- con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.220.002.322 / 201

Para más características de los solenoides, ver página 2.6.2.2

Tensión	Código adicional /---
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vcc	/212
12 Vcc	/213

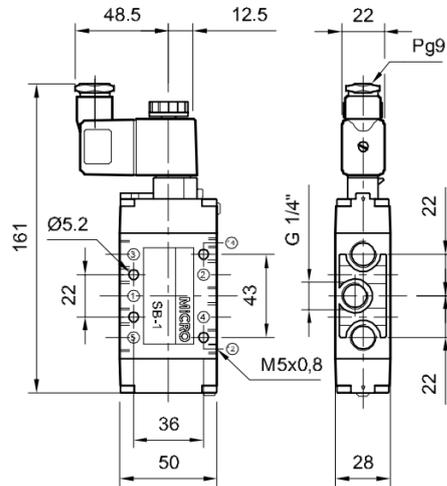


Consultar por solenoides de bajo consumo y para ambientes peligrosos



NUEVO: actuador manual conforme ISO 4414 y EN 983.

Mando electropneumático simple



5. Válvulas de distribución cilindros apretadores

MiCRO

Válvulas direccionales 5/2

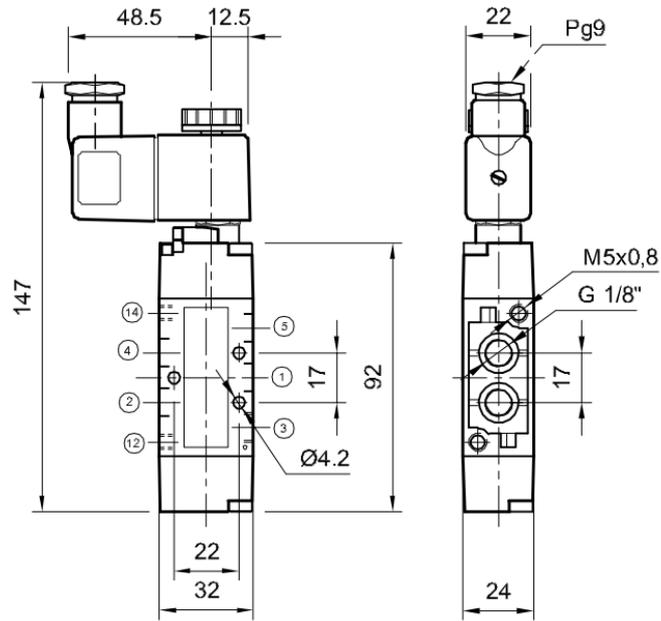
Serie SB0 Global Class
1/8"

Tipo.....	Válvulas 5/2 de actuación neumática o eléctrica, con actuador manual mono y biestable
Montaje.....	Unitario, en uso múltiple mediante Distribuidor de alimentación o Base manifold
Conexiones.....	De trabajo: G 1/8" - De pilotaje: M5x0,8
Temperatura ambiente....	-5...50 °C (23...122 °F)
Temperatura del fluido....	-10...60 °C (14...140 °F)
Fluido.....	Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases inertes
Presión de trabajo	Ver para cada tipo de actuación
Caudal nominal.....	420 l/min (0,42 Cv)
Frecuencia.....	24 Hz (con reacción neumática y 6 bar)
Materiales.....	Cuerpo de zamac, distribuidor de acero inoxidable, sellos de NBR



	Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.311	0.200.000.509
	Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.511	0.200.000.510
	Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.711	0.200.000.511
	Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.311/---	0.200.000.512
	Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.511/---	0.200.000.513
	Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.711/---	0.200.000.514

Mando electroneumático simple



6. Reguladoras de caudal



Reguladores de caudal

Series RVR, RVU e instantánea



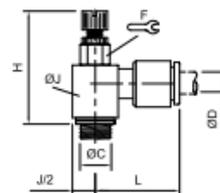
- Tipo..... Reguladores de caudal tipo banjo. Se emplean para controlar la velocidad de desplazamiento de los cilindros neumáticos, restringiendo el paso del aire en un solo sentido de circulación del fluido. Los modelos banjo son aptos para montar directamente sobre los cilindros
- Posición de trabajo..... Indiferente
- Fluido..... Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
- Temperaturas..... -20...80 °C (-4...176 °F)
- Presión de trabajo 0,5...10 bar (8...145 psi)
- Conexiones..... M5, G1/8", G1/4", G3/8" y G1/2"
- Materiales Cuerpo de polímero HR con alta resistencia química y al impacto (RVU de latón, RVR de zamac), tornillo de registro de latón, guarniciones de NBR

Regulador de velocidad tipo banjo de precisión

Modelo con conector instantáneo orientable

Ø C	Tubo	
M 5	4	0.476.600.419
M 5	6	0.476.600.619
M 5 (*)	4	0.476.690.419

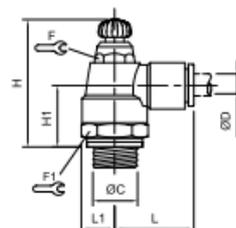
Ø D	F	J	H min	H máx	L
4	6	9	23,5	26	17
6	6	9	23,5	26	18
4	6	9	23,5	26	17



(*) Con regulación en la alimentación

Ø C	Tubo	
G 1/8"	4	0.470.600.410
G 1/8"	6	0.470.600.610
G 1/8"	8	0.470.600.810
G 1/4"	6	0.470.600.613
G 1/4"	8	0.470.600.813
G 1/4"	10	0.470.601.013
G 3/8"	8	0.470.600.817
G 3/8"	10	0.470.601.017
G 1/2"	12	0.470.601.221

Ø D	F	F ₁	H min	H máx	H ₁	L	L ₁
4	10	17,5	38	44	16	22	9
6	10	17,5	38	44	16	22	9
8	14	19	42	48	18	28	10,5
6	10	17,5	37	43	15	22	9
8	14	19	42	48	19	28	10,5
10	17	23	46	54	20	32	12,5
8	14	19	42	48	17	28	11
10	17	23	46	54	20	32	12,5
12	17	24	46	54	20	35	13



7. Cilindros neumáticos

MiCRO	Cilindros ISO 15552 VDMA 24562	Serie CN10
-------	---	------------

Tipo Cilindros neumáticos de simple efecto, doble efecto, con o sin amortiguación, con o sin imán incorporado en el pistón ISO 15552 - VDMA 24562

Normas ISO 15552 - VDMA 24562

Temperatura ambiente .. -20...80 °C (-4...176 °F)

Temperatura del fluido .. Máx. 80 °C (176 °F)

Fluido Aire comprimido filtrado con o sin lubricación

Presión de trabajo 0,5...10 bar (7,3...145 psi)

Ejecuciones especiales. Alta temperatura (consultar), revestimiento anticorrosivo, vástago de acero inox

Interruptor magnético Ver página 1.5.7.2

Materiales Tapas y pistones inyectados en aluminio, vástago de acero SAE 1040 cromado duro, tubo de aluminio perfilado anodizado duro (Ø200 y 250 de aluminio cilíndrico con tensores), sellos de poliuretano (Ø125 a 250 de NBR), guía de pistón de resina acetal (Ø200 y 250 de NBR), guía de vástago de chapa con bronce sinterizado y teflón



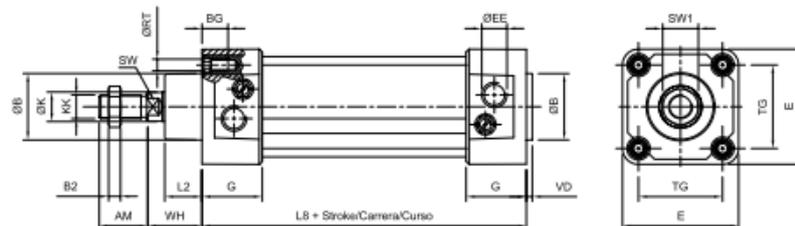
Cilindros de doble efecto

Ø	Sin imán		Con imán		Carreras sin amortiguación		Carreras con doble amortiguación	
	Sin amortiguación	Doble amortiguación	Sin amortiguación	Doble amortiguación				
32	0.047.03-...	0.047.06-...	0.047.23-...	0.047.26-...	25,50	80,100,125,160,200		
40	0.048.03-...	0.048.06-...	0.048.23-...	0.048.26-...	25,50,80	100,125,160,200		
50	0.049.03-...	0.049.06-...	0.049.23-...	0.049.26-...	50,80	100,125,160,200		
63	0.050.03-...	0.050.06-...	0.050.23-...	0.050.26-...	50,80	100,125,160,200		
80	0.051.03-...	0.051.06-...	0.051.23-...	0.051.26-...	50,80	100,125,160,200		
100	0.052.03-...	0.052.06-...	0.052.23-...	0.052.26-...		100,125,160,200		
125	0.033.03-...	0.033.06-...	0.033.23-...	0.033.26-...		100,200		
160	0.034.03-...	0.034.06-...	0.034.23-...	0.034.26-...		100,200		
200		0.035.06-...		0.035.26-...				
250		0.036.06-...		0.036.26-...				

Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de cuatro dígitos. Ej.: un cilindro 0.047.03-... con carrera 50 mm, debe solicitarse 0.047.030.050.

Las carreras standard de la tabla corresponden a la serie preferencial de norma ISO 4393 y se encuentran en stock en las ejecuciones allí mencionadas. No obstante también pueden proveerse cilindros con otras carreras a pedido, hasta un máximo de 2000 mm.

Secciones de tubo utilizadas



Ø	AM	ØB	BG	B ₂	ØEE	E	G	ØK	ØKK	L ₂	L ₃	ØRT	SW	SW ₁	TG	VD	WH
32	22	30	17,5	5	G 1/8"	48	29	12	M 10 x 1,25	18	94	M6 x 1	10	16	32,5	4	26
40	24	35	17,5	6	G 1/4"	55	32,5	16	M 12 x 1,25	20	105	M6 x 1	13	18	38	4	30
50	32	40	17,5	8	G 1/4"	65	33	20	M 16 x 1,5	25	106	M8 x 1,25	16	24	46,5	4	37
63	32	45	17,5	8	G 3/8"	78	40,5	20	M 16 x 1,5	25	121	M8 x 1,25	16	24	56,5	4	37
80	40	45	18,5	10	G 3/8"	96	42	25	M 20 x 1,5	32	128	M10 x 1,5	21	30	72	4	46
100	40	55	18,5	10	G 1/2"	116	45	25	M 20 x 1,5	37	138	M10 x 1,5	21	30	89	4	51
125	54	60	27,5	12	G 1/2"	140	55	32	M 27 x 2	45	160	M12 x 1,75	27	41	110	6	65
160	72	65	34	18	G 3/4"	180	58	40	M 36 x 2	60	180	M16 x 2	36	50	140	6	80
200	72	75	23	18	G 3/4"	220	61	40	M 36 x 2	70	180	M16 x 2	36	55	175	7	95
250	84	90	27	21	G 1"	280	67	50	M 42 x 2	80	200	M20 x 2,5	46	65	220	10	105

8. Guía de cilindros apretadores

MiCRO

**Cilindros ISO 15552
VDMA 24562**

Serie CN10
Guías H tipo JB

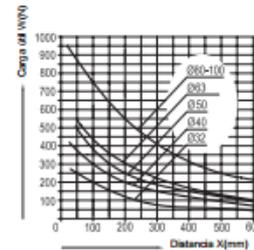
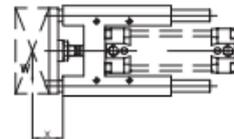
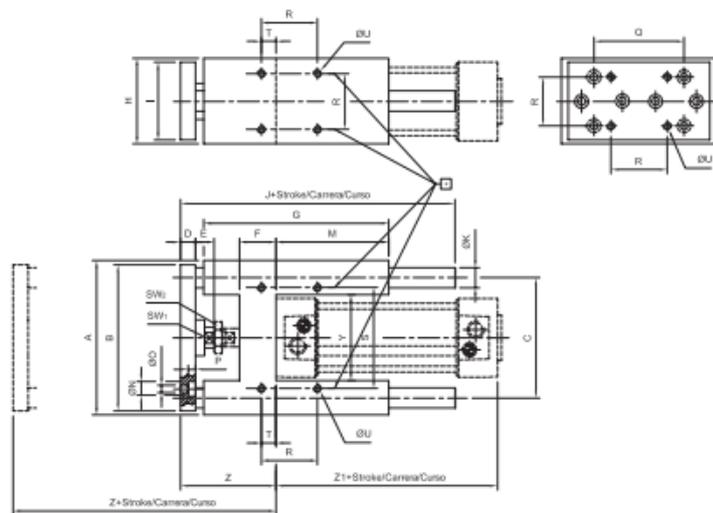
- Tipo..... Dispositivos antigiro para montaje sobre cilindros normalizados VDMA 24562 Soportan cargas y momentos importantes
- Guiado..... Con bujes de material sintético (tipo JB-I) o con rodamientos lineales a bolas recirculantes y con guarniciones limpiavástagos (tipo JB-R)
- Montaje..... Orificios en las cuatro caras compatibles con los montajes de la serie; permiten su combinación obteniendo guiados en más de un eje (tipo manipulador cartesiano)
- Carrera máxima..... 500 mm
- Vinculación al vástago.. Flotante con compensación axial y radial
- Materiales..... Aluminio anodizado, guías de acero cromado (acero templado en la versión JB-R), bujes de material sintético
- IMPORTANTE..... El cilindro debe ser solicitado por su respectivo código



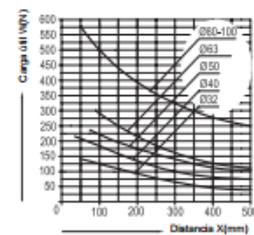
Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera del cilindro a guiar expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de tres dígitos. Ej.: una guía H con bujes sintéticos para un cilindro 0.047.030.050 debe solicitarse 0.047.980.050.

Ø	Con bujes de material sintético tipo JB-I	Con rodamientos de bolas recirculantes tipo JB-R
32	0.047.980---	0.047.990---
40	0.048.980---	0.048.990---
50	0.049.980---	0.049.990---
63	0.050.980---	0.050.990---
80	0.051.980---	0.051.990---
100	0.052.980---	0.052.990---

NOTA: Los códigos expresados en el cuadro, se refieren solamente al conjunto de guías



Guías H tipo JB-I



Guías H tipo JB-R

(*) El usuario puede mecanizar agujeros adicionales en los ejes indicados con fines de fijación

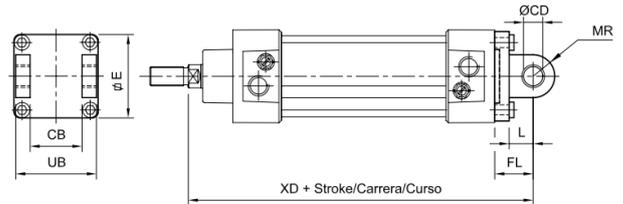
Ø	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	ØK	M	ØN	ØO	P	Q	R	S	SW	SW ₂	T	ØU	Y	Z	Z1
32	97	90	74	12	18	24	125	50	45	155	12	76	11	6,6	6,5	78	32,5	61	15	16	4,3	M 6	50,5	64 +5	94
40	115	110	87	12	25	28	140	58	54	170	16	81	11	6,6	6,5	84	38	69	15	18	11	M 6	58,5	74 +5	105
50	137	130	104	15	25	34	150	70	63	188	20	79	15	9	9	100	46,5	85	19	24	18,8	M 8	70,5	89 +10	108
63	152	145	119	15	25	34	182	85	80	220	20	111	15	9	9	105	56,5	100	19	24	15,3	M 8	85,5	89 +10	121
80	189	180	148	20	30	40	215	105	100	258	25	128	18	11	11	130	72	130	27	30	21	M 10	106	110 +10	128
100	213	200	172	20	30	40	220	130	120	263	25	128	18	11	11	150	89	150	27	30	24,5	M 10	131	115 +10	138

9. Accesorios para instalación de cilindros

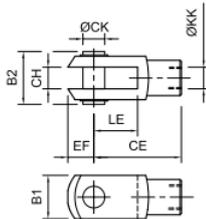
MiCRO	Cilindros ISO 15552 VDMA 24562	Serie CN10 Accesorios
--------------	---	--------------------------

Montaje basculante trasero hembra

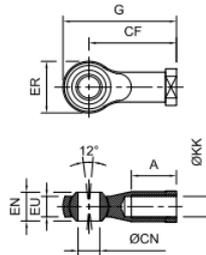
Ø	MiCRO	CB	ØCD	E	FL	L	MR	UB	XD
32	0.027.000.004	26	10	48	22	12	11	44	142
40	0.028.000.004	28	12	55	25	15	13	51	160
50	0.029.000.004	32	12	65	27	15	13	59	170
63	0.030.000.004	40	16	78	32	20	17	69	190
80	0.031.000.004	50	16	96	36	20	17	89	210
100	0.032.000.004	60	20	116	41	25	21	108	230
125	0.033.000.004	70	25	140	50	30	26	128	275
160	0.034.000.004	90	30	178	55	35	33	170	315
200	0.015.000.004	90	30	220	60	35	31	170	335
250	0.016.000.004	110	40	280	70	44	41	200	375



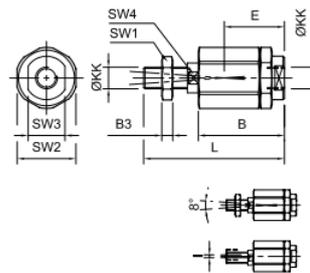
Horquilla para vástago



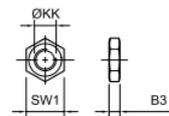
Horquilla con rótula para vástago



Rótula para vástago



Tuerca para vástago



MiCRO	
M10 x 1,25	0.007.000.010
M12 x 1,25	0.008.000.010
M16 x 1,5	0.009.000.010
M20 x 1,5	0.011.000.010
M27 x 2	0.033.000.010
M36 x 2	0.014.000.010
M42 x 2	0.016.000.010

MiCRO	
M10 x 1,25	0.007.000.012
M12 x 1,25	0.008.000.012
M16 x 1,5	0.009.000.012
M20 x 1,5	0.011.000.012
M27 x 2	0.033.000.012
M36 x 2	0.034.000.012

MiCRO	
M10 x 1,25	0.007.000.023
M12 x 1,25	0.008.000.023
M16 x 1,5	0.009.000.023
M20 x 1,5	0.011.000.023
M27 x 2	0.033.000.023
M36 x 2	0.014.000.023

MiCRO	
M10 x 1,25	0.007.000.011
M12 x 1,25	0.008.000.011
M16 x 1,5	0.009.000.011
M20 x 1,5	0.011.000.011
M27 x 2	0.033.000.011
M36 x 2	0.014.000.011
M42 x 2	0.016.000.011

ØKK	A	B	B ₁	B ₂	B ₃	ØCN	CE	CF	CH	ØCK	E	EF	EN	EU	ER	G	I	L	LE	SW ₁	SW ₂	SW ₃	SW ₄
M10 x 1,25	21	46	20	25	5	10	40	43	10	10	31	12	14	10,5	28	57	2	71	20	16	30	19	12
M12 x 1,25	24	46	24	30	6	12	48	50	12	12	32	14	16	12	32	66	2	75	24	18	30	19	12
M16 x 1,5	33	63	32	39	8	16	64	64	16	16	44	19	21	15	42	85	2	103	32	24	41	30	19
M20 x 1,5	40	71	40	48	10	20	80	77	20	20	53	25	25	18	50	102	2	119	40	30	41	30	19
M27 x 2	51	104	55	65	12	30	110	110	30	30	76	38	37	25	70	145	4	170	54	41	-	-	32
M36 x 2	56	122	70	78	18	35	144	125	35	35	93	44	43	-	-	4	205	72	50	-	-	-	32
M42 x 2	-	-	85	-	21	-	168	-	40	40	-	77	-	-	-	-	-	84	65	-	-	-	-

11. Mangueras

MiCRO	Tubos y mangueras	Tubos standard
--------------	--------------------------	----------------

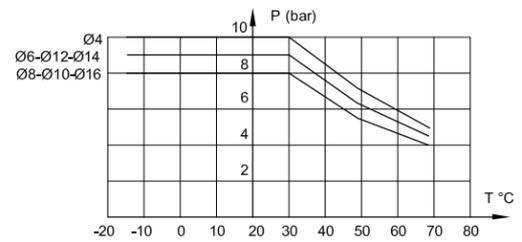
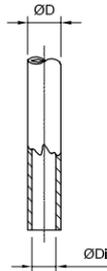
Tubo de poliuretano (PU)

- Recomendados para aplicaciones generales.
- Formulación en base **poliéster**.
- Tolerancias conforme NFE 49101.
- Pequeño radio de curvatura.
- Excelente flexibilidad en frío.
- Buena resistencia a la humedad.
- Resiste la acción de la luz.
- Buena absorción de las vibraciones.
- Buena tolerancia a la compresión.
- Excelente resistencia al desgarre.
- Muy resistente a la abrasión.
- Posible elección de colores para identificar circuitos.
- Unidad de venta: Rollos de 1, 25 y 100m.

ØD (mm)	ØDi (mm)	Azul	Rojo	Verde	Amarillo	Negro
4	2,5	0.000.012.528	0.403.000.110	0.403.000.111	0.403.000.112	0.403.000.113
6	4	0.000.012.529	0.403.000.114	0.403.000.115	0.403.000.116	0.403.000.117
8	5,5	0.000.012.530	0.403.000.118	0.403.000.119	0.403.000.120	0.403.000.121
10	7	0.000.012.531	0.403.000.122	0.403.000.123	0.403.000.124	0.403.000.125
12	8	0.000.012.532	0.403.000.126	0.403.000.127	0.403.000.128	0.403.000.129
14	9,5	0.000.026.226				
16	12	0.900.004.800				

Aplicaciones generales:

- Aire comprimido
- Lubricantes
- Combustibles
- Aceites hidráulicos
- Vacío
- Productos químicos (consultar)



Página en blanco.

ANEXO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Página en blanco.

Índice

Potencia	35
Motores de sierras	35
Variador de frecuencia	39
Protecciones.....	41
Interruptores termomagnéticos.....	41
Interruptor automático general	43
Interruptor automático del PLC	43
Interruptor automático del variador	44
Interruptor diferencial general.....	45
Interruptor seccionador.....	47
Arranque directo de motores de sierra.....	48
Guardamotores.....	50
Contactores	51
Conductores	52
Cable de alimentación de potencia	52
Conductor de puesta a tierra	57
Cables de alimentación de motores	59
Cable de alimentación del motorreductor.....	61
Tableros	63
Sistema de ventilación de tableros	65

Página en blanco.

1. Potencia

1.1.Motores de sierras

	Nr.:
	Fecha: 16-NOV-2016

HOJA DE DATOS

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente :
Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3

Carcasa : 112M
Potencia : 4 kW
Frecuencia : 50 Hz
Polos : 2
Rotación nominal : 2900 rpm
Deslizamiento : 3,33 %
Voltaje nominal : 380/660 V
Corriente nominal : 7,89/4,55 A
Corriente de arranque : 60,8/35,0 A
Ip/In : 7,7
Corriente en vacío : 3,05/1,76 A
Par nominal : 13,2 Nm
Par de arranque : 290 %
Par máxima : 350 %
Categoría : ---
Clase de aislación : F
Elevación de temperatura : 80 K
Tiempo de rotor bloqueado : 22 s (caliente)
Factor de servicio : 1,00
Régimen de servicio : S1
Temperatura ambiente : -20°C - +40°C
Altitud : 1000 m
Protección : IPW55
Masa aproximada : 41 kg
Momento de inercia : 0,00803 kgm²
Nivel de ruido : 64 dB(A)

	Delantero	Trasero	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
Rodamiento	6207 ZZ	6206 ZZ	100%	0,86	89,5
Intervalo de lubricación	---	---	75%	0,80	89,1
Cantidad de grasa	---	---	50%	0,69	88,1

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 35 de 102
------------------------------------	-----------------------------	---------	------------------

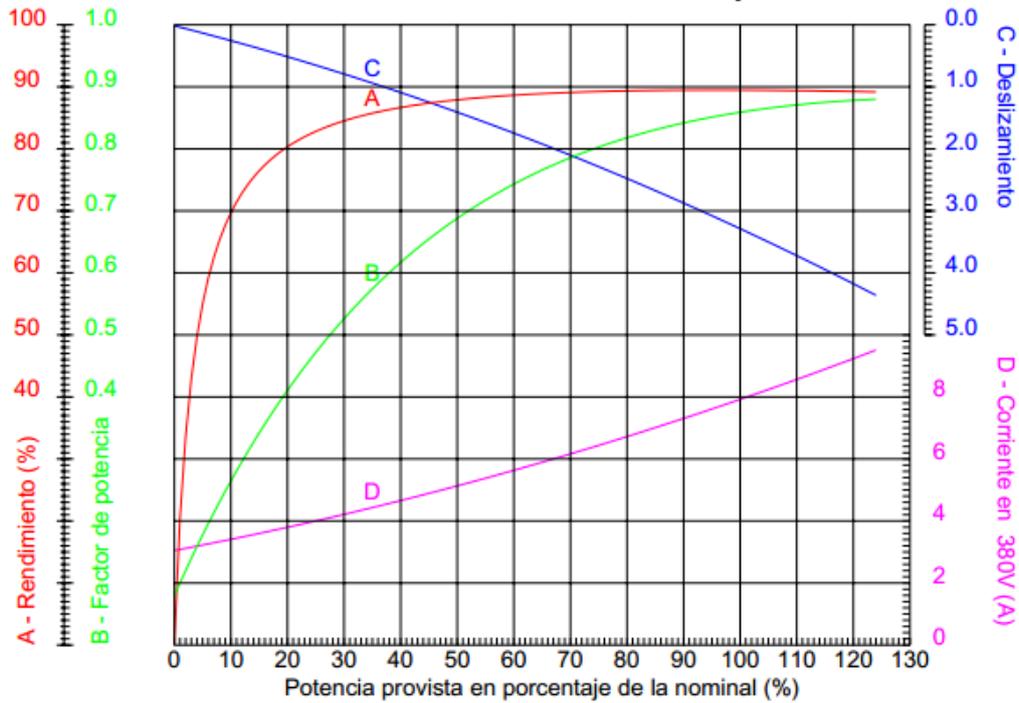


Nr.:

Fecha: 16-NOV-2016

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	:	
Línea del producto	:	W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3

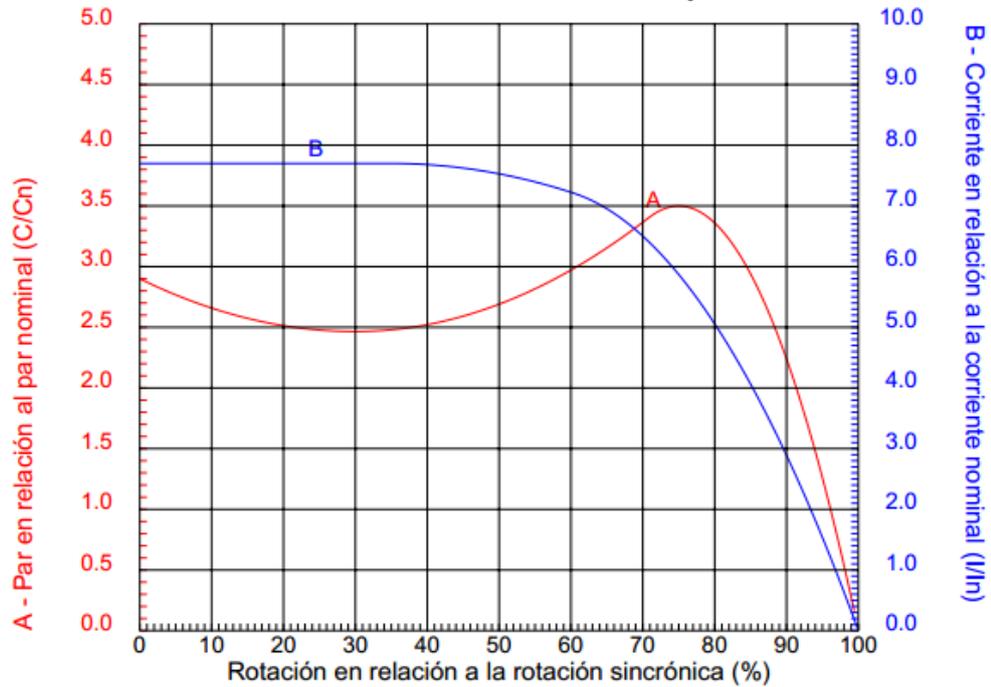
Carcasa	: 112M	Ip/In	: 7,7
Potencia	: 4 kW	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 50 Hz	Factor de servicio	: 1,00
Rotación nominal	: 2900 rpm	Categoría	: ---
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 290 %
Corriente nominal	: 7,89/4,55 A	Par máxima	: 350 %
Clase de aislación	: F		

Observaciones:
Motor de sierra circular

	Nr.:
	Fecha: 16-NOV-2016

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN

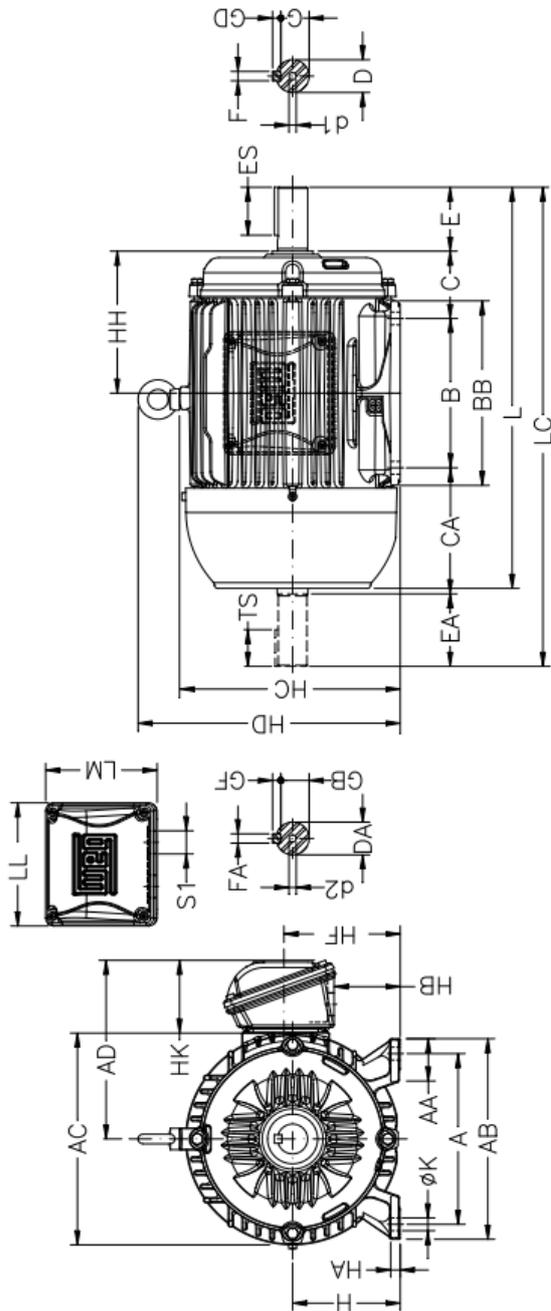
Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	:	
Línea del producto	:	W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3

Carcasa	: 112M	Ip/In	: 7,7
Potencia	: 4 kW	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 50 Hz	Factor de servicio	: 1,00
Rotación nominal	: 2900 rpm	Categoría	: ---
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 290 %
Corriente nominal	: 7,89/4,55 A	Par máxima	: 350 %
Clase de aislación	: F		

Observaciones:
Motor de sierra circular



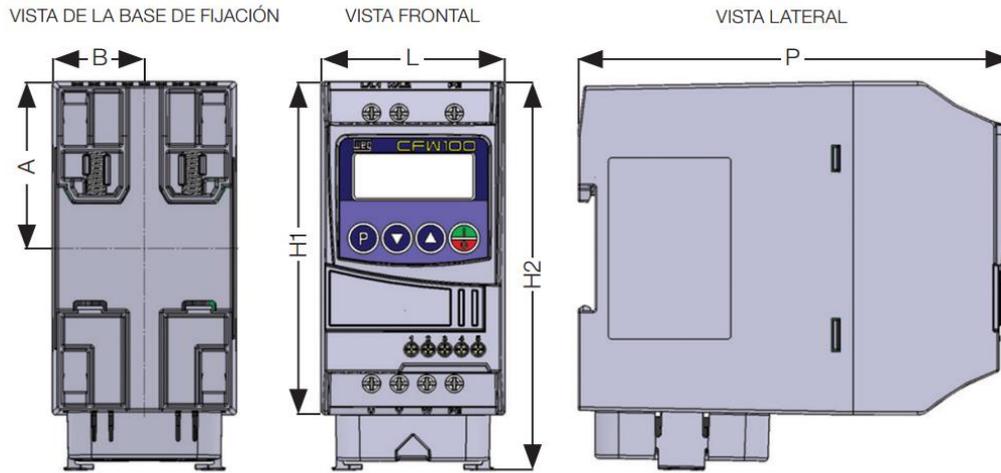
Observaciones: Motor de sierra circular		AD	192
Ejecutante:	AC	227	
Verificado:	CA	128	
Cliente:	G	24	
	FA	8	
	HB	54.5	
	HK	80	
	LM	133	
	d2	DM8	
	DM10		
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	
	ES	45	
	EA	50	
	H	112	
	HF	112	
	LC	448	
	d1		
	DM8		
	AB	220	
	C	70	
	F	8	
	TS	36	
	HA	10	
	HH	140	
	LL	140	
	AA	40.5	
	BB	177	

1.2.Variador de frecuencia

Especificaciones Técnicas

Alimentación	Tensión y rango de potencia	Monofásico, 200-240 V ca (+10% -15%) 0,18 a 0,75 kW (0,5 a 1 HP)
	Frecuencia de alimentación	50/60 Hz (48 Hz a 62 Hz)
Conexión del motor	Tensión	Trifásico, 0-100% de tensión de alimentación
	Frecuencia de salida	0 a 300 Hz, regulación de 0,1 Hz
	Factor de potencia de desplazamiento	>0,97
	Capacidad de sobrecarga	1,5 x In (accionamiento) por 1 minuto, cada 6 minutos
	Frecuencia de conmutación	Estándar 5 kHz (seleccionable 2,5 a 15 kHz)
	Tiempo de aceleración	0,1 a 999s
Ambiente	Temperatura	50 °C - IP20 sin filtro RFI 2% de reducción de la corriente para cada °C por encima de la temperatura operacional, limitada a 60 °C
	Humedad relativa del aire	5% a 90% sin condensación
	Altitud	Hasta 1.000 m 1.000 m a 4.000 m - 1% de reducción de la corriente para cada 100 m por encima de 1.000 m
	Grado de protección	IP20
Tipos de control	Control V/F	Regulación de velocidad: 1% de la velocidad nominal (con compensación de deslizamiento) Rango de variación de velocidad: 1:20
	Control vectorial (VWV)	Regulación de velocidad: 1% de la velocidad nominal Rango de variación de velocidad: 1:30
Seguridad	Protección	Sobrecorriente/cortocircuito fase-fase en la salida
		Sobrecorriente/cortocircuito fase-tierra en la salida
		Sub/sobretensión
		Sobretemperatura en el disipador de calor
		Sobrecarga en el motor
		Sobrecarga en el módulo de potencia (IGBTs)
		Alarma externa/falla
Error de configuración		
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU	Módulos <i>plug-in</i> para RS485
	CANopen	Módulos <i>plug-in</i> CFW100-CCAN
	DeviceNet	Módulos <i>plug-in</i> CFW100-CCAN
Conectividad	USB	Módulos <i>plug-in</i> CFW100-CUSB
	Bluetooth®	Módulos <i>plug-in</i> CFW100-CBLT
	Infrarrojo	Módulos <i>plug-in</i> CFW100-IOADR

8 DIMENSIONES



Tamaño	A	B	H1	H2	L	P	Peso
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	kg (lb)
A	50 (1,97)	28 (1,10)	100 (3,94)	-	55 (2,17)	129 (5,08)	0,48 (1,05)
B	50 (1,97)	28 (1,10)	-	117 (4,60)	55 (2,17)	129 (5,08)	0,57 (1,25)
C	50 (1,97)	28 (1,10)	-	125,6 (4,94)	55 (2,17)	129 (5,08)	0,61 (1,34)

Tolerancia de las cotas: ±1,0 mm (±0,039 in)

2. Protecciones

2.1. Interruptores termomagnéticos



www.weg.net

Interruptores Termomagnéticos - MDW y MDWH

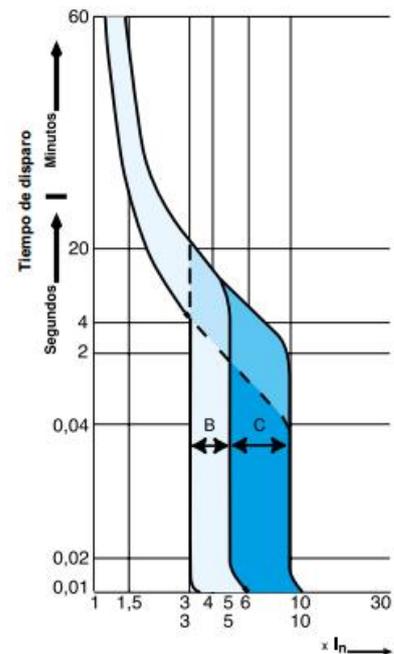
La línea de interruptores termomagnéticos MDW y MDWH ofrece protección contra sobrecarga y cortocircuito en conductores eléctricos, atendiendo las curvas características de disparo B y C, conforme la norma IEC 60898 y IEC 60947-2. Desarrollada para aplicaciones en circuitos de baja tensión, de corriente continua o alterna de 2 a 125 A y poder de corte de cortocircuito de hasta 10 kA. La línea de interruptores termomagnéticos cuenta con bloque de contactos auxiliares, barras de distribución monopolar, bipolar y tripolar, y traba candado, conforme exigencia de normas de seguridad, como accesorios. Posee también mecanismo de disparo libre, donde el disparo es independiente de la posición de la manopla, e indicación del estado del interruptor termomagnético (MDWH).



Curvas de Disparo

- Curva B
El interruptor termomagnético de curva B tiene como característica principal el disparo instantáneo para corrientes entre 3 a 5 veces la corriente nominal. Siendo así, son aplicados principalmente en la protección de circuitos con características resistivas o con grandes distancias de cables implicadas. Ej.: lámparas incandescentes, duchas, estufas eléctricas, etc.
- Curva C
El interruptor termomagnético de curva C tiene como característica el disparo instantáneo para corrientes entre 5 a 10 veces la corriente nominal. Siendo así, son aplicados para la protección de circuitos con instalación de cargas inductivas. Ej.: lámparas fluorescentes, heladeras, máquinas de lavar, etc.

Referencia MDW



Datos Técnicos MDWH

Tensión máxima de operación - Ue		440 V ca / 250 V cc	
Tensión nominal de aislamiento - Ui		500 V ca	
Frecuencia		50 / 60 Hz - CC	
Corrientes nominales - In		6 a 63 A	
Capacidad de interrupción de cortocircuito	IEC 60898	127/220 V ca	10 kA
		230/400 V ca	Icn 10 kA / Ics 7,5 kA
	IEC 60947-2	127/220 V ca	10 kA
		230/400 V ca	10 kA
		440 V ca	7,5 kA
Poder de cortocircuito en corriente continua Icu, de acuerdo con la IEC 60947-2	48 V cc		(6 a 63 A) 16 kA ¹
	60 V cc		(6 a 63 A) 15 kA ¹
	125 V cc		(6 a 63 A) 10 kA ¹ y 15 kA ²
	250 V cc		(6 a 63 A) 5 kA ¹ y 10 kA ²
Curvas de disparo		B (3 a 5 veces In)	
		C (5 a 10 veces In)	
Número de polos		1, 2, 3 y 4P	
Vida eléctrica		4.000 maniobras	
Temperatura ambiente		-25 a 45 °C	
Grado de protección		IP 20	
Capacidad de conexión	MDWH (6 a 63 A)	1 a 25 mm ²	
Posición de montaje		Sin restricción	
Torque de apriete en los terminales		2,0 a 3,0 N.m	
Fijación		Riel DIN 35 mm	
Peso (kg)	Monopolar		0,130 (6 a 63 A)
	Bipolar		0,260 (6 a 63 A)
	Tripolar		0,390 (6 a 63 A)
	Tetrapolar		0,520 (6 a 63 A)

Notas: 1- conexión monopolar, 2- conexión bipolar en serie.

Disipación de Potencia MDWH (Norma IEC 60898)

Rango de corriente nominal I _n (A)	Máxima potencia activa disipada por polo (W)
I _n ≤ 10	3
10 < I _n ≤ 16	3,5
16 < I _n ≤ 25	4,5
25 < I _n ≤ 32	6
32 < I _n ≤ 40	7,5
40 < I _n ≤ 50	9
50 < I _n ≤ 63	13
63 < I _n ≤ 100	15
100 < I _n ≤ 125	20

2.1.1. Interruptor automático general

Interruptores Termomagnéticos Tetrapolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-C6-4	6 A	C	10	10
MDWH-C10-4	10 A	C	10	10
MDWH-C16-4	16 A	C	10	10
MDWH-C20-4	20 A	C	10	10
MDWH-C25-4	25 A	C	10	10
MDWH-C32-4	32 A	C	10	10
MDWH-C40-4	40 A	C	10	10
MDWH-C50-4	50 A	C	10	10
MDWH-C63-4	63 A	C	10	10



2.1.2. Interruptor automático del PLC

Interruptores Termomagnéticos Bipolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-B6-2	6 A	B	10	10
MDWH-B10-2	10 A	B	10	10
MDWH-B16-2	16 A	B	10	10
MDWH-B20-2	20 A	B	10	10
MDWH-B25-2	25 A	B	10	10
MDWH-B32-2	32 A	B	10	10
MDWH-B40-2	40 A	B	10	10
MDWH-B50-2	50 A	B	10	10
MDWH-B63-2	63 A	B	10	10

2.1.3. Interruptor automático del variador

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA)
MDWH-C6-2	6 A	C	10	10
MDWH-C10-2	10 A	C	10	10
MDWH-C16-2	16 A	C	10	10
MDWH-C20-2	20 A	C	10	10
MDWH-C25-2	25 A	C	10	10
MDWH-C32-2	32 A	C	10	10
MDWH-C40-2	40 A	C	10	10
MDWH-C50-2	50 A	C	10	10
MDWH-C63-2	63 A	C	10	10

2.2. Interruptor diferencial general



www.weg.net

Interruptores Diferenciales Residuales DRs - RDW

Disponibles en las versiones bipolar y tetrapolar, el RDW contempla todos los esquemas de alimentación posibles, monofásico, bifásico y trifásico, con o sin neutro, atiende las corrientes de hasta 100 A y posee detección de fuga a tierra de 30 mA, para protección de personas, o 300 mA, para protección de patrimonio.

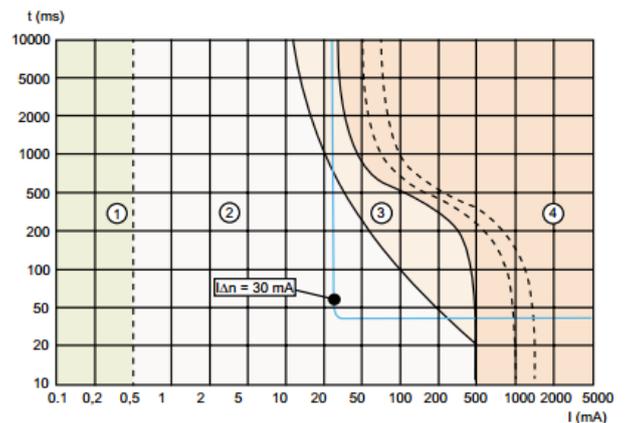
El RDW cuenta con traba candado, suministrada como accesorio. El Interruptor diferencial residual RDW analiza la suma fasorial de las corrientes que pasan por el mismo, su disparo ocurre cuando la sumatoria de estas corrientes es igual o mayor al valor de la corriente nominal de disparo. Shocks eléctricos, instalaciones o equipos inadecuados, son los factores que ocasionan su disparo.



Zonas de Percepción

- Zona 1
Ningún efecto perceptible.
- Zona 2
Efectos fisiológicos generalmente no dañinos.
- Zona 3
Efectos fisiológicos notables (parada cardíaca, parada respiratoria, contracciones musculares, generalmente reversibles).
- Zona 4
Elevada probabilidad de efectos fisiológicos graves e irreversibles fibrilación cardíaca, parada respiratoria.
Rango de actuación del interruptor DR de sensibilidad 30 mA.

Curva de Funcionamiento



Referencia RDW

Corriente nominal residual (mA)	Corriente nominal In (A)	Referencia	Número de polos
30	25	RDW30-25-2	2
	40	RDW30-40-2	2
	63	RDW30-63-2	2
	80	RDW30-80-2	2
	100	RDW30-100-2	2
	25	RDW30-25-4	4
	40	RDW30-40-4	4
	63	RDW30-63-4	4
	80	RDW30-80-4	4
	100	RDW30-100-4	4
300	25	RDW300-25-2	2
	40	RDW300-40-2	2
	63	RDW300-63-2	2
	80	RDW300-80-2	2
	100	RDW300-100-2	2
	25	RDW300-25-4	4
	40	RDW300-40-4	4
	63	RDW300-63-4	4
	80	RDW300-80-4	4
	100	RDW300-100-4	4

Datos Técnicos

Norma		IEC 61008
Tensión nominal de operación - Ue	Bipolar	230 V ca
	Tetrapolar	230/400 V ca
Tensión nominal de aislamiento - Ui		500 V ca
Frecuencia		50/60 Hz
Corrientes nominales residuales - I Δ n		30 o 300 mA
Corrientes nominales - In		25 a 100 A
Número de polos		2 y 4P
Tipo		AC
Resistencia a cortocircuito		6 kA
Temperatura ambiente		-25 a 40 °C
Vida eléctrica		6.000 maniobras
Vida mecánica		10.000 maniobras
Grado de protección		IP20
Capacidad de conexión		1 a 35 mm ²
Torque de apriete en los terminales		2,0 a 4,0 N.m
Posición de montaje		Sin restricción
Fijación		Riel DIN 35 mm
Peso (kg)	Bipolar	0,255
	Tetrapolar	0,455

2.3. Interruptor seccionador

Interruptor-Seccionador para Montaje en Base (Tornillo o Riel DIN)

Configuración Estándar (Interruptor-Seccionador + Manija Roja/Amarilla + Eje)

Referencia	Ith (A)	Ie (A)			Eje (mm)	Polos
		AC21 690 V	AC22 690 V	AC23 690 V		
MSW 25 B-3 H	32	32	25	16	85	3
MSW 40 B-3 H	40	40	32	20	85	3
MSW 63 B-3 H	63	63	63	26	85	3
MSW 80 B-3 H	80	80	80	32	85	3
MSW 125 B-3 H	125	125	125	80	300	3
MSW 160 B-3 H	160	160	160	100	300	3



Interruptor-Seccionador y Accesorios

Interruptor-Seccionador

Referencia	Ith (A)	Ie (A)			Polos
		AC21 690 V	AC22 690 V	AC23 690 V	
MSW 25 B-3	32	32	25	16	3
MSW 40 B-3	40	40	32	20	3
MSW 63 B-3	63	63	63	26	3
MSW 80 B-3	80	80	80	32	3
MSW 125 B-3	125	125	125	80	3
MSW 160 B-3	160	160	160	100	3



Manija

Referencia	Interruptor-seccionador	Color
MSW H 40 B	MSW25/MSW40	Rojo/amarillo
MSW H 80 B	MSW63/MSW80	Rojo/amarillo
MSW H 160 B	MSW15/MSW160	Rojo/amarillo



Eje

Referencia	Interruptor-seccionador	Longitud (mm)
MSW HS 185-40	MSW25/MSW40	185
MSW HS 300-40	MSW25/MSW40	300
MSW HS 185-160	MSW63/MSW80/ MSW125/MSW160	185
MSW HS 300-160	MSW63/MSW80/ MSW125/MSW160	300



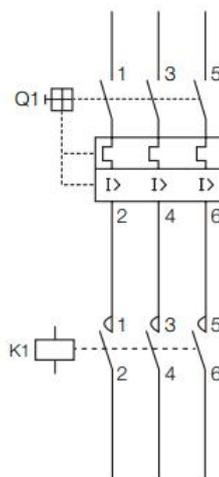
3. Arranque directo de motores de sierra



Arrancador Directo

Guardamotor MPW18 + Contactor CWB

- Dispositivo de desconexión de alimentación (IEC 60204-1)
- Operado a través de botón pulsador
- Protección contra cortocircuito
- Alta capacidad de interrupción de cortocircuito
- Disparador de cortocircuito fijo en 13 x lu
- Protección contra sobrecarga
- Permite el montaje en riel DIN mediante la fijación de solamente un componente
- Maniobra remota de cargas
- Sensibilidad a falta de fase
- Clase de disparo 10
- Compensación de temperatura



Corriente del motor I _n (A)	Contactor AC-3		Guardamotor			Accesorios	Peso total (kg)
	Referencia	Máxima corriente nominal AC-3 (A)	Referencia	Rango de ajuste de corriente I (A)	Disparo magnético instantáneo I _{rm} (A)	Conector	
0,1...0,16	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C016	0,1...0,16	2,0	ECCMP-18B38 (CWB - Bobina CA)	0,71
0,16...0,25	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C025	0,16...0,25	3,2		0,71
0,25...0,4	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D004	0,25...0,4	5,2		0,71
0,4...0,63	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-C063	0,4...0,63	8,1		0,71
0,63...1	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-U001	0,63...1	13		0,71
1...1,6	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D016	1...1,6	20,8		0,71
1,6...2,5	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D025	1,6...2,5	32,5		0,71
2,5...4	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-U004	2,5...4	52		0,71
4...6,3	CWB9-11-30 ♦	9	MPW18-3-D063	4...6,3	81,9		0,71
6,3...10	CWB12-11-30 ♦	12	MPW18-3-U010	6,3...10	130		0,71
10...16	CWB18-11-30 ♦	18	MPW18-3-U016	10...16	208		0,71
16...18	CWB18-11-30 ♦	18	MPW18-3-U020	16...20	260		0,71

Notas: Valores orientativos válidos para tensiones de operación hasta 440 V, altitud hasta 2000 m, rango de temperatura ambiente desde -20 °C hasta + 55 °C y la máxima frecuencia de maniobras hasta 15 operaciones / hora.

Para otras condiciones verificar los datos técnicos de cada componente individual.

Encuentra diagramas orientativos en las páginas D-12 hasta D-14 e información relacionada con la corriente del motor en las páginas D-20 y D-21.

Para completar la referencia, reemplazar “♦” con el código de tensión deseado

Códigos de tensión de bobinas	D02	D07	D13	D15	D17	D77	D23	D24	D25	D33	D34	D35	D36
V (50/60 Hz)	24	48	110	120	127	208	220	230	240	380	400	415	440

Códigos de tensión de bobinas	C02	C03	C07	C09	C12	C13	C15
V cc	12	24	48	60	110	125	220

3.1.Guardamotores

Guardamotores MPW - Características Técnicas

Referencia		MPW12	MPW18	MPW12i	MPW18i
Máxima corriente nominal Inmax (Ie)		12 A	18 A	12 A	18 A
Número de polos		3			
Cortocircuito instantáneo		13 x Ie _{max}		13 x Ie _{max}	
Tensión nominal de operación Ue		690 V ¹⁾			
Frecuencia nominal de operación		50/60 Hz		50/60 Hz	
Tensión nominal de aislamiento Ui		690 V		690 V	
Tensión soportable a los impulsos Uimp		6 kV		6 kV	
Categoría de servicio	IEC 60947-2 (interruptor)	A		A	
	IEC 60947-4-1 (arranque de motores)	AC-3		AC-3	
Ensayo de trip		Sí		Sí	
Protección contra sobrecarga		Sí		No	
Sensibilidad a falta de fase (IEC 60947-4-1)		Sí		No	
Indicación de trip		No		No	
Clase de disparo (IEC 60947-4-1)		10		-	
Máxima frecuencia de maniobra	Operaciones/hora	15		15	
Altitud (m)		2000		2000	
Grado de protección (IEC 60529)		IP20		IP20	
Vida mecánica	Operaciones	100000		100000	
Vida eléctrica	Operaciones	100000		100000	
Temperaturas ambientes permitidas					
Transporte y almacenado		-50...+80 °C		-50...+80 °C	
Operación ²⁾		-20...+70 °C		-20...+70 °C	
Compensación de temperatura (IEC 60947-4-1)		-20...+60 °C		-	
Disipación de potencia por guardamotor					
Máximas corrientes nominales In	≤10 A	7 W		7 W	
	≤12 A ³⁾	7 W		7 W	
	≤16 A	8 W		8 W	
	≤18 A	7 W		7 W	
Resistencia al impacto (IEC 60068-2-27)		15 g		15 g	
Normas					
IEC 60947-1		Sí			
IEC 60947-2		Sí			
IEC 60947-4-1		Sí			
Conexión					
Tipo del terminal		Resorte	Tornillos Phillips (Nº 2)	Resorte	Tornillos Phillips (Nº 2)
Par de apriete	N.m	-	1,2...1,7	-	1,2...1,7
	lb.in	-	11...16	-	11...16
Dimensiones					
Ancho (mm)		45	45	45	45
Altura (mm)		100	90	100	90
Profundidad (mm)		77	77	77	77

3.2. Contactores

Contactores - Características Técnicas

Datos Generales

Referencia			CWB9	CWB12	CWB18	CWB25	CWB32	CWB38
Normas			IEC 60947-1, IEC 60947-4-1, IEC 60947-5-1, UL 508					
Tensión nominal de aislamiento Ui (grado de polución 3)	IEC 60947-4-1 (V)		690 V					
	UL, CSA (V)		600 V					
Tensión soportada a los impulsos Uimp	IEC 60947-1 (kV)		6 kV					
Frecuencia nominal de operación		(Hz)	25...400					
Vida mecánica	Bobina CA (Ops x 10 ⁶)		10					
	Bobina CC (Ops x 10 ⁶)		10					
Vida eléctrica	le AC-3 (Ops x 10 ⁶)		2,0	2,0	1,6	1,2	1,2	1,2
Grado de protección (IEC 60529)	Circuito principal		IP20 (frontal)					
	Circuito de control e de contactos auxiliares		IP20 (frontal)					
Dimensiones - Ancho x Altura x Profundidad		(mm)	45 x 78,4 x 89,5 (CA) / 95,7 (CC)			45 x 85 x 93 (CA) / 102 (CC)		
Montaje			A través de tornillos o riel DIN 35 mm (EN 50022)					
Número de terminales	Bobina CA		2					
	Bobina CC		2					
Resistencia a la vibración (IEC 60068-2-6)	Contactador abierto (g)		4					
	Contactador cerrado en Uc (g)		4					
Resistencia al impacto (½ onda sinusoidal = 11ms - IEC 60068-2-27)	Contactador abierto (g)		10			10		
	Contactador cerrado en Uc (g)		15			15		
Temperatura ambiente	Operación		-25 °C...+55 °C					
	Almacenado		-55 °C...+80 °C					
Altitud - valores nominales hasta ¹⁾			3000 m					

Circuito de Control - Corriente Alterna (CA)

Referencia			CWB9...38					
Tensión nominal de aislamiento Ui (grado de polución 3)	IEC 60947-4-1 (V)		1000					
	UL, CSA (V)		600					
Tensiones de bobina estándar 50/60 Hz		(V)	12...600					
Límites de tensión de operación		(xUs)	0,8...1,1					
Bobina 50/60 Hz	Cerrando (xUs)		Hasta 0,8 para 50 Hz / hasta 0,85 para 60 Hz					
	Apertura (xUs)		0,3...0,6					
Consumo de energía			Operación 60 Hz			Operación 50 Hz		
	Circuito magnético cerrado (VA)		7,5			9		
	Factor de potencia (cos φ)		0,75			0,75		
Bobina 50/60 Hz	Circuito magnético cerrando (VA)		75			90		
	NA contactos cerrando (ms)		15...25					
Tiempo de operación	NA contactos apertura (ms)		8...12					
Disipación de potencia 50/60 Hz		(W)	5...7					

4. Conductores

4.1. Cable de alimentación de potencia

Cables Prysmian para Baja Tensión

Cable	Tensión Nominal	Norma Básica	Designación	Aplicaciones
Superastic Flex	450 / 750	IRAM NM 247-3	H07V-K	Iluminación y distribución de energía en interior de edificios
Afumex 750	450 / 750	IRAM 62267	N07M-K	Iluminación y distribución de energía en interior de edificios en instalaciones de alta seguridad
TPR Ecoplus	500 V	IRAM NM 247-5	H05VV-F	Servicio móvil
PVN Ecoplus	500 V	IRAM NM 247-5	H03VV-F H05VV-F	Servicio móvil
VN 202	300 V	IRAM NM 247-5		Veladores y pequeños equipos portátiles
Sintenax Valio	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	VV-K VV-R	Alimentación de potencia
Sintenax Comando	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2268	VV-K	Transporte de señales de control o
Retenax Valio	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	RV-K RV-R	Redes de distribución
Retenax Valio Antillama	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	RV-K RV-R	Redes de distribución y alimentación de potencia
Afumex 1000	0,6 / 1 kV	IRAM 62266	RZ1-R	Alimentación de potencia en instalaciones de alta seguridad

Baja Tensión

0,6 / 1,1 kV

VV-K / VV-R

Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

IRAM 2178

> **CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.
Forma: redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.






Flexibilidad:
 - Conductores de cobre :
 Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).
 Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.
 - Conductores de aluminio :
 Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.
 Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.



Norma de Fabricación



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles hasta 35 mm²



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Resistencia a agentes químicos



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica



Marcación secuencial de longitud

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



Sintenax Valio



AISLANTE

PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.

Colores de aislamiento:

Unipolares: Marrón

Bipolares: Marrón / Celeste

Tripolares: Marrón / Negro / Rojo

Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste

Pentapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste / Verde-Amarillo

RELLENOS

De material extruído o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.

Protecciones y blindajes (eventuales):

Protección mecánica: Para los cables multipolares se emplea una armadura metálica de flejes o alambres de acero zincado (para secciones pequeñas o cuando la armadura deba soportar esfuerzos longitudinales); para los cables unipolares se emplean flejes de aluminio.

Protección electromagnética: En todos los casos el material empleado es cobre recocado. Se utiliza en estos casos dos cintas helicoidales, una cinta longitudinal corrugada o alambres y una cinta antidesenrollante. Asimismo, y en caso de requerirse, se puede considerar un blindaje (también con alambres y cinta antidesenrollante) especialmente diseñado para cables que alimenten variadores de frecuencia.

ENVOLTURA

PVC ecológico tipo ST2, IRAM 2178

Marcación:

PRYSMIAN **SINTENAX VALIO**® - IND. ARG. - 0,6/1,1kV - Cat II Nro. de conductores * Sección—IRAM 2178 - Marcación secuencial de longitud.

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN IRIS TECH

La franja de color de la tecnología IRIS TECH, utilizada en los cables Sintenax Valio de hasta 35 mm² inclusive, permite identificar la sección del conductor y escribir sobre la misma la identificación del circuito u otras informaciones de interés.

Normativas

IRAM 2178, IEC 60502-1 u otras bajo pedido (HD, ICEA, NBR, etc.).

Tensión nominal de servicio 1,1V

Ensayos de fuego:

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24; IEEE 383/74.

Prysmian elabora también bajo pedido cables Sintenax Valio "Cat A" (IRAM NM IEC 60 332-3-22), especiales para montantes.

Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE.

CARACTERÍSTICAS

Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.

Acondicionamientos:



Bobinas

PRYSMIAN
CABLES & SYSTEMS

53

Sintenax Valio**Características técnicas- Cables con conductores de cobre**

Sección nominal mm²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714

Sintenax Valio

Datos Eléctricos

Sección nominal mm ²	Método B1 y B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	-	103	146	125	157	133
70	-	130	185	160	202	170
95	-	156	224	194	245	207
120	-	179	260	225	285	240
150	-	-	299	260	330	278
185	-	-	341	297	378	317
240	-	-	401	350	447	374
300	-	-	461	403	516	432

(1) Un cable bipolar.

(2) Un cable tripolar o tetrapolar

(3) Un cable bipolar o dos cables unipolares

(4) Un cable tripolar o tetrapolar o tres cables unipolares

(5) Un cable bipolar

(6) Un cable tripolar o tetrapolar

4.2. Conductor de puesta a tierra

Baja Tensión

450 / 750 V

H07V-K



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

CARACTERISTICAS ▶

Instalaciones Fijas

SUPERASTIC FLEX

IRAM NM 247-3

- > **CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
- > **AISLANTE**
PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.
Marcación:
PRYSMIAN SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina - 450/750V - Sección (mm²) - IRAM NM 247 02-05 BWF-B - Sello IRAM - RIN 288391/8.
- > **Normativas**
IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex6148); IEC 60227-3 u otras bajo pedido.
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR 6812 Cat. BWF; IEEE 383.
Certificaciones
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.



Norma de



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Extrudado



PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Cañería embutida



Cañería a la vista



Cableado de tableros



Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K

450 / 750 V

IRAM NM 247-3

Características técnicas

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
					(1)	(2)		
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	A	A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)

(4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., $\cos \varphi = 0,8$.

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1.15
- Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1.29

4.3.Cables de alimentación de motores

Baja Tensión

300 ó 500 V

H03VV-F / H05VV-F

Instalaciones Móviles

TPR ECOPLUS

NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

IRAM NM 247-5

- > **CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
- > **AISLANTE**
 PVC ecológico tipo D.
 Colores de aislamiento: Bipolares: Ma/Ce; Tripolares: Ma/Ce/Ve-Am; Tetrapolares; Ne/Ma/Ce/Ve-Am y Multipolares: identificación por números pintados.
- > **ENVOLTURA**
 PVC ecológico tipo ST5, de color negro o amarillo.
 Marcación:
 PRYSMIAN TPR - IND. ARG. - 300/500V - Nro. * Sección IRAM NM 247-53 C5 - RIN 288391/8.
- > **Normativas**
 IRAM NM 247-5 u otras bajo pedido.
Tensión nominal de servicio 300V (hasta 1 mm²) y 500 V para secciones superiores
Ensayos
 Ensayos eléctricos:
 De tensión en c.a. durante 5 minutos: 1500V en los cables de hasta 0,6mm de espesor de aislamiento y de 2000V en los cables de más de 0,6mm.
 Ensayos de fuego:
 No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
Certificaciones
 Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE



CARACTERÍSTICAS ▶

Cables flexibles para uso en instalaciones móviles y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción.



Norma de



Tensión nominal hasta 1mm²



Tensión nominal > 1mm²



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Servicio Móvil Doméstico



Servicio Móvil Industrial



▶ **Cables flexibles para uso en instalaciones móviles y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción. Tipo H03VV-F y H05VV-F.**

▶ **300 ó 500 V**

▶ **IRAM NM 247-5**

Características técnicas

Formación	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible (1)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y c. c.
Nº x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

4.4.Cable de alimentación del motorreductor

Baja Tensión
0,6 / 1,1 (1,2) kV

VV-K / VV-R

NORMA DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCIÓN ▶



Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO VDF
(Variador de frecuencia)

IRAM 2178

> **1— CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.
Forma: Circular flexible o compacta y sectorial, según corresponda.



Flexibilidad:
- Conductores de cobre:
Multipolares: Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores, siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.
- Conductores de aluminio:
Multipolares: Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito (durante 5 s como máximo).



Norma de Fabricación



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles hasta 35 mm²



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Resistencia a agentes químicos



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica



Marcación secuencial de longitud



Protección Interferencias Electromagnéticas

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



Edición Junio 2013

Baja Tensión 0,6 / 1,1 (1,2) kV

Sintenax Valio-VDF

- > **2— AISLANTE**
PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
Colores de aislamiento:
Bipolares: Marrón / Celeste
Tripolares: Marrón / Negro / Rojo
Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste
Pentapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste / Verde-Amarillo
 - > **3— RELLENOS**
De material extruído o encintado no higroscópico, según corresponda, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - > **4 y 5 — BLINDAJES (Protección electromagnética):**
En todos los casos el material empleado es cobre recocido. Dentro de los diseños mas habituales se puede requerir alguna de las dos siguientes opciones básicas, respecto al diseño constructivo y resistencias eléctricas máximas de los mismos:
 - B1 —** Alambres helicoidales mas cinta antidesenrollante (a hélice abierta) de manera tal que la resistencia eléctrica máxima del conjunto sea de 10 veces el valor de la resistencia eléctrica máxima del conductor de fase. Ejemplo: teniendo el conductor una R eléctrica máxima de 0,268 Ω/km, el blindaje deberá tener una R eléctrica máxima de 2,68 Ω/km.

En resumen: **R blindaje ≤ 10 x R conductor (fase)**, siempre en c.c. y a 20 °C.
 - B2 —** Alambres helicoidales mas cintas de cubrimiento (100 %), de tal manera que la sección nominal del conjunto (definida a través de su Resistencia eléctrica máxima) sea el 50 % de la sección nominal del conductor de fase. **Importante:** el diseño es similar al de considerar un conductor de protección o **tierra concéntrico**. Diseño recomendado en la Especificación Técnica — IEC TS 60034-25:2007

O sea: Si $S_f \leq 16 \text{ mm}^2$, entonces $S_b = S_f$.
Si $S_f > 16 \text{ mm}^2$, entonces $S_b \approx 50 \% S_f$

Siendo, S_f la sección nominal del conductor de fase y S_b la sección nominal del blindaje (en su conjunto), siempre según norma IRAM NM 280.

Nota: Tanto para B1 como B2, en caso de tratarse de conductores de aluminio, el blindaje seguirá siendo de Cu recocido de tal manera de verificar las respectivas Resistencias eléctricas máximas, según se indicó previamente respecto a las correspondientes cuerdas de los conductores de fase de aluminio.

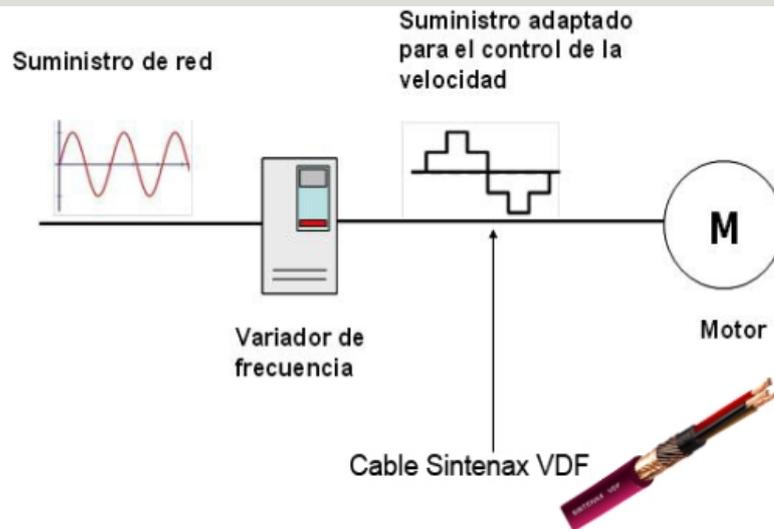
 - B3 —** No obstante lo citado anteriormente, se pueden evaluar otros requerimientos técnicos particulares que se pidan.
- > **ARMADURA:**
Protección mecánica: En caso de requerirse se puede aplicar una armadura metálica de flejes de acero cincado.
- > **6 — ENVOLTURA:**
PVC ecológico tipo ST2, IRAM 2178

Marcaciones según diseños de blindaje:
B1— PRYSMIAN **SINTENAX VALIO**® VDF - IND. ARG. – 0,6/1,1kV - Cat II Nro. de conductores * Sección mm²— IRAM 2178 - Marcación secuencial de longitud.

B2— PRYSMIAN **SINTENAX VALIO**® VDF - IND. ARG. – 0,6/1,1kV - Cat II Nro. de conductores * Sección + B Sb mm² — IRAM 2178 - Marcación secuencial de longitud. (Donde Sb es el valor numérico de la sección nominal del blindaje).



- > **SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN IRIS TECH**
La franja de color de la tecnología IRIS TECH, utilizada en los cables Sintenax Valio de hasta 35 mm² inclusive, permite identificar la sección del conductor y escribir sobre la misma la identificación del circuito u otras informaciones de interés.
- > **Normativas:**
IRAM 2178 u otras bajo pedido (IEC 60502-1, HD, ICEA, NBR, etc.).
Tensión nominal de servicio 1,1V
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24; IEEE 383/74.
- > **Certificaciones:**
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2008 certificadas por TÜV.



5. Tableros

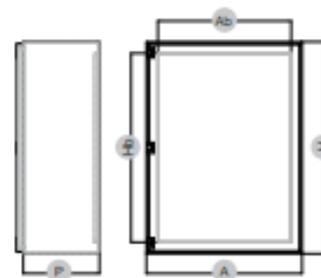
Gabinetes Estancos
S9000





S9000 | Gabinetes Estancos
Pág. 6

Tabla general de selección de modelos y accesorios aplicables S9000



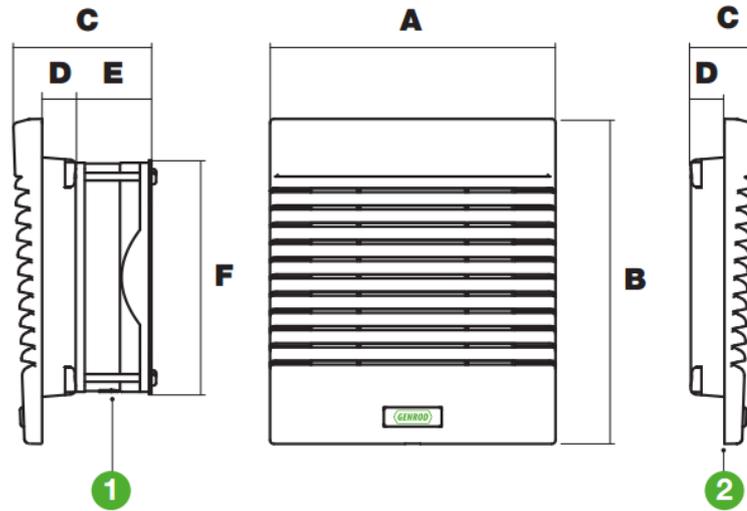
Las magnitudes de las siguientes tablas están expresadas en mm.

Para garantizar la seguridad de su instalación, una vez definida las dimensiones del gabinete establecer el contrafrente requerido por el uso.

A Ancho	H Alto	P				Ab x Hb Medida de bandeja	Contrafrente abisagrado ciego	Contrafrente abisagrado calado	Contrafrente abulonado ciego	Contrafrente abulonado calado	Cantidad de soportes para contra- frente (++)
		Código (+) Prof: 100	Código (+) Prof: 150	Código (+) Prof: 225	Código (+) Prof: 300						
200	200	09 9101	09 9150	09 9200	-----	134x140	-----	-----	-----	-----	-----
200	250	09 9110	09 9164	-----	-----	134x190	-----	-----	-----	-----	-----
200	300	09 9102	09 9151	09 9201	-----	134x240	-----	-----	-----	-----	-----
250	300	09 9111	09 9165	-----	-----	184x240	-----	-----	-----	-----	-----
200	450	-----	09 9152	-----	-----	184x390	-----	-----	-----	-----	-----
300	300	09 9103	09 9153	09 9202	09 9300	234x240	09 9882	09 9882C	09 9982	09 9982C	4
300	450	09 9104	09 9154	09 9203	09 9301	234x390	09 9884	09 9884C	09 9984	09 9984C	4
300	600	09 9105	09 9155	09 9204	09 9302	234x540	09 9885	09 9885C	09 9985	09 9985C	4
450	450	09 9106	09 9156	09 9205	09 9303	384x390	09 9888	09 9888C	09 9988	09 9988C	4
400	500	-----	09 9167	09 9216	-----	334x440	09 9870	09 9870C	09 9970	09 9970C	4
450	600	09 9107	09 9157	09 9206	09 9304	384x540	09 9889	09 9889C	09 9989	09 9989C	4
450	750	-----	09 9163	09 9207	09 9310	384x690	09 9890	09 9890C	09 9990	09 9990C	4
500	600	-----	09 9168	09 9217	-----	434x540	09 9892	09 9892C	09 9992	09 9992C	4
600	600	09 9108	09 9158	09 9208	09 9305	534x540	09 9893	09 9893C	09 9993	09 9993C	4
600	750	09 9109	09 9159	09 9209	09 9306	534x690	09 9894	09 9894C	09 9994	09 9994C	4
600	900	-----	09 9160	09 9210	09 9307	534x840	09 9895	09 9895C	09 9995	09 9995C	6
600	1050	-----	09 9162	09 9212	09 9308	534x990	09 9897	09 9897C	09 9997	09 9997C	6
600	1200	-----	09 9161	09 9211	09 9309	534x1140	09 9898	09 9898C	09 9998	09 9998C	6
750	750	-----	-----	09 9213	09 9314	684x690	09 9891	09 9891C	09 9991	09 9991C	6
750	900	-----	09 9170	09 9215	09 9311	684x840	09 9896	09 9896C	09 9996	09 9996C	6
750	1200	-----	09 9171	09 9214	09 9312	684x1140	09 9899	09 9899C	09 9999	09 9999C	6
900	900	-----	-----	09 9220	09 9320	834x840	09 9879	-----	09 9979	-----	6
900	1200	-----	-----	09 9221	09 9321	834x1140	09 9880	-----	09 9980	-----	6

6. Sistema de ventilación de tableros

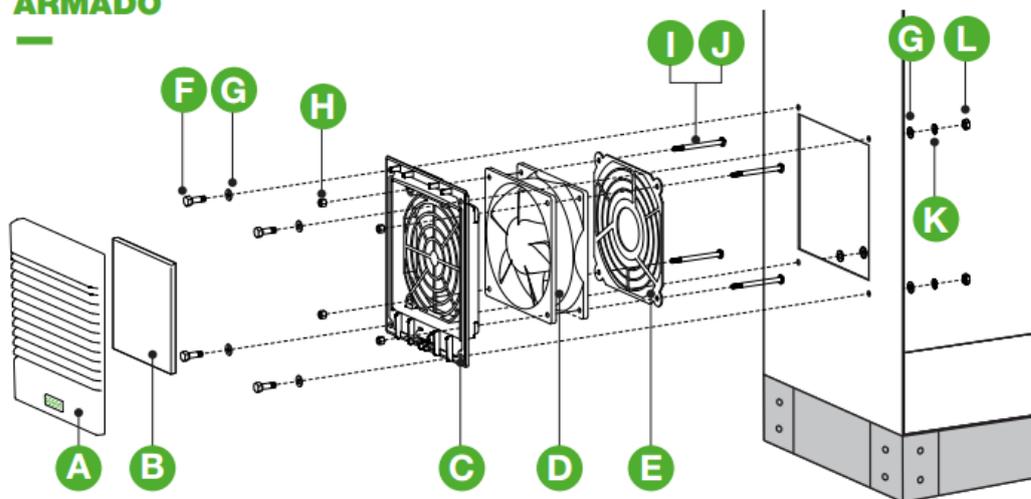
ESQUEMA DIMENSIONAL



Medidas nominales en (mm)

	FAN	A	B	C	D	E	F
1 ENTRADA	80	117	135	70	18	38	80
	120	148	170	70	18	38	120
	150	248	248	135	62	55	150
2 SALIDA	80	117	135	32	18	-	-
	120	148	170	32	18	-	-
	150	248	248	55	18	-	-

ARMADO



	80		120		150	
	Entr.	Sal.	Entr.	Sal.	Entr.	Sal.
A Frente rejilla	1	1	1	1	1	1
B Filtro	1	1	1	1	1	1
C Cuerpo rejilla	1	1	1	1	1	1
D Forzador de aire	1	-	1	-	1	-
E Protección cubre dedos	1	-	1	-	1	-
F Torn. Cab Hex. M4x15	4	4	4	4	4	4
G Arandela plana 5/32"	8	8	8	8	8	8
H Tuerca Hex. Autofrenante M4	4	-	4	-	4	-
I Torn. Cab. Cil. M4x50	4	-	4	-	-	-
J Torn. Cab. Cil. M4x65	-	-	-	-	4	-
K Arandela Grower 5/32"	4	4	4	4	4	4
L Tuerca Hex. M4	4	4	4	4	4	4

ANEXO

AUTOMATIZACIÓN

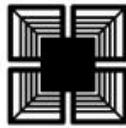
Página en blanco.

Índice

1. PLC.....	71
2. Módulos de expansión	82
3. HMI	88
4. Fuente de 12 Vcc	90
5. Sensores inductivos	94
6. Finales de carrera	96
7. Parada de emergencia por cable	97
8. Cables de comando	100

Página en blanco.

1. PLC



SLICETEX
ELECTRONICS

STX8092 AX/BX/CX/DX

Hoja de Datos

STX8092 PLC CUBE

Hoja de Datos

Autor: Ing. Boris Estudiez



Tabla 1: modelos disponibles y sus características distintivas.

	A1	A2	B1	C1	C2	D1	D2
MODOS	DAQ / PLC	DAQ / PLC	DAQ	PLC	PLC	PLC	PLC
Lenguaje PLC	Ladder Pawn	Ladder Pawn	-	Pawn	Pawn	Ladder Pawn	Ladder Pawn
API Librerías	C# .Net	C# .Net	C# .Net	C# .Net	C# .Net	C# .Net	C# .Net
Memoria PLC	204 KB ROM 8 KB RAM	236 KB ROM 16 KB RAM	-	204 KB ROM 8 KB RAM	236 KB ROM 16 KB RAM	204 KB ROM 8 KB RAM	236 KB ROM 16 KB RAM
Memoria EEPROM	16 KB	32 KB	32 KB	16 KB	32 KB	16 KB	32 KB

Tabla 2: Entradas y Salidas

Símbolo	Tipo	Numero de Terminales	Descripción
+12IN	E	1	Entrada de alimentación +12Vdc.
GND	E	1	Entrada de masa para alimentación. Puede conectar a tierra también.
+12P	S	1	Salida de tensión +12Vdc (no regulada) para uso libre.
DGND	S	1	Masa digital para uso libre. Usar en circuitos externos de lógica digital.
+5D	S	1	Salida de tensión +5Vdc para uso libre. Vea límites de corriente pag. 34.
DIC+	E	1	Entrada común para entradas discretas optoacopladas, ánodo. Punto de tensión positivo o alto.
DIN1	E	1	Entrada discreta 1, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN2	E	1	Entrada discreta 2, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN3	E	1	Entrada discreta 3, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN4	E	1	Entrada discreta 4, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN5	E	1	Entrada discreta 5, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador.
DIN6	E	1	Entrada discreta 6, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN7	E	1	Entrada discreta 7, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Entrada del contador COUNT1 rápido. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN8	E	1	Entrada discreta 8, optoacoplada, cátodo. Punto de tensión bajo. Entrada del contador COUNT2 rápido. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN9	E	1	Entrada discreta 9, optoacoplada, cátodo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN10	E	1	Entrada discreta 10, optoacoplada, cátodo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN11	E	1	Entrada discreta 11, optoacoplada, cátodo. Puede utilizarse como contador DIN.
DIN12	E	1	Entrada discreta 12, optoacoplada, cátodo.

Símbolo	Tipo	Numero de Terminales	Descripción
			Puede utilizarse como contador DIN.
DOC1	S	1	Salida común para salidas a relés DO1 a DO8.
DO1	S	1	Salida del relé 1, normal abierto. Salida digital DOUT1.
DO2	S	1	Salida del relé 2, normal abierto. Salida digital DOUT2.
DO3	S	1	Salida del relé 3, normal abierto. Salida digital DOUT3.
DO4	S	1	Salida del relé 4, normal abierto. Salida digital DOUT4.
DO5	S	1	Salida del relé 5, normal abierto. Salida digital DOUT5.
DO6	S	1	Salida del relé 6, normal abierto. Salida digital DOUT6.
DO7	S	1	Salida del relé 7, normal abierto. Salida digital DOUT7.
DO8	S	1	Salida del relé 8, normal abierto. Salida digital DOUT8.
DOC2	S	1	Salida común para salidas a relés DO9 a DO16.
DO9	S	1	Salida del relé 9, normal abierto. Salida digital DOUT9.
DO10	S	1	Salida del relé 10, normal abierto. Salida digital DOUT10.
DO11	S	1	Salida del relé 11, normal abierto. Salida digital DOUT11.
DO12	S	1	Salida del relé 12, normal abierto. Salida digital DOUT12.
DO13	S	1	Salida del relé 13, normal abierto. Salida digital DOUT13.
DO14	S	1	Salida del relé 14, normal abierto. Salida digital DOUT14.
DO15	S	1	Salida del relé 15, normal abierto. Salida digital DOUT15.
DO16	S	1	Salida del relé 16, normal abierto. Salida digital DOUT16.
ETHERNET	E/S	8	Conector RJ-45 para interfaz Ethernet.
HP3 EXPANSION	E/S	10	Conector del puerto de expansión.
RS232/RS485	E/S	3	Conector DB9 macho para interfaz RS232 / RS485.

11. Características Eléctricas y Dinámicas

Tabla 10: Fuente de Alimentación

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
+12IN	VinOp	Tensión de alimentación operación [1]	Tensión continua.	10.5	12	14	V
+12IN	VinMax	Tensión de alimentación máxima	5 minutos.	-	-	16	
+12IN	linOp1	Consumo de Corriente de Operación 1 [2]	Puerto Ethernet funcionando, ningún modulo de expansión conectado. VinOp = 12V.	-	0.14	-	A
+12IN	linOp2	Consumo de Corriente de Operación 2 [2]	Puerto Ethernet funcionando, ningún modulo de expansión conectado y todas las salidas relé DO activadas. VinOp = 12V.	-	0.4	-	A

Tabla 11: Salidas de Tensión

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
+12P	12V	Tensión	Sin carga. No regulada. [3]	11	12	14	V
+12P	12I	Corriente	Depende de fuente de alimentación.	-	-	0.8	A
+5D	5V	Tensión		-	5	-	V
+5D	5I	Corriente [1][2]		-	-	200	mA

Notas:

1. La salidas de corriente de +5D sumadas no debe exceder nunca los 200 mA.
2. La salida de corriente +5D combinada con la salida +5Vcc de corriente del puerto de expansión HP3, no deben exceder nunca los 200 mA.
3. El voltaje de salida depende directamente de la tensión en el terminal +12IN.

Tabla 12: Entradas Discretas DIN1 a DIN6 y DIN10 a DIN12

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DIC+	Vd	Tensión directa	Tensión aplicada en terminal DIC+ respecto a terminal DIN.	-	-	35	V
DIN	Vr	Tensión inversa	Tensión aplicada en terminal DIN respecto a terminal DIC+.	-	-	35	V
DIC+	Vih	Tensión de Polarización	Tensión aplicada en terminal DIC+ respecto a terminal DIN necesaria para polarizar el diodo emisor del optoacoplador y producir un 1 lógico en la entrada.	2.8	12	-	V
DIC+	Vil	Tensión [1]	Para producir un 0 lógico en la entrada.	-	-	2.7	
DIC+ / DIN	Zinp	Impedancia de Entrada	Entrada polarizada.	-	1500	-	Ω
DIN / DIC+	ZinPp	Impedancia de Entrada	Entrada no polarizada.	-	1500	-	Ω

Tabla 13: Entradas Discretas DIN7 a DIN8

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DIC+	Vd	Tensión directa	Tensión aplicada en terminal DIC+ respecto a terminal DIN+.	-	-	35	V
DIN	Vr	Tensión inversa	Tensión aplicada en terminal DIN respecto a terminal DIC+.	-	-	35	V
DIC+	Vih	Tensión de Polarización	Tensión aplicada en terminal DIC+ respecto a terminal DIN necesaria para polarizar el diodo emisor del optoacoplador y producir un 1 lógico en la entrada.	7	12	-	V
DIC+	Vil	Tensión [1]	Para producir un 0 lógico en la entrada.	-	-	6.4	
DIC+ / DIN	Zinp	Impedancia de Entrada	Entrada polarizada.	-	1500	-	Ω
DIN / DIC+	ZinPp	Impedancia de Entrada	Entrada no polarizada.	-	1500	-	Ω

Notas:

- Una tensión menor a la máxima especificada, producirá un "0" lógico en la entrada discreta, de la misma manera, si no se aplica tensión (circuito abierto), se obtiene el mismo resultado. Valores intermedios entre Vih y Vil, no están definidos, y pueden producir "0" o "1" lógicos.

Tabla 14: Entrada de Contadores COUNT1 y COUNT2 ^[1]

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DIN1 DIN8	CountF	Frecuencia	Onda cuadrada de 12Vpico-pico, 50% duty cycle aplicada en entrada.	-	-	20	KHz
DIN7 DIN8	Count	Capacidad de variable de cuenta		-	-	32	Bits

Notas:

1. Las entradas de contadores COUNT1 y COUNT2 están compartidas con las entradas DIN7 y DIN8 respectivamente, por lo tanto heredan las mismas características eléctricas.

Tabla 15: Entrada para Contadores DIN ^[1]

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DIN1:DIN12	CountF	Frecuencia	Onda cuadrada de 12Vpico-pico, 50% duty cycle aplicada en entrada. SampleRate por software configurado con valor 0.1 mS.	-	2.5	3	KHz
DIN1:DIN12	Count	Capacidad de variable de cuenta		-	-	32	Bits
DIN1:DIN12	P ^[2]	Precisión		-	1	-	Hz
DIN1:DIN12	E ^[2]	Exactitud		-	1	-	Hz
DIN1:DIN12	STF ^[2]	Tiempo de Inicialización frecuencia	Para cálculo inicial de frecuencia luego de un reset.	-	-	2	S
DIN1:DIN12	UF ^[2]	Tiempo de actualización frecuencia	Para medición de frecuencia una vez inicializado el sistema.	-	-	1	S
DIN1:DIN12	UC ^[2]	Tiempo de actualización de cuenta	Para registrar un incremento de cuenta.	0.2	-	-	mS

Notas:

1. No confunda los contadores DIN con los contadores rápidos por hardware específicos de las entradas DIN7:DIN8 que son más eficientes, exactos y rápidos. Ver pag. 21.
2. Valores pueden variar de acuerdo a actualizaciones de firmware futuras o modelos específicos del dispositivo.

Tabla 16: Salidas a Relé DO1 a DO16 (DOUT1 a DOUT16)

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DO1:DO16	IccMax	Corriente máxima de CC en un solo rele.	Tensión 30 Vcc. Ningún otro rele utilizado.	-	-	3	A
DO1:DO16	IcaMax	Corriente máxima de CA en un solo rele.	Tensión 250 Vca. Ningún otro relé utilizado.	-	-	3	A
DOC1	IMax	Máxima corriente por terminal común numero 1	La sumatoria de corrientes de todos los terminales de salida DO1 a DO8 no deben exceder este valor.	-	-	5	A
DOC2	IMax	Máxima corriente por terminal común numero 2	La sumatoria de corrientes de todos los terminales de salida DO9 a DO16 no debe exceder este valor.	-	-	5	A
DO1:DO16	Mc	Vida Mecánica	Numero de conmutaciones. Carga: 3A 250VCA/30VCC 10 operaciones / minuto	1x10 ⁵	-	-	Veces
DO1:DO16	Mv	Vida Mecánica	Numero de conmutaciones. Sin carga. 300 operaciones / minuto	-	-	1x10 ⁷	Veces
DO1:DO16	To	Tiempo de operación	Inercia mecánica para cerrar el relé.	-	-	15	ms
DO1:DO16	Tr	Tiempo de liberación	Inercia mecánica para abrir el relé.	-	-	5	ms
DO1:DO16	Rc	Resistencia entre contactos		-	-	100	mΩ
DOC1 DOC2	Ac	Aislación eléctrica entre contactos	1 segundo	-	-	750	VAC
DOC1 DOC2	Ab	Aislación eléctrica entre contacto y bobina	1 segundo	-	-	4800	VAC
DOC1 DOC2	Ad	Aislación Eléctrica entre bobina y lógica digital	1 minuto	-	-	3750	Vrms

Tabla 17: Puerto de Expansión HP3

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	VinMax	Tensión Máxima Aplicable a una entrada	Respecto a masa DGND.	-0.5	-	6	V
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Vi	Tensión de Entrada		0	-	5.5	V
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Vo	Voltaje de salida de una salida digital	Salida activada.	0	-	3.3V	V
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Vih	Tensión para producir un "1" en una entrada		2	-	-	V
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Vil	Tensión para producir un "0" en una entrada		-	-	0.8	V
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Io	Corriente sink/source de una salida	Valor max. para operación correcta.	-	-	4	mA
/EXP_INT /BOOTL EXP_IO1	Iop	Corriente sink/sorce pico	Solo en caso de cortocircuito	-	-	45	mA
SDA SCL	VinMax	Tensión Máxima Aplicable a una entrada	Respecto a masa DGND.	-0.5	-	6	V
SDA SCL	Vi	Tensión de Entrada		0	-	5.5	V
SDA SCL	Vo	Voltaje de salida	Salida activada.	0	-	5V	V
SDA SCL	Vih	Tensión para producir un "1" en una entrada		2.31	-	-	V
SDA SCL	Vil	Tensión para producir un "0" en una entrada		-	-	1	V

Tabla 18: Puerto de Expansión HP3 (continuación)

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
RxD/D+ Tx/D-		-	Jumper J1 no colocado	Según estándar eléctrico RS-232			V
RxD/D+ Tx/D-		-	Jumper J1 colocado	Según estándar eléctrico RS-485			V
+12Vcc	12V	Tensión	Sin carga. No regulada.	11	12	14	V
+12Vcc	12I	Corriente [1]	Depende de fuente de alimentación.	-	-	0.5	A
+5Vcc	5V	Tensión		-	5	-	V
+5Vcc	5I	Corriente [1][2]		-	-	200	mA

Notas:

1. Las salidas de corriente de +5Vcc y +12Vcc sumadas, no deben exceder nunca los 500 mA.
2. La salida de corriente +5Vcc combinada con la salida +5D de corriente del puerto de tensión de salidas (ver **Tabla 11**), no deben exceder nunca los 200 mA.

Tabla 19: Puerto Serie RS232 / RS485

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
RxD/D+ Tx/D-		-	Jumper J1 no colocado	Según estándar eléctrico RS-232			V
RxD/D+ Tx/D-		-	Jumper J1 colocado	Según estándar eléctrico RS-485			V
-	Pbps	Velocidad	Configurable	-	-	112500	Bps
-	Pfmt	Formato	Configurable	Par, impar, ninguna, 1-2 stop			
-	Com RS233	Comunicación RS232	Jumper J1 no colocado	Full-Duplex			
-	Com RS485	Comunicación RS485	Jumper J1 colocado	Half-Duplex			

Tabla 20: Interfaz Ethernet ETH1

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
-	Vel	Velocidad Tx / Rx	Half – Duplex	-	-	10	Mbits/S
-	Buf	Buffer RAM.		-	-	8	KBytes
-	DW	Dielectric Withstand (aislamiento)	Entre pins conector y lógica de placa interna.	-	-	1500	Vca

Tabla 21: Memorias

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
EEPROM Cycles	Ciclos de borrado y escritura	25 °C	1000000	-	-	Ciclos
EEPROM Write Cycle	Tiempo de escritura.	No incluye tiempo extra requerido por el comando. Byte o Pagina (64-bytes).	5	-	-	mS
ROM (FLASH) Cycles	Ciclos de borrado y escritura	Ejemplo: Actualizar firmware	100000	-	-	Ciclos

Tabla 22: RTC (Reloj de Tiempo Real)

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
Battery	Tipo de batería	Marcas recomendadas: Maxell, Energizer, Panasonic, Sony.	CR1216	CR1220	CR1225	-
Time	Tiempo de duración de batería ^[1] .	Dispositivo no energizado. Consumo de 18.5 uA. Tipo de batería: CR1220.	-	73	81	días
Ibat	Consumo de batería	Dispositivo no alimentado eléctricamente.	-	18.5	-	uA
RTC Error	Indicador de error en reloj.					Led "RTC Error" e informe por software.
Date	Capacidad del reloj					Hora y fecha.

Tabla 23: Condiciones Ambientales

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
Top	Temperatura de Operación		0	25	50	°C
Tstg	Temperatura de Almacenamiento		-20	-	70	°C

Tabla 24: Parámetros Generales

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
Peso	Peso total del dispositivo	Sin incluir fuente y cables de conexión externos.	-	360	365	Gramos
Dimensión Riel DIN			-	35	-	mm
Inflamabilidad Plástico		Plástico de gabinete		Cumple estándar UL94V-0		

12. Características Físicas y Mecánicas

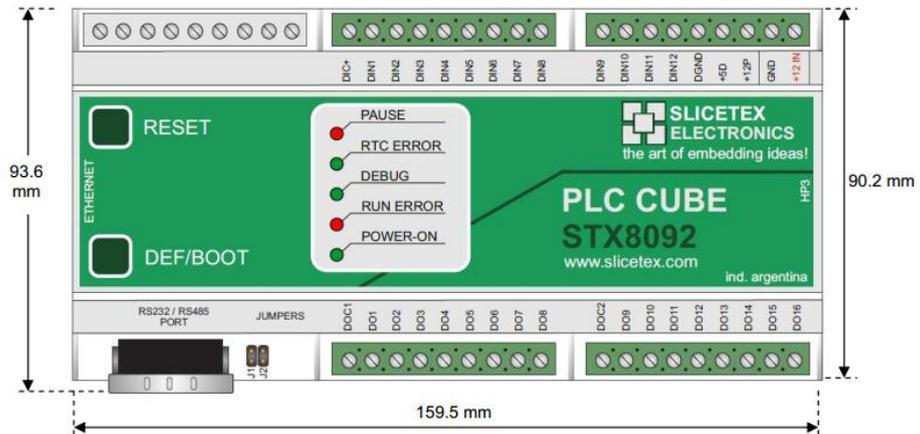


Figura 19: Dimensiones vista superior

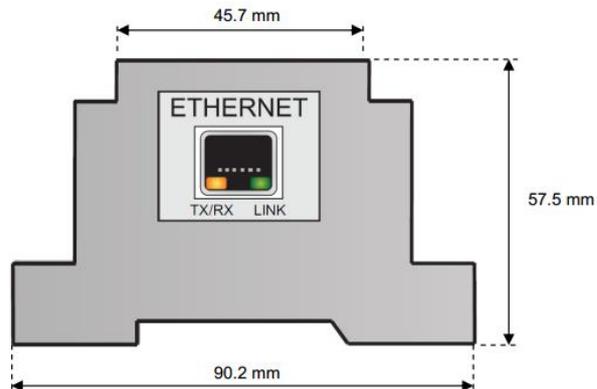


Figura 20: Dimensiones vista lateral

2. Módulos de expansión



STX570 A
Hoja de Datos

STX570-A

Modulo de Expansión de E/S Discretas

Hoja de Datos

Autor: Ing. Boris Estudiez

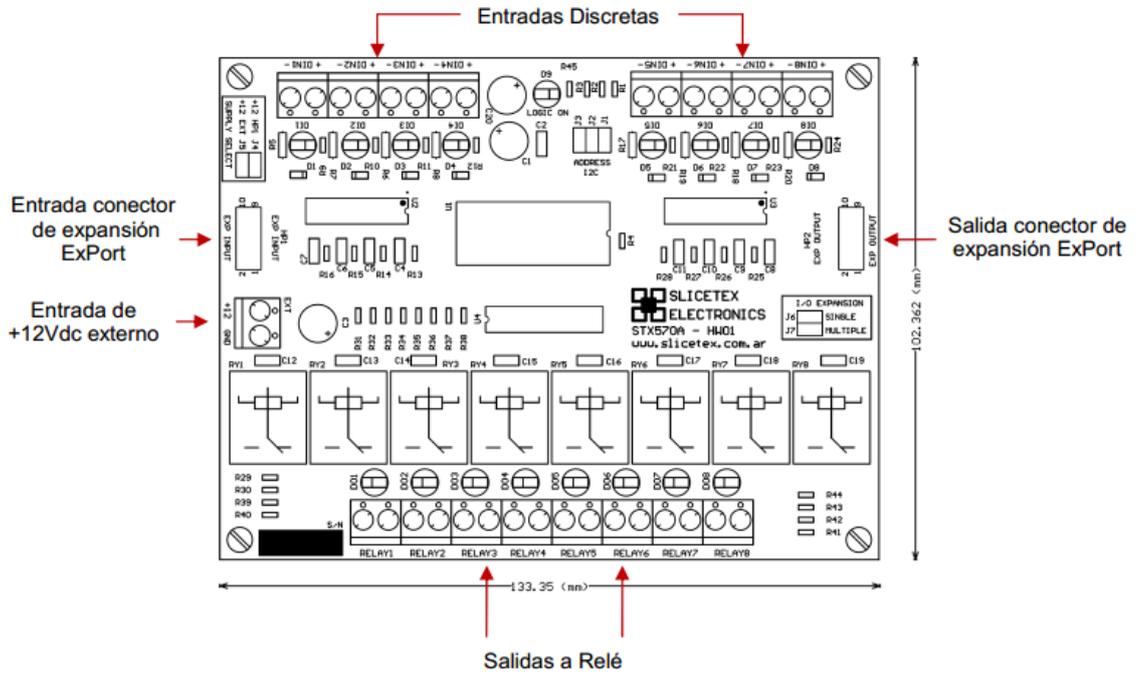
Modelos Aplicables	A
--------------------	---



Tabla 1: Modelos disponibles y sus características distintivas.

	STX570-A	STX570-B	STX570-C
Entradas	8	8	8
Salidas	8	8	8
Tipo de Salida	RELES	TRIACS	TRANSISTORES
Estado	En Producción	En Desarrollo	En Desarrollo

6.1 Localización de Entradas y Salidas



6.2 Descripción de Entradas y Salidas

Tabla 2: Entradas y Salidas

Símbolo	Tipo	Numero de Terminales	Descripción
HP1 EXP. INPUT	E/S	10	Conector de entrada para puerto de expansión ExPort HP2/HP3.
+12	E	1	Entrada de tensión +12Vdc (corriente continua) desde fuente externa. Para utilizarla el jumper J5 debe estar colocado.
GND	S	1	Masa digital, donde se conecta la masa de la fuente de +12V si se utiliza.
HP2 EXP. OUTPUT	E/S	10	Conector de expansión, para conectar placas en cascada.
+DIN1	E	1	Entrada discreta 1, optoacoplada, Ánodo.
-DIN1	E	1	Entrada discreta 1, optoacoplada, Cátodo.

Tabla 3: Entradas y Salidas (continuación)

Símbolo	Tipo	Numero de Terminales	Descripción
+DIN2	E	1	Entrada discreta 2, optoacoplada, Ánodo.
-DIN2	E	1	Entrada discreta 2, optoacoplada, Cátodo.
+DIN3	E	1	Entrada discreta 3, optoacoplada, Ánodo.
-DIN3	E	1	Entrada discreta 3, optoacoplada, Cátodo.
+DIN4	E	1	Entrada discreta 4, optoacoplada, Ánodo.
-DIN4	E	1	Entrada discreta 4, optoacoplada, Cátodo.
+DIN5	E	1	Entrada discreta 5, optoacoplada, Ánodo.
-DIN5	E	1	Entrada discreta 5, optoacoplada, Cátodo.
+DIN6	E	1	Entrada discreta 6, optoacoplada, Ánodo.
-DIN6	E	1	Entrada discreta 6, optoacoplada, Cátodo.
+DIN7	E	1	Entrada discreta 7, optoacoplada, Ánodo.
-DIN7	E	1	Entrada discreta 7, optoacoplada, Cátodo.
+DIN8	E	1	Entrada discreta 8, optoacoplada, Anodo.
-DIN8	E	1	Entrada discreta 8, optoacoplada, Cátodo.
RELAY1	S	2	Salidas del relé 1, normal abierto.
RELAY2	S	2	Salidas del relé 2, normal abierto.
RELAY3	S	2	Salidas del relé 3, normal abierto.
RELAY4	S	2	Salidas del relé 4, normal abierto.
RELAY5	S	2	Salidas del relé 5, normal abierto.
RELAY6	S	2	Salidas del relé 6, normal abierto.
RELAY7	S	2	Salidas del relé 7, normal abierto.
RELAY8	S	2	Salidas del relé 8, normal abierto.

10 Características Eléctricas y Dinámicas

10.1 Alimentación

Tabla 8: Fuente de Alimentación

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
+12	Vin	Tensión de Alimentación en bamera EXT		10.5	12	15	V
-	lin-Logica	Consumo de Corriente de Alimentación de Lógica	Lógica activada, +5V presente, todos los leds activados.	-	110	-	mA
-	lin-Relays	Consumo de Corriente de Alimentación de Relays	Todos los Relays Activados.	-	230	-	mA
-	linTot	Consumo Total	linLogica+linRelays	-	340	-	mA

10.2 Entradas Discretas (DIN1 a DIN8)

Tabla 9: Entradas Discretas DIN1 a DIN8

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
DIN+	Vd	Tensión directa	Tensión aplicada en terminal DIN+ respecto a terminal DIN-.	-	-	35	V
DIN-	Vr	Tensión inversa	Tensión aplicada en terminal DIN- respecto a terminal DIN+.	-	-	35	V
DIN+	Vih	Tensión de Polarización	Tensión aplicada en terminal DIN+ respecto a terminal DIN- necesaria para polarizar el diodo emisor del optoacoplador y producir un 1 lógico en la entrada.	7	7.5	-	V
DIN+	Vil	Tensión [1]	Para producir un 0 lógico en la entrada	-	-	5	
DIN+ / DIN-	Zinp	Impedancia de Entrada	Entrada polarizada.	-	1500	-	Ω
DIN+ / DIN-	ZinP	Impedancia de Entrada	Entrada no polarizada.	-	11500	-	Ω

10.3 Salidas a Relé (RELAY1 a RELAY8)

Tabla 10: Salidas a Relé RELAY1 a RELAY8

Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
RELAY	IccMax	Corriente máxima de CC	Tensión 30 Vcc.	-	-	4	A
RELAY	IcaMax	Corriente máxima de CA	Tensión 250 Vca.	-	-	4	A
RELAY	M	Vida Mecánica	Numero de conmutaciones.	-	-	10x10 ⁶	Veces

11.3 Conexión al PLC

Para conectar la placa STX570A al PLC, debemos identificar un puerto expansión **ExPort (HP2 o HP3)** libre en el PLC y proceder a conectarlo con el puerto **“HP1 Exp. Input”** de la placa STX570A. Un cable plano de 10 hilos se suministra para realizar la conexión.



Fig: Cable Plano de Conexión Típico

Esta conexión debe realizarse con ambos sistemas apagados.

Si solo conectamos una placa STX570A al PLC, los jumpers J4 y J6 deben estar colocados.

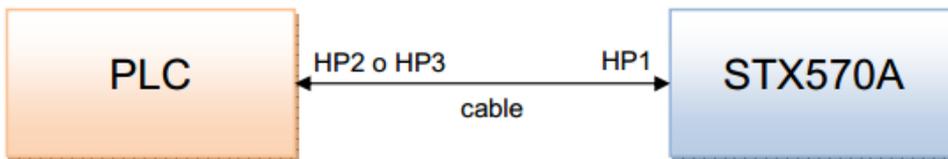


Fig: Conexión de una placa STX570A al PLC

El próximo paso es asignar una dirección I2C a la placa STX570A mediante los jumpers J1, J2 y J3. Recordar la dirección asignada, ya que deberá ser suministrada desde el programa del PLC para comandar la placa (en el caso de utilizar lenguaje Pawn). La siguiente tabla explica cómo colocar los jumper para determinar la dirección:

Tabla 11: Direcciones posibles de la placa.

Dirección	Jumper J3	Jumper J2	Jumper J1
0	No colocado	No colocado	No colocado
1	No colocado	No colocado	Colocado
2	No colocado	Colocado	No colocado
3	No colocado	Colocado	Colocado
4	Colocado	No colocado	No colocado
5	Colocado	No colocado	Colocado
6	Colocado	Colocado	No colocado
7	Colocado	Colocado	Colocado

Ejemplo, si no colocamos jumpers, la dirección es 0. Si J1 y J3 está colocado la dirección es 5.

11.4 Conexión en Cascada

La conexión en cascada permite conectar hasta 8 placas al puerto de expansión.

Cada placa debe tener una dirección I2C diferente, ver “Tabla 11: Direcciones posibles de la placa.”, en pagina 14, para asignarla.

En este tipo de conexión, la alimentación de +12Vcc de las placas STX570A, debe ser suministrado a través de una fuente externa y no desde el conector de expansión del PLC. Tenga presente el consumo de cada placa, para dimensionar la corriente de la fuente externa.

Por lo tanto, cada placa STX570A, debe tener el jumper J5 colocado (asegurarse que el jumper J4 no esté colocado, o puede dañar el PLC).

Lenguaje Pawn:

- Si programa con eventos del puerto de expansión, en cada placa, el jumper J7 debe estar colocado, excepto en la última placa de la cascada, en el cual el jumper J6 debe estar colocado.
- Si no programa con eventos del puerto de expansión, todas las placas deben tener el jumper J6 colocado.

Lenguaje Ladder:

- Todas las placas deben tener el jumper J6 colocado.

Por ejemplo, supongamos conectar 3 placas STX570A al PLC para utilizarlas con lenguaje Ladder o lenguaje Pawn (sin eventos):

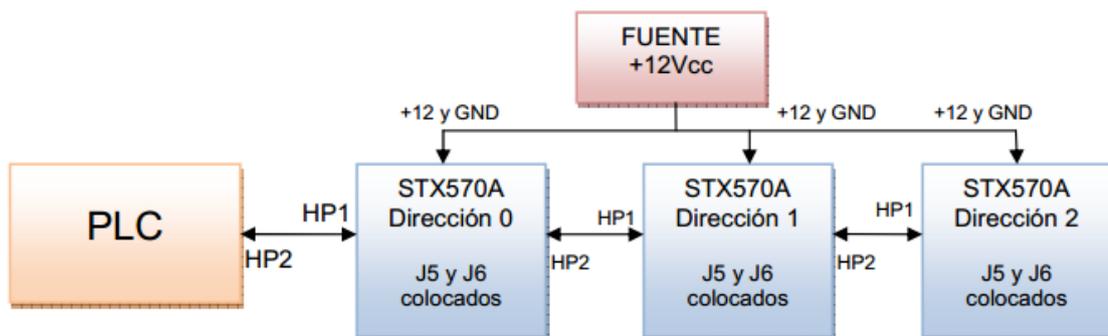


Fig: Conexión en cascada de 3 placas STX570A al PLC

En la figura anterior puede observarse como las 3 placas son conectadas al PLC. Cada una tiene una dirección distinta (determinada por los jumpers J1 a J3). El jumper J5 y J6 se coloca en todas las placas.

3. HMI



SLICETEX
ELECTRONICS

STX-LADDER
Nota de Aplicación AN024

4 Teoría de Funcionamiento

El panel HMI SH-300 se comunica al PLC de Slicetex Electronics utilizando el protocolo **ModBus RTU**, el cual emplea una conexión serial como enlace físico al PLC (RS232 o RS485).

El PLC debe ser configurado como servidor ModBus, ya que el SH-300 se conecta periódicamente como cliente al PLC para leer o transmitir datos (valores de variables, bits, etc).

Una transacción típica entre el SH-300 y el PLC utilizando el protocolo **ModBus RTU** se muestra en la Figura 1 a continuación:

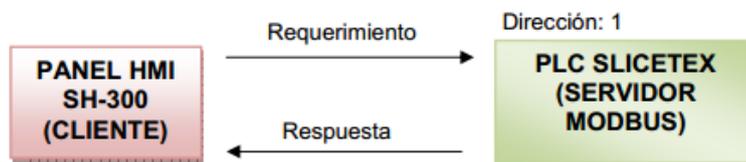


Fig. 1: Transacción entre HMI y PLC.

La figura 1, muestra el proceso que lleva a cabo el SH-300 cuando se comunica con el PLC. Los pasos son los siguientes:

1. **Configuración:** El PLC debe configurar los parámetros para funcionar como servidor ModBus, por ejemplo la dirección ModBus RTU, velocidad del puerto, formato de datos, etc. Debe coincidir con la utilizada por el panel HMI.
2. **Requerimiento:** El panel HMI envía una función ModBus al servidor para leer o escribir datos.
3. **Respuesta:** El servidor procesa el requerimiento del panel HMI, y devuelve una respuesta que depende de la función ModBus ejecutada.
4. **Recepción:** El panel HMI recibe la respuesta (puede mostrar el valor de una variable en el display LCD por ejemplo).
5. **Fin:** El panel HMI puede realizar otro requerimiento al servidor si es necesario.

La conexión física al PLC desde el panel puede ser a través de RS232 o RS485 (depende de modelo de PLC). Algunos PLC quizás requieran de un convertor de lógica 3.3V a RS232 para interactuar con el panel HMI a través del puerto de expansión.

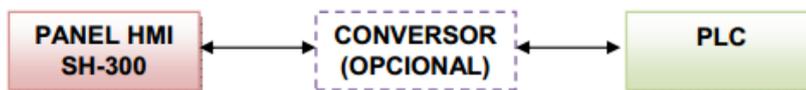


Fig. 2: Enlace físico entre HMI y PLC.

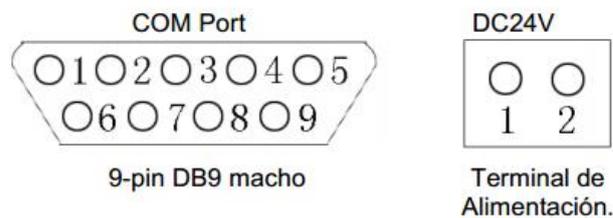


4.2 Cableado del Panel HMI

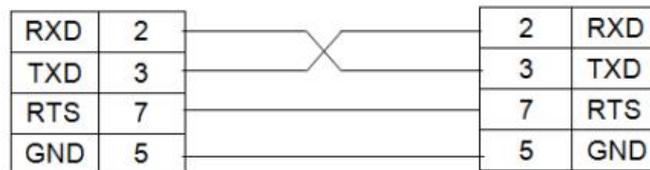
El SH-300 se alimenta con una tensión que debe estar en el rango de 12Vdc a 24Vdc (+/-10%), con un consumo menor a 300 mA. Ver terminal de alimentación.

La conexión al PLC y a la computadora (para transferir programa) se realiza a través de un conector DB9. El panel trae de fábrica un cable para conectar a la PC o PLC (puede requerir conversor, consultar).

La figura siguiente muestra los terminales de comunicación y alimentación del panel HMI.



El cable que el panel HMI trae por fábrica es del tipo "null-modem" y se muestra a continuación:



Para conectar el panel HMI a la PC utilizando el cable provisto para programarlo, puede ser necesario un conversor USB-RS232 si su computadora no tiene puerto serie.

Para conectar el panel HMI al PLC utilizando el cable provisto mediante RS232, puede ser necesario un conversor de lógica 3.3V a RS232 (depende del modelo de PLC). Si construye su propio cable de conexión, la señal **RTS** de la figura anterior **no** es necesaria.

Nota: Más información sobre especificaciones eléctricas pueden encontrarse en el Manual de Usuario del HMI SH-300.

4. Fuente de 12 Vcc



SLICETEX
ELECTRONICS

STX612

Hoja de Datos

STX612

Fuente Alimentación Conmutada +12Vcc Para Riel DIN

Hoja de Datos

Autor: Ing. Boris Estudiez



1. Descripción General

La **STX612** es una fuente conmutada de +12Vcc en formato para montaje sobre riel DIN, diseñada para alimentar dispositivos principales como PLC, DAQ, etc que requieren gran confiabilidad en su alimentación.

La fuente incorpora filtros de línea y circuitos de alta calidad diseñados para filtrar interferencia electromagnética (EMI), además de protecciones contra sobre voltaje, sobre carga y cortocircuito.

2. Características de Hardware Principales

- Salida de tensión: +12Vcc.
- Corriente soportada: 2.1A.
- Entrada CA universal: 110/220 VCA @ 50/60 Hz.
- Filtros EMI y de línea.
- Protección sobre-carga, cortocircuito y sobre-voltaje.
- Formato para montar sobre riel DIN 35 mm. Diseño compacto.
- Borneras de conexión enchufables/móviles.
- Led indicación de energía.

4.2 Características Eléctricas y Dinámicas

Tabla 2: Especificaciones eléctricas.

Conector Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
ACIL ACIN	VinCA	Tensión de alimentación Operación	Tensión alterna. Frecuencia: 47 a 63 Hz	85	-	264	Vca
ACIL ACIN	VinCC	Tensión de alimentación Operación	Tensión continua.	120	-	370	Vcc
+VO	VoutCC	Tensión de salida	Tensión continua, respecto a masa o terminal GND.	-	12	-	Vcc
+VO	Vadj	Rango ajuste tensión de salida	A través de preset.	10.8	-	13.5	Vcc
+VO	IoutCC	Corriente de salida	Corriente continua. Solo debe usarse hasta la corriente nominal.	0	2.1	2.34	A
+VO	Pout	Potencia de salida	Potencia disponible de uso.	-	25.2	-	W
+VO		Pico de carga	Solo 10 segundos, cada 30 segundos.	-	-	28.8	W
+VO		Ripple y ruido		-	-	100	mVpp
+VO		Tolerancia de voltaje	Suma de regulación de línea y regulación de carga.	-	+/- 1	-	%

Tabla 2: Especificaciones eléctricas.

Conector Pin	Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
+VO		Regulación de línea		-	+/- 0.5	-	%
+VO		Regulación de carga		-	+/- 0.5	-	%
+VO		Tiempo de inicio	El mínimo es a máxima carga.	30	-	1000	mS
		Eficiencia		-	86	-	%
		Protección sobre carga	Modo: se recupera automáticamente luego de eliminar condición de falla. Porcentaje de potencia de salida.	115	-	170	%
		Protección de sobre voltaje	Modo: Apagado de salida, luego se recupera automáticamente.	14	-	17	V
		Voltaje de protección	Máximo 10 segundos en entrada.	-	-	3	KVca
		Coefficiente de temperatura	0 a 50 °C	-	+/-0.03	-	% / °C

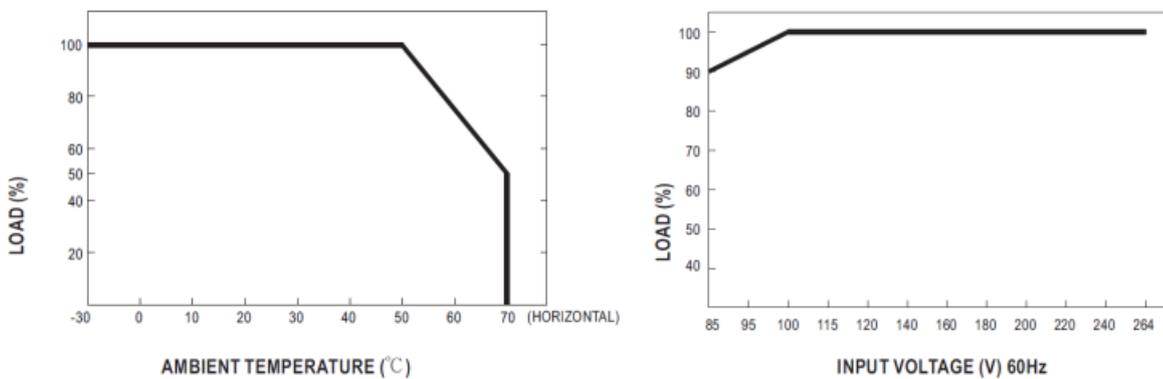
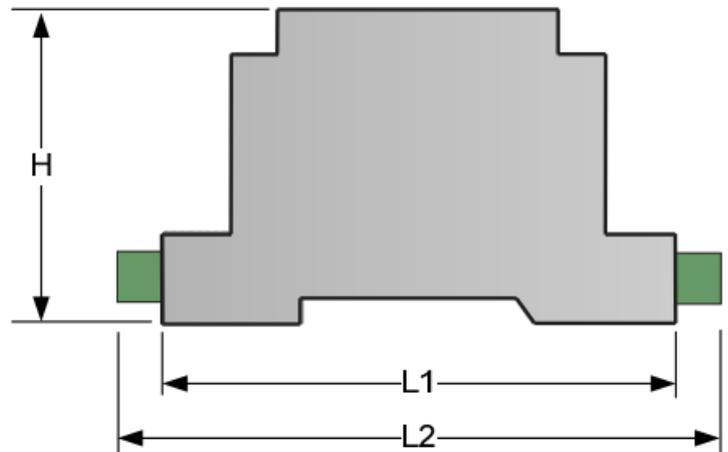


Figura 4: Curvas de operación dinámica.

4.2 Características Mecánicas y Ambientales

Tabla 3: Especificaciones mecánicas y ambientales.

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Nominal	Max.	Unidad
W	Peso		-	0.1395	-	Kg
PKG	Formato	Riel DIN 35 mm	-	-	-	-
Temp	Temperatura de operación		-30	-	70	°C
Hum	Humedad de operación.	Humedad relativa, no condensada	20	-	90	%
TempSto	Temperatura de almacenamiento.	10-95% humedad relativa	-40	-	85	°C
L1	Dimensiones	Largo, sin borneras.	-	90.4	-	mm
L2	Dimensiones	Largo, incluye borneras.	-	107	-	mm
A	Dimensiones	Ancho	-	54.3	-	mm
H	Dimensiones	Alto	-	57.8	-	mm

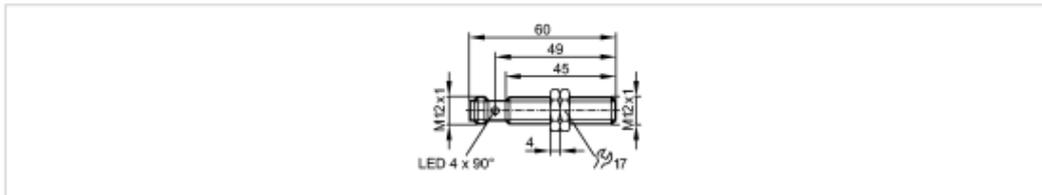


5. Sensores inductivos

IFS242

IFK3004BANKG/US-104

Detectores inductivos



Características del producto

Detector inductivo
Rosca metálica M12 x 1
Conexión por conector
Alcance aumentado
contactos dorados
Alcance 4 mm; [b] enrasable

Datos eléctricos

Alimentación	DC NPN
Tensión de alimentación [V]	10...30 DC
Consumo [mA]	< 10
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	sí

Salidas

Función de salida	normalmente abierto
Caída de tensión [V]	< 2,5
Corriente de salida [mA]	100
Protección contra cortocircuitos	sí
Resistente a sobrecargas	sí
Frecuencia de conmutación [Hz]	700

Rango de detección

Alcance [mm]	4
Alcance real (Sr) [mm]	4 ± 10 %
Alcance operativo [mm]	0...3,24

Precisión / diferencias

Factores de corrección	acero = 1 / inox aprox. 0,7 / latón aprox. 0,5 / aluminio aprox. 0,4 / cobre aprox. 0,3
Histéresis [% del Sr]	3...15
Deriva del punto de conmutación [% del Sr]	-10...10

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente [°C]	-40...85
Grado de protección	IP 65 / IP 66 / IP 67 / IP 68 / IP 69K

Homologaciones / pruebas

CEM	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD
	EN 61000-4-3 HF radiado: 10 V/m
	EN 61000-4-4 Burst: 2 kV
	EN 61000-4-6 HF guiado: 10 V
	EN 55011: clase B

IFS242

IFK3004BANKG/US-104

Detectores inductivos

Resistencia a vibraciones	EN 60068-2-6 Fc	20 g (10...3000 Hz) / 50 ciclos de frecuencia, 1 octavo/minuto, en 3 ejes
Resistencia a choques	EN 60068-2-27 Ea	100 g (11ms semisinusoidal; respectivamente 3 choques en cada dirección de los 3 ejes de coordenadas)
Resistencia a choques continuos	EN 60068-2-29 Eb	40 g (6 ms; respectivamente 4000 choques en cada dirección de los 3 ejes de coordenadas)
Cambios rápidos de temperatura	EN 60068-2-14 Na	TA = -40°C; TB = 85°C; t1 = 30 min; t2 = < 10 s; 50 ciclos
Test de niebla salina pulverizada	EN 60068-2-52 Kb	Grado de severidad 5 (4 ciclos de prueba)
MTTF [años]		1603
Número de homologación UL		A001

Datos mecánicos

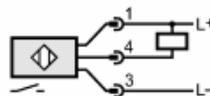
Montaje	enrasable	
Materiales de la carcasa	latón revestido de bronce blanco; cara activa: PBT naranja; Ventana LED: PEI; tuercas de fijación: latón revestido de bronce blanco	
Peso [kg]	0,029	

Indicaciones / elementos de mando

Indicación del estado de conmutación	LED	4 x amarillo
--------------------------------------	-----	--------------

Conexión eléctrica

Conexión	Conector M12; contactos dorados
----------	---------------------------------

Conexión**Accesorios**

Accesorios (incluidos)	2 tuercas de fijación
------------------------	-----------------------

Notas

Cantidad por pack [Pieza]	1
---------------------------	---

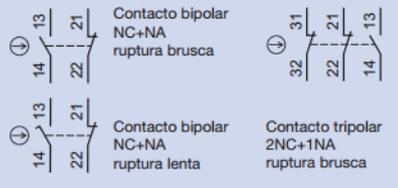
ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45128 Essen — Nos reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso. — ES — IFS242 — 28.02.2013

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 95 de 102
------------------------------------	-----------------------------	---------	------------------

6. Finales de carrera

Industriales: XCKJ, interruptores completos

XCKJ

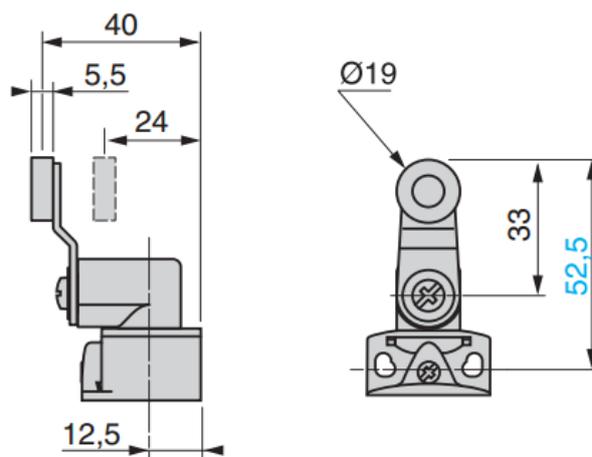


Tipo XCKJ metálico, cuerpo fijo, conforme a la norma EN 50041

Dispositivo de mando	Pulsador metálico	Pulsador con roldana de acero	Leva con roldana de termoplástico	Leva con roldana de acero	Leva con roldana de termoplástico de longitud variable
Durabilidad mecánica (millones de ciclos de funcionamiento)	30	25	30	30	30
Velocidad de actuación (m/s)	0,5	1	1,5	1,5	1,5
Certificación de producto	CE - UL - CSA - CCC - GOST - C-TICK - BV				
Grado de protección conforme a IEC 60529	IP 667				
Características de funcionamiento nominales (conforme a EN IEC 60947-5-1)	CA-15; A300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A) / CC-13; Q300 (Ue = 250 V, Ie = 0,27 A)				
Entrada de cable (1)	1 entrada roscada para prensaestopas ISO M20 x 1,5				
Ejes de fijación (mm)	30 x 60				
Dimensiones del cuerpo An x P x Al (mm)	40 x 44 x 77				

Interruptor completo	M20	Bipolar NC+NA, ruptura brusca	⊖ XCKJ161H29	⊖ XCKJ167H29	⊖ XCKJ10511H29	⊖ XCKJ10513H29	XCKJ10541H29
		Bipolar NC+NA, interrupción previa a la conexión, ruptura lenta	⊖ XCKJ561H29	⊖ XCKJ567H29	⊖ XCKJ50511H29	⊖ XCKJ50513H29	XCKJ50541H29
	NPT de 1/2"	Bipolar NC+NA, ruptura brusca	⊖ XCKJ161H7	⊖ XCKJ167H7	⊖ XCKJ10511H7	⊖ XCKJ10513H7	XCKJ10541H7
	M12 5P	Bipolar NC+NA, ruptura brusca	⊖ XCKJ161D	⊖ XCKJ167D	⊖ XCKJ10511D	⊖ XCKJ10513D	XCKJ10541D

⊖ Maniobra de apertura positiva.



7. Parada de emergencia por cable

Compact Rope Pull Emergency Stop Switch

- Compact size allows this switch to be used on smaller machines with a mounting width of 40 mm (1.57 in.) and covering rope spans up to 40 m (131 ft.)
- Tension indicator makes system setup and rope tension maintenance easy
- Contact arrangements of 2 N/C + 1 N/O or 3 N/C
- IP67 (NEMA 6) enclosure enables the ER5018 switch to withstand water washdown cleaning
- Heavy-duty housing—the die-cast housing and stainless steel eye nut makes the ER5018 suitable for demanding industrial applications
- Integral E-Stop—the optional E-stop provides emergency stopping at the extreme end of the installation
- Reset button—the blue reset button must be pushed in order to return to "machine run" condition following switch actuation by a pulled or slacked rope
- Vibration tolerant—the snap-acting switch contacts protect against nuisance tripping due to vibration
- Rubber bellows contain UV inhibitor making the switches suitable for outdoor applications
- A Rapid Delivery Product: Select models are available for shipment today or within 3 to 5 days



Conforms to IEC947-5-1, IEC947-5-5,
EN418, UL508, BS5304
UL and C-UL listed, TUV certified

Specifications

Electrical	All Models
Contact Configurations:	2 N/C + 1 N/O, 3 N/C
Safety Contacts:	2 N/C, 3 N/C
Switching Ability	AC: 120 V-6 A, 240 V-3 A, Inductive DC: 24 V-2.5 A, Inductive
Auxiliary Contacts:	1 N/O
Max Switching Current/Volt/Amp:	240 V/720 VA
Minimum Current:	5 V 5 mA DC
Electrical Life:	1 x 10 ⁶ minimum
Mechanical	
Mounting:	Any position
Mounting Hardware:	2 x M5 screws
Max Rope Span:	40 m (131 ft.)
Operation Force:	< 125 N (28 lb.)
Tensioning Force to Run Position:	130 N (23 lb.) typical
Case Material:	Die-cast aluminum alloy
Eye Nut Material:	Stainless Steel
Stainless Accessory Items:	304 Stainless Steel
Wiring Entry:	3 x M20 or 3 x 0.5 in. NPT
Weight:	675 g (23.8 oz.)
Color:	Yellow
Mechanical Life:	1 x 10 ⁶ minimum
Environmental	
Protection:	IP67 (NEMA 6)
Operating Temperature:	-25 to 80°C (-13 to 176°F)
Cleaning:	Water washdown
Compliance	
Standards:	IEC947-5-1, IEC947-5-5, EN418, UL508, BS5304
Approvals/Listings:	CE marked for all applicable directives, UL and C-UL, TUV

Specifications are subject to change without notice.

Note: The safety contacts of the STI switches are described as normally closed (N/C)—i.e., with the rope properly tensioned and the machine able to be started.

Preparó: Guy José y Petelín Andrés	Revisó: Ing. Gustavo Puente	Aprobó:	Página 97 de 102
------------------------------------	-----------------------------	---------	------------------

ER5018 Emergency Stop Devices

Operation



Blue Reset Knob

A blue reset button is provided to easily return the unit back to its machine-run position after actuation.



Emergency Push Button

The emergency push button may be installed or repositioned in the field. The ER5018 has two possible mounting positions for the emergency stop button.

Installation Hardware Available



Installation Hardware

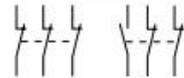
Individual hardware items may be purchased for specific installation requirements.



RK Rope Tension Kit

The RK Rope Tension Kit comes with all of the required hardware for most installations. A spring is required as shown in the installation example below. For up to 50 m rope span, one rope end is terminated with a thimble, permanent clamp, and quick link attached. For over 50 m rope span, 2 Tension/Gripper assemblies are supplied (no quick link.)

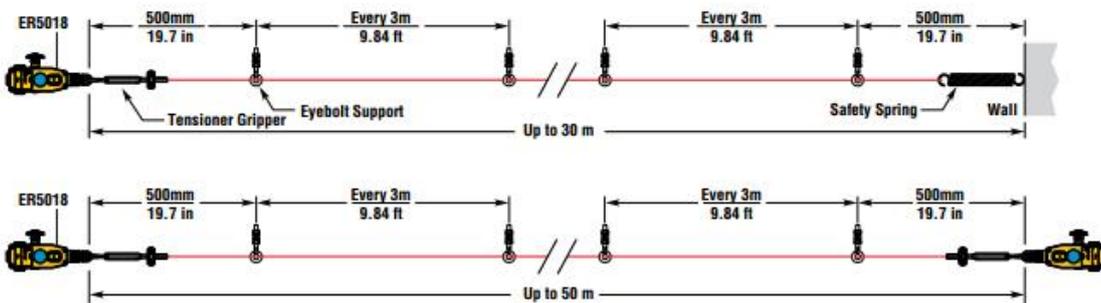
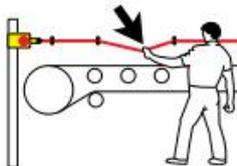
Contact Arrangements



	0 mm 0 in	3.5 0.14	14.5 0.57	17.0 0.67
2NC + 1NO Versions	Rope Slack	Tension Range		Rope Pulled
11/12				
21/22				
33/34				
3NC Versions	Rope Slack	Tension Range		Rope Pulled
11/12				
21/22				
31/32				

Contact Open Contact Closed

Mounting Specification



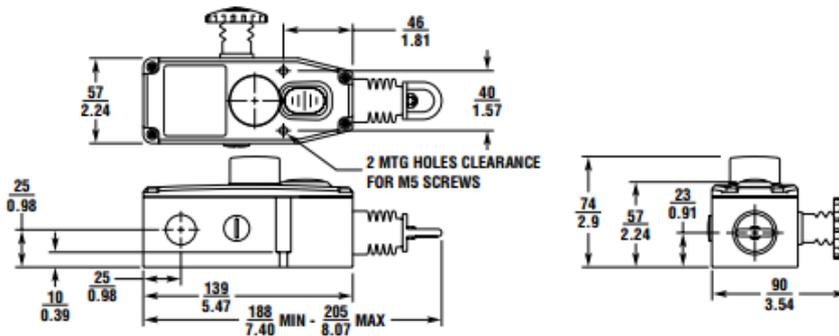
For a guide to installing, see "Proper Installation of Rope or Wire Pull Emergency Stop Devices" in the Expert Area Section of this catalog on page A-78.

ER5018 Emergency Stop Devices

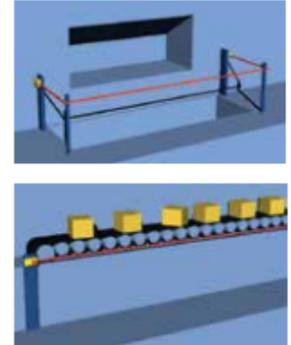
Dimensions

(mm/in.)

Applications



Typical applications are on conveyor systems and across rotating machinery, and around hazardous areas.



Ordering

Model	E-Stop	Contacts	Wiring Entry	Part No.
ERS018-021M	Not included	2 N/C + 1 N/O	3 x M20	44506-4010
ERS018-021N	Not included	2 N/C + 1 N/O	3 x 1/2 in. NPT	44506-4020
ERS018-030M	Not included	3 N/C	3 x M20	44506-4030
ERS018-030N	Not included	3 N/C	3 x 1/2 in. NPT	44506-4040
ERS018-021ME	Included	2 N/C + 1 N/O	3 x M20	44506-4110
ERS018-021NE	Included	2 N/C + 1 N/O	3 x 1/2 in. NPT	44506-4120
ERS018-030ME	Included	3 N/C	3 x M20	44506-4130
ERS018-030NE	Included	3 N/C	3 x 1/2 in. NPT	44506-4140

Accessories					Part No.
Stainless Steel Rope Kits	Quick Link	Eye-bolts	Tension/ Gripper Assembly	Allen Wrench	
RK5, 5 m Kit	Yes	3	1	1	44506-2705
RK10, 10 m Kit	Yes	5	1	1	44506-2710
RK15, 15 m Kit	Yes	7	1	1	44506-2715
RK20, 20 m Kit	Yes	9	1	1	44506-2720
RK30, 30 m Kit	Yes	12	1	1	44506-2730
RK50, 50 m Kit	Yes	20	1	1	44506-2750
RK80, 80 m Kit	No	30	2	2	44506-2780
RK100, 100 m Kit	No	37	2	2	44506-2711
RK126, 126 m Kit	No	45	2	2	44506-2726
Rope Only					
R5M, 5 m Rope Only					44506-3705
R10M, 10 m Rope Only					44506-3710
R20M, 20 m Rope Only					44506-3720
R30M, 30 m Rope Only					44506-3730
R50M, 50 m Rope Only					44506-3750
R80M, 80 m Rope Only					44506-3780
R100M, 100 m Rope Only					44506-3711
R126M, 126 m Rope Only					44506-3726

Accessories	Part No.
SM06-SL400, Replacement Lid	44506-3700
SM06-TK00, Tensioner Kit (Turnbuckle, 8 Rope Grips & 4 Thimbles)	44506-0700
SM06-TG00, Tensioner Gripper, Stainless Steel	44506-4700
SM06-EB10, Eye Bolt, Stainless Steel, 8 per pack	44506-4710
SM06-EB20, Eye Bolt, Galvanized	44506-0720
SM06-DL20, Double Loop Clip, Stainless Steel, 4 per pack	44506-4720
SM06-DL21, Double Loop Clip, Galvanized, 4 per pack	44506-4721
SM06-THSS, Thimble, Stainless Steel, 4 per pack	44506-4770
SM06-THGV, Thimble, Galvanized, 4 per pack	44506-4771
SM06-TB30, Turnbuckle, Stainless Steel	44506-4730
SM06-TB31, Turnbuckle, Galvanized	44506-4731
SM06-SP30, Spring, Galvanized	44506-0730
SM06-SP50, Spring, Stainless Steel	44506-4750
SM06-RPSS, Rope Pulley, Stainless Steel	44506-4780
SM06-ES60, E-Stop Mechanism	44506-4760

8. Cables de comando

INSTRUM@X® **Baja Tensión** **Cables para Instrumentación**
300 V 105°C-PLTC **Electrónica**

NORMA CONSTRUCTIVA ▶ UL 13

DESCRIPCIÓN ▶ Tensión nominal =300 V.



CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido, según ASTM B3.
Formación: 7 alambres.
Temperatura máxima en servicio continuo: 105°C.

AISLANTE

Material: PVC, según requisitos de UL 13.
Colores:
 Pares: Blanco, Negro.
 Ternas: Blanco, Negro y Rojo.
 Cuadretes: Blanco, Negro, Rojo y verde.

REUNIÓN

Las posibles reuniones son de, dos conductores (par), tres conductores (terna) o cuatro conductores (cuadrete).

CONDUCTOR DE DRENAJE (si el cable posee blindaje individual)

Material: Cobre electrolítico recocido estañado.
Sección: 20 AWG
Formación: 7 alambres.

BLINDAJE INDIVIDUAL (sobre cada par, terna o cuadrete, en caso de requerirse)

Tipo: Cinta de aplicación helicoidal, con un 100% de cobertura.
 En contacto directo con el conductor de drenaje.
Material: Aluminio - Poliéster.

REUNIÓN

De los posibles pares, ternas o cuadretes.

CONDUCTOR DE DRENAJE (si el cable posee blindaje general)

Material: Cobre electrolítico recocido estañado.
Sección: 20 AWG
Formación: 7 alambres.

BLINDAJE GENERAL (en caso de requerirse)

Tipo: Cinta de aplicación helicoidal, con un 100% de cobertura.
 En contacto directo con el conductor de drenaje.
Material: Aluminio - Poliéster.

ENVOLTURA

Material: PVC, según requisitos de UL 13. Color Negro. Resistente a la luz solar, hidrocarburos y no propagante del incendio.

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas o en aire



Directamente enterrado



En canaletas



Enterrado en cañerías

Prysmian
Group

INSTRUM@X® Baja Tensión

300 V 105°C-PLTC

Cables para Instrumentación Electrónica

POSIBLES TIPOS CONSTRUCTIVOS ▶ Comentarios al respecto:

Acondicionamiento:



a) Si bien los cables sin blindaje son livianos y de diámetro reducido, permitiendo optimizar el uso de las bandejas y/o cañerías, solo deben ser utilizados cuando el especialista en instrumentación lo considere y dentro de una cañería, por ejemplo, siempre y cuando no se tenga certeza que estará libre de posibles perturbaciones debido a otros cables.

b) Otro consejo práctico es que los cables con blindaje general se utilicen para transmitir señales de más de 100 mV, excepto donde hubiese equipos o instalaciones de alta tensión o donde se manejen elevados valores de corriente, los cuales son los que originan las excesivas interferencias electromagnéticas, que a su vez terminan desvirtuando la calidad de las señales a transmitir.

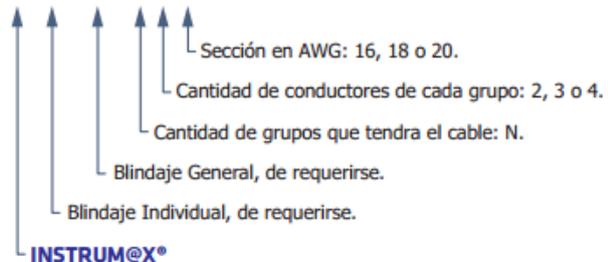
c) Finalmente, si se necesita que además del blindaje general (común a todos los pares, ternas o cuadretes, según corresponda) a su vez exista un blindaje individual ya sea para cada par, terna o cuadrete, se puede solicitarlo. De tal manera, a su vez, de proteger a los pares, ternas o cuadretes entre sí, de las posibles interferencias cruzadas. Quedando de esta manera finalmente un blindaje individual y otro general.

Todo blindaje, ya sea general o individual, está acompañado por debajo del mismo por un conductor de drenaje. Y además tiene una cobertura total, o sea del 100 % respecto a lo que esté por debajo del mismo.

▶ GUÍA PARA FACILITAR EL PEDIDO DE LOS CABLES INSTRUM@X®

Para que le sea más fácil a nuestros clientes solicitar nuestros cables de instrumentación, es que le aconsejamos utilizar los simples códigos explicados a continuación.

Código de los cables: **I - BI - BG - AxBxC**



EJEMPLOS:

- a) I 1x2x16, se trata de un cable Instrum@x de un solo par de 16 AWG.
- b) I BG 1x2x20, se trata de un Instrum@x, con blindaje general y con un solo par de 20 AWG.
- c) I BG 1x3x18, se trata de un Instrum@x, con blindaje general y con una sola terna de 18 AWG.
- d) I BG 1x4x16, se trata de un Instrum@x, con blindaje general y con un solo cuadrete de 16 AWG.
- e) I BG 4x2x18, se trata de un Instrum@x, con blindaje general y con 4 pares de 18 AWG cada uno.
- f) I BI BG 2x2x16, se trata de un Instrum@x, con blindaje individual y general; y con 2 pares de 16 AWG cada uno.
- g) I BG 2x3x20, se trata de un Instrum@x, con blindaje general y con 2 ternas de 20 AWG cada una.
- h) I BI BG 2x3x16, se trata de un Instrum@x, con blindaje individual y general; y con 2 ternas de 16 AWG cada una.

Prysmian
Group

Datos técnicos de los conductores

Sección nominal	Resistencia eléctrica máxima (20 °C - c.c. - ohm/km) (*)	Formación (alambres)
20 AWG - 0,52 mm ²	35,78	1+6
18 AWG - 0,82 mm ²	22,78	1+6
16 AWG - 1,31 mm ²	14,25	1+6
14 AWG - 2,08 mm ²	8,94	1+6
12 AWG - 3,31 mm ²	5,63	1+6

(*) Para los conductores ya cableados

Características técnicas de los cables**Par No Blindado**

Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de pares	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	5,1	29
18	1,17	0,38	1	5,9	40
16	1,47	0,38	1	6,5	52
14	1,86	0,51	1	8,1	80
12	2,33	0,51	1	9,0	110

Par Blindado

Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de pares	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	5,5	38
18	1,17	0,38	1	6,2	49
16	1,47	0,38	1	6,8	61
14	1,86	0,51	1	8,4	90
12	2,33	0,51	1	9,3	120

Terna Blindada

Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de ternas	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	5,6	47
18	1,17	0,38	1	6,5	62
16	1,47	0,38	1	7,1	80
14	1,86	0,51	1	8,8	121
12	2,33	0,51	1	9,8	165

Cuadrate Blindado

Sección Nominal (AWG)	Diámetro aproximado del conductor (mm)	Espesor nominal de aislación (mm)	Número de cuadretes	Diámetro externo aproximado del cable (mm)	Peso aproximado (kg/km)
20	0,92	0,30	1	6,0	56
18	1,17	0,38	1	7,0	76
16	1,47	0,38	1	7,9	104
14	1,86	0,51	1	9,6	152
12	2,33	0,51	1	10,7	211