

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA LA MAQUINARIA  
INDUSTRIAL CON ALTO RIESGO DE ACCIDENTES EN DANA TRANSEJES  
COLOMBIA**

**NATHALY AMEZQUITA BRICEÑO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA LA MAQUINARIA  
INDUSTRIAL CON ALTO RIESGO DE ACCIDENTES EN DANA TRANSEJES  
COLOMBIA**

**NATHALY AMEZQUITA BRICEÑO**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**ALFONSO GARICA CASTRO**

**Ingeniero Mecánico**

**Co-Director**

**LUIS MIGUEL CARO**

**Ingeniero Mecatrónico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

## DEDICATORIA

*“A mis padres, que con su apoyo incondicional y cariño son los que han motivado  
cada logro de mi vida”*

*Nathaly A.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander, por ser el alma Mater reconocida por la formación de profesionales competitivos y comprometidos con el país.

A mi director de proyecto, el profesor Alfonso García, Quien con su valiosa orientación me permitió comprender lo gratificante que es la aplicación de nuestros conocimientos en la industria. Por sus valiosas reuniones y por todo lo que me enseñó a lo largo de éste proceso.

A la empresa DANA Transejes Colombia, por permitirme entrar en ésa gran escuela.

A los Ingenieros Luis Miguel Caro y Víctor Campillo, por su colaboración, su apoyo y paciencia en el proceso, sus indicaciones fueron claves para la culminación del trabajo.

A los señores Antonio Álvarez y Olmedo Contreras, por su cooperación y aportes desde su experiencia laboral para la elaboración de este proyecto.

Al grupo de compañeros de la empresa por toda la colaboración prestada.

A todas aquellas personas que de una y otra forma influyeron con un granito de arena para hacer posible este proyecto.

Agradezco de ante todo a Dios, quien me dio la sabiduría para enfrentar este reto, a mi familia por su inquebrantable apoyo.

Muchas Gracias.

*Nathaly Amézquita*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	24
1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN DANA TRANSEJES COLOMBIA.....	25
1.1 MARCO ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	25
1.1.1 Historia.....	25
1.1.2 Productos y Servicios.....	27
1.1.3 Mercados y Clientes. ....	28
1.1.4 Descripción Organizacional. ....	29
1.2 DESARROLLO METODOLÓGICO .....	29
1.2.1. Descripción del Problema. ....	29
1.2.2 Justificación del Proyecto.....	33
1.2.3 Objetivo General. ....	35
1.2.4 Objetivos Específicos.....	35
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	37
2.1 PRINCIPIOS GENERALES DE LA PROTECCIÓN DE MAQUINAS .....	37
2.2 DEFENSAS DE MAQUINAS.....	39
2.1.1 Movimientos y acciones mecánicos.....	40
2.2.1 Requisitos de las defensas. ....	48
2.2.2 Formación en materia de defensas.....	49
2.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE LAS MÁQUINAS .....	50
2.3.1 Protección con defensas.....	51
2.3.2 Protección con dispositivos. ....	55
2.4 MANDOS .....	64

2.5 BLOQUEOS .....	66
2.6 NORMAS LEGALES Y TÉCNICAS DE REFERENCIA .....	69
2.7 JERARQUÍA DE CONTROL .....	69
2.8 PROCESO DE DISEÑO .....	70
3. PROCESO Y MAQUINAS DE LAS LINEAS DE PRODUCCION.....	72
3.1 PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	73
3.1.1 Línea de trípodes. ....	73
3.1.2 Línea de Interejes. ....	75
3.2 PROCESOS DE ENSAMBLE.....	79
3.2.1 Línea de ejes homocinéticos.....	79
3.2.2 Línea de ejes cardánicos. ....	84
4. METODOLOGIA .....	90
4.1 PRESENTACIÓN DE LAS MÁQUINAS SELECCIONADAS.....	90
4.2 DESARROLLO CONCEPTUAL.....	90
4.2.1 Identificación de necesidades.....	90
4.2.2 Encuestas y trabajo con los empleados.....	91
4.2.3 Aplicación del protocolo. ....	91
4.2.4 Diagnóstico y evaluación de riesgos.....	91
4.3 GENERACIÓN DE CONCEPTOS.....	92
4.4 PRUEBA DE CONCEPTOS.....	92
4.5 SELECCIÓN DE CONCEPTOS.....	92
4.6 DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	92
5. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	93
5.1 RECTIFICADORAS LANDIS .....	93
5.1.1 Presentación de la máquina.....	93
5.1.2. Desarrollo Conceptual.....	97

5.1.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:.....	99
5.1.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención: .....	103
5.2 TEMPLADORAS POR INDUCCION .....	106
5.2.1 Presentación de la máquina.....	106
5.2.2. Desarrollo Conceptual.....	110
5.2.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:.....	111
5.2.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención: .....	115
5.3 PRENSA VELTRI.....	117
5.3.1 Presentación de la máquina.....	117
5.3.2. Desarrollo Conceptual.....	119
5.3.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:.....	120
5.3.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención: .....	123
6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION Y DISEÑO CONCEPTUAL .....	126
6.1 REQUERIMIENTOS GENERALES .....	127
6.2 OPCIONES DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD:.....	127
6.3 RECTIFICADORAS LANDIS. ....	128
6.3.1 Requerimientos específicos. ....	128
6.3.2 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad.....	128
6.3.3 Generación de conceptos. ....	130
6.3.4 Prueba de conceptos. ....	130
6.3.5 Selección de conceptos y propuesta de solución. ....	131
6.4 TEMPLADORAS POR INDUCCION TOCCO .....	135
6.4.1 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad.....	135
6.4.2 Generación de conceptos. ....	136
6.4.3 Prueba de conceptos. ....	137
6.4.4 Selección de conceptos y propuesta de solución. ....	138
6.5 PRENSA VELTRI.....	139
6.5.1 Requerimientos específicos. ....	139
6.5.2 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad.....	140

6.5.3 Generación de conceptos. ....	141
6.5.4 Prueba de conceptos. ....	142
7. DISEÑO DETALLADO .....	145
7.1 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LAS RECTIFICADORAS LANDIS.....	145
7.1.1 Diseño del resguardo general. ....	146
7.1.2 Elementos que conforman el resguardo particular de la piedra. ....	159
7.1.3 Sensores de detección de presencia o cortinas de luz. ....	167
7.2 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LAS TEMPLADORAS POR INDUCCION.....	169
7.1.1 Sistema de puertas automáticas.....	169
7.1.3 Sensores de detección de presencia. ....	172
7.3 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LA PRENSA.....	173
7.3.1 Elementos que conforman el sistema de sujeción. ....	173
7.3.2 Elementos que conforman el resguardo lateral.....	180
7.3.3 Resguardo autoajustable del tornillo de bolas. ....	183
7.3.4 Sensores de detección de presencia o cortinas de luz. ....	186
8. CONCLUSIONES .....	188
BIBLIOGRAFÍA.....	190
ANEXOS.....	192

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista General de la Empresa	25
Figura 2. Enfoques DANA TRANSEJES COLOMBIA	27
Figura 3. Productos y Servicios DANA TRANSEJES COLOMBIA.	28
Figura 4. Vista General Rectificadora LANDIS	31
Figura 5. Guarda manual con problemas de diseño.	32
Figura 6. Guarda manual pesada.	32
Figura 7. Prensa mecánica de perforar.	41
Figura 8. Ejemplos de salientes peligrosos en máquinas rotativas.	42
Figura 9. Puntos de atrapamiento corrientes en partes en rotación.	42
Figura 10. Puntos de atrapamiento entre elementos.	43
Figura 11. Puntos de atrapamiento entre componentes rotativos de máquinas.	44
Figura 12. Movimiento alternativo peligroso.	44
Figura 13. Ejemplo de movimiento transversal.	45
Figura 14. Ejemplos de peligros en el corte.	46
Figura 15. Operación típica de perforación.	46
Figura 16. Operación de cizallamiento.	47
Figura 17. Operación de doblado.	48
Figura 18. Defensa fija que encierra correas y poleas.	51
Figura 19. Defensa enclavada en una máquina plegadora.	52
Figura 20. Defensa ajustable en una sierra de cinta.	52
Figura 21. Defensa auto ajustable en una sierra de brazo radial.	53
Figura 22. Dispositivo fotoeléctrico de detección de presencia en una plegadora.	56
Figura 23. Dispositivo detector de presencia por radiofrecuencia.	56
Figura 24. Dispositivo detector electromecánico en una máquina sacabocados.	57
Figura 25. Dispositivo de retirada en una prensa mecánica.	58

Figura 26. Barra para el cuerpo sensible a la presión en un molino de goma.	59
Figura 27. Varilla de disparo de seguridad en un molino de goma.	60
Figura 28. Cable de disparo de seguridad en una calandria.	60
Figura 29. Botones de control para las dos.	61
Figura 30. Botones de control para las dos manos.	62
Figura 31. Prensa mecánica con puerta	62
Figura 32. Botón pulsador normalizado de Paro de emergencia.	66
Figura 33. Bloqueo Eléctrico	67
Figura 34. Bloqueo hidráulico	68
Figura 35. Válvulas de Bloqueo.	68
Figura 36. Jerarquía de control.	69
Figura 37. Etapas de diseño.	70
Figura 38. Procesos de manufactura.	72
Figura 39. Línea trípodés.	73
Figura 40. Línea de interejés.	75
Figura 41. Eje homocinético	80
Figura 42. Componentes del Eje homocinético	80
Figura 43. Junta Fija	81
Figura 44. Tulipa	82
Figura 45. Intereje	82
Figura 46. Trípode	83
Figura 47. Guardapolvo	83
Figura 48. Abrazadera mayor y menor	84
Figura 49. Cardán.	85
Figura 50. Componente espiga azul deslizante	87
Figura 51. Rectificadora Landis Gendron.	94
Figura 52. Rectificadora Landis 2.	94
Figura 53. Trípode.	95
Figura 54. Zona de trabajo.	95
Figura 55. Rectificado de trunnions.	96

Figura 56. Sistema de la rectificadora.	97
Figura 57. Protectores fijos de la rectificadora Landis 2.	99
Figura 58. Piedra abrasiva Oxido de Aluminio.	100
Figura 59. Protectores temporales.	101
Figura 60. Mando de control de la rectificadora Landis Gendron.	102
Figura 61. Templadora por inducción TOCCO II.	107
Figura 62. Estación de trabajo TOCCO II.	108
Figura 63. Zona de trabajo	108
Figura 64. Sistema de la rectificadora.	109
Figura 65. Vista lateral del encerramiento de la Tocco II.	111
Figura 66. Vista general del encerramiento de la Tocco II.	112
Figura 67. Doble pulsador de inicio de ciclo	113
Figura 68. Tablero de control de la máquina Tocco	113
Figura 69. Tablero del generador de la Tocco.	114
Figura 70. Subensamble: intereje, abrazaderas y botas.	117
Figura 71. Zona de trabajo.	118
Figura 72. Sistema de la prensa Veltri.	119
Figura 73. Cono con anillo de seguridad.	120
Figura 74. Localizar intermedio.	121
Figura 75. Tornillo de bolas de precisión	122
Figura 76. Doble botón pulsador.	122
Figura 77. Tablero de control de la prensa.	123
Figura 78. Opción 1 guarda completa general.	132
Figura 79. Opción 2 Guarda general frontal y lateral.	133
Figura 80. Guarda particular de la muela abrasiva.	134
Figura 81. Sistema de puertas en las templadoras.	138
Figura 82. Sistema de sujeción de la prensa Veltri.	143
Figura 83. Fuelle redondo.	144
Figura 84. Dimensiones del punto de operación y configuración de la máquina.	147
Figura 85. Estructura en perfil.	148

Figura 86. Distribución de fuerzas para el análisis del perfil.	149
Figura 87. Análisis de esfuerzos.	150
Figura 88. Análisis de deformación.	151
Figura 89. Placas de la estructura.	152
Figura 90. Sistema automático de puertas.	153
Figura 91. Elemento de unión puerta cilindro.	154
Figura 92. Pie de fijación.	154
Figura 93. Circuito neumático de la puerta automática de las rectificadoras.	155
Figura 94. Fuerza del cilindro.	156
Figura 95. Diagramas del sistema neumático en extensión.	157
Figura 96. Diagramas del sistema neumático en retroceso.	158
Figura 97. Guarda particular de la piedra.	160
Figura 98. Refuerzo en la guarda que soporta el sistema de rotación.	161
Figura 99. Brazo y guarda envolvente.	161
Figura 100. Propiedades de los cilindros DRQ.	163
Figura 101. Circuito neumático de la guarda particular de la piedra.	164
Figura 102. Cilindro neumático rotatorio DRQ-63-90-PPV-A.	165
Figura 103. Diagramas del sistema neumático.	166
Figura 104. Aproximación normal	167
Figura 105. Dimensiones para las puertas.	169
Figura 106. Sistema automático de puertas.	170
Figura 107. Circuito neumático de las puertas automáticas.	171
Figura 108. Dispositivo de sujeción.	174
Figura 109. Placa de alineación.	174
Figura 110. Circuito neumático de las puertas automáticas.	175
Figura 111. Sistema de guías.	176
Figura 112. Circuito neumático de las mordazas.	177
Figura 113. Cilindro neumático ADN-16-25-A-P-A.	178
Figura 114. Diagramas del sistema neumático para un cilindro.	178
Figura 115. Guarda lateral en la prensa Veltri.	180

Figura 116. Distribución de fuerzas para el análisis del perfil.	181
Figura 117. Análisis de esfuerzos.	182
Figura 118. Análisis de deformación.	183
Figura 119. Fuelle redondo.	184

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas Defensas de máquinas.....	54
Tabla 2. Ventajas y Desventajas.....	63
Tabla 3. Subensamble del cardan doble.....	86
Tabla 4. Máquina y operación de ensamble de cardanes.....	88
Tabla 5. Sistema de la rectificadora por etapas.....	96
Tabla 6. Sistema de la templadora por etapas.....	109
Tabla 7. Sistema de prensado por etapas.....	118
Tabla 8. Despliegue de la función de la calidad de las Rectificadoras.....	129
Tabla 9. Despliegue de la función de la calidad de las Templadoras .....	135
Tabla 10. Despliegue de la función de la calidad de la prensa veltri.....	140
Tabla 11. Lamina cold rolled .....	151

## LISTA DE ANEXOS.

Pág.

Anexo A. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD DE LAS RECTIFICADORAS.....	193
Anexo B. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD DE LAS TEMPLADORAS POR INDUCCION. ....	199
Anexo C. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD PRENSA	204
Anexo D. PLANOS NEUMATICOS.....	210
Anexo E. PLANOS MECANICOS.....	214
Anexo E. INFORME TECNICO .....	246

## GLOSARIO

**ACCIONAMIENTO EN MODO DIRECTO (ACCIONAMIENTO EN MODO POSITIVO):** Si un componente mecánico en movimiento desplaza a otro componente con él, ya sea por contacto directo o mediante elementos rígidos, se dice que el segundo componente se ha accionado en modo positivo (o de forma positiva) por la acción del primero.

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA:** Serie de acciones que incluyen el estudio de la máquina teniendo en cuenta todas las etapas de su "vida":

1. Construcción
2. Transporte y entrega
  - montaje, instalación
  - ajuste
3. Uso
  - colocación, formación, programación o cambios en el proceso
  - funcionamiento
  - limpieza,
  - averías,
  - mantenimiento,
4. 4) Devolución, desmontaje y, dentro de los requisitos de seguridad, eliminación de la máquina.

**DISPOSITIVO DE ACTIVACIÓN (CONTROL):** Dispositivo de control adicional accionado manualmente que se utiliza junto con un control de arranque y que, al accionarse continuamente, permite a la máquina funcionar.

**DISPOSITIVO DE BLOQUEO DE PROTECCIÓN:** El dispositivo destinado al bloqueo de la protección se situará en posición cerrada y se vinculará a un sistema de control de modo que:

- la máquina no pueda funcionar hasta que la protección esté cerrada y bloqueada;
- la protección permanecerá bloqueada hasta que haya pasado el peligro

**DISPOSITIVO DE SEGURIDAD:** Dispositivo (diferente a las protecciones) que elimina o reduce el riesgo, solo o utilizado junto con una protección.

**DISTANCIA DE SEGURIDAD:** La distancia mínima desde la zona de peligro a la que debe colocarse una estructura de protección.

**EXCLUSIÓN (MUTING):** Suspensión automática de las funciones de seguridad de los componentes de un sistema de control relativos a la seguridad.

**FUNCIONAMIENTO DE APERTURA DIRECTA DE UN ELEMENTO DE CONTACTO (APERTURA POSITIVA):** La obtención de una separación de contacto como resultado directo de un movimiento especificado del actuador del interruptor a través de componentes no elásticos (que no dependen de resortes, por ejemplo).

**GUARDA DE SEGURIDAD:** las guardas de Seguridad en los equipos y maquinarias son necesarias para proteger a los trabajadores de lesiones innecesarias y prevenibles.

**OPERADOR:** la(s) persona(s) encargada(s) de instalar, poner en marcha, regular, mantener, limpiar, reparar, transportar una máquina.

**PELIGRO:** Una fuente de posible lesión o daño para la salud.

**PROTECCIÓN DE ENCLAVAMIENTO:** Protección asociada a un dispositivo de enclavamiento, de tal modo que:

- las funciones de la máquina causantes de peligro “cubiertas” por la protección no pueden funcionar hasta que ésta esté cerrada;
- si la protección se abre mientras las funciones de la máquina causantes del peligro se encuentran en funcionamiento, se proporcionará una instrucción de parada;
- cuando la protección está cerrada, las funciones de la máquina causantes de peligro “cubiertas” por la protección podrán funcionar, pero el cierre de la protección no inicia el funcionamiento.

**PROTECCIÓN DE ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO DE PROTECCIÓN:**

Protección asociada a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo de protección de modo que:

- las funciones de la máquina causantes de peligro “cubiertas” por la protección no pueden funcionar hasta que ésta esté cerrada y bloqueada;
- la protección permanecerá cerrada y bloqueada hasta que haya pasado el riesgo de lesión;
- cuando la protección está cerrada y bloqueada, las funciones de la máquina causantes de peligro “cubiertas” por la protección podrán funcionar, pero el cierre y el bloqueo de la protección no inicia el funcionamiento.

**RESET MANUAL:** Función de los componentes del sistema de control relativos a la seguridad que permite restaurar manualmente las funciones de seguridad dadas antes de volver a arrancar una máquina.

**RIESGO MECANICO:** se denomina riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

**SITUACIÓN DE PELIGRO:** Cualquier situación en la que una persona está expuesta a uno o varios peligros.

**TIEMPO DE PARADA:** Tiempo que se tarda en eliminar el peligro. El periodo de tiempo que transcurre entre el momento en que el dispositivo de enclavamiento inicia la orden de parada y el momento en el que ha pasado el riesgo derivado de las funciones de la máquina causantes del peligro.

**ZONA DE PELIGRO:** Cualquier zona de la máquina o situada a su alrededor en la que una persona se expone a un riesgo de lesión o daño para la salud.

## RESUMEN

### TÍTULO:

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA LA MAQUINARIA INDUSTRIAL CON ALTO RIESGO DE ACCIDENTES EN DANA TRANSEJES\***

### AUTORES:

Nathaly Amézquita Briceño\*\*

### PALABRAS CLAVES:

**Sistemas de seguridad, Identificación de riesgos y peligros, seguridad industrial.**

### DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar sistemas de seguridad eficaces que cumplan con la normativa vigente y disminuyan los riesgos laborales de sus empleados, a fin de garantizar un entorno de trabajo seguro para los trabajadores e implementar la tecnología necesaria en las máquinas para prevenir accidentes graves, pérdidas económicas e incluso evitar daños en las estructuras de las máquinas.

La tesis inicia con la presentación de la empresa DANA TRANSEJES COLOMBIA, los productos y servicios, y la descripción de los principales procesos de fabricación de las líneas de producción y ensamble. Luego se explica paso a paso la metodología utilizada. El diseño de los sistemas de seguridad se llevó a cabo en tres fases: planificación, desarrollo conceptual diseño a nivel sistema y diseño a nivel detalle. Las primeras dos fases hacen referencia a la identificación de los riesgos y selección de la máquinas a intervenir, Luego de la identificación de las mayores fuentes de riesgo mecánico, se procede con la aplicación de un protocolo de inspección, a partir del cual se realiza un diagnóstico del estado de los sistemas de seguridad de las máquinas seleccionadas y, por último se plantean soluciones a nivel de sistema y detalle.

Como herramientas de soporte y apoyo al proyecto, se desarrolló la simulación CAD, el cual junto con toda la documentación (planos mecánicos y neumáticos), conforman herramientas de apoyo para la futura incorporación de los sistemas de seguridad a las máquinas objeto de estudio en este trabajo.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: ing. Alfonso Garcia. Codirector: Ing. Luis Miguel Caro.

## ABSTRACT

### TITLE:

**DESIGN OF SECURITY SYSTEMS FOR INDUSTRIAL MACHINERY HIGH RISK OF ACCIDENTS IN DANA TRANSEJES\***

### AUTHORS:

Nathaly Amézquita Briceño\*\*

### KEY WORDS:

**Security systems, identification of risks and dangers, industrial safety.**

### DESCRIPTION:

This project aims to design effective security systems that comply with regulations and reduce risks of its employees in order to ensure a safe working environment for employees and implement the technology in the machines to prevent major accidents, economic loss and even prevent damage to the machine structures.

The thesis begins with the presentation of the company DANA transaxles COLOMBIA, products and services, and a description of the main processes of manufacturing and assembly production lines. Then it explains step by step methodology. The design of safety systems was carried out in four phases: planning, concept development, system level design and detail design level. The first two phases refer to the risk identification and selection of machines to intervene, then the identification of the major sources of mechanical risk, we proceed with the implementation of an inspection protocol, from which it takes diagnosis of the security systems of the selected machines and finally raised system-level solutions and detail.

As support project tools was developed CAD simulation, which along with all documentation (drawings mechanical and pneumatic), constitute tools support for the future addition of security systems to the machines under consideration in this work.

---

\* Work Degree.

\*\* Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Directress: Eng. Alfonso García. Codirectress: Eng. . Luis Miguel Caro.

## INTRODUCCIÓN

Un riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento, que pueda causar daño en la salud de una persona y/o en los procesos de producción de una industria, cuando no existen o fallan los mecanismos de control.

Los accidentes en el trabajo con máquinas pueden ser por contacto o atrapamiento en partes móviles y por golpes con elementos de la máquina o con objetos despedidos durante el funcionamiento de la misma, de aquí que las lesiones sean, principalmente, por alguno de estos motivos: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, arrastre, impacto, fricción o abrasión y proyección de materiales.

En cualquier proceso de producción que implique el uso de maquinaria se generan riesgos mecánicos al personal, por lo cual es de vital importancia propender por eliminar la probabilidad de ocurrencia de estos y de esta forma asegurar la salud e integridad del personal de las industrias.

Durante la ejecución de este proyecto se busca inicialmente realizar una identificación de los tipos de riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia en las máquinas y o equipos de mayor nivel de accidentalidad en la empresa, cual es la causa de estos y a partir de esta identificación, realizar la evaluación correspondiente para así, tomando como referente la jerarquía de controles, definir las recomendaciones y/o diseño de las alternativas de solución a nivel sistema a que haya lugar buscando eliminar la siniestralidad laboral ocasionada por condiciones inseguras frente a los riesgos.

# 1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA INDUSTRIAL EN DANA TRANSEJES COLOMBIA

## 1.1 MARCO ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Figura 1. Vista General de la Empresa



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**1.1.1 Historia.** DANA TRANSEJES COLOMBIA es una empresa que se fundó el 28 de abril de 1972. Está localizada en la zona industrial de Girón, Santander y cuenta, además, con operaciones en la ciudad de Bogotá y Medellín. La empresa atiende los mercados de equipo original (ensambladoras), reposición y exportaciones. Todo ello con la participación de la casa matriz, DANA CORPORATION, Quien es su principal accionista y la encargada de suministrar la tecnología de ejes diferenciales y ejes cardánicos.

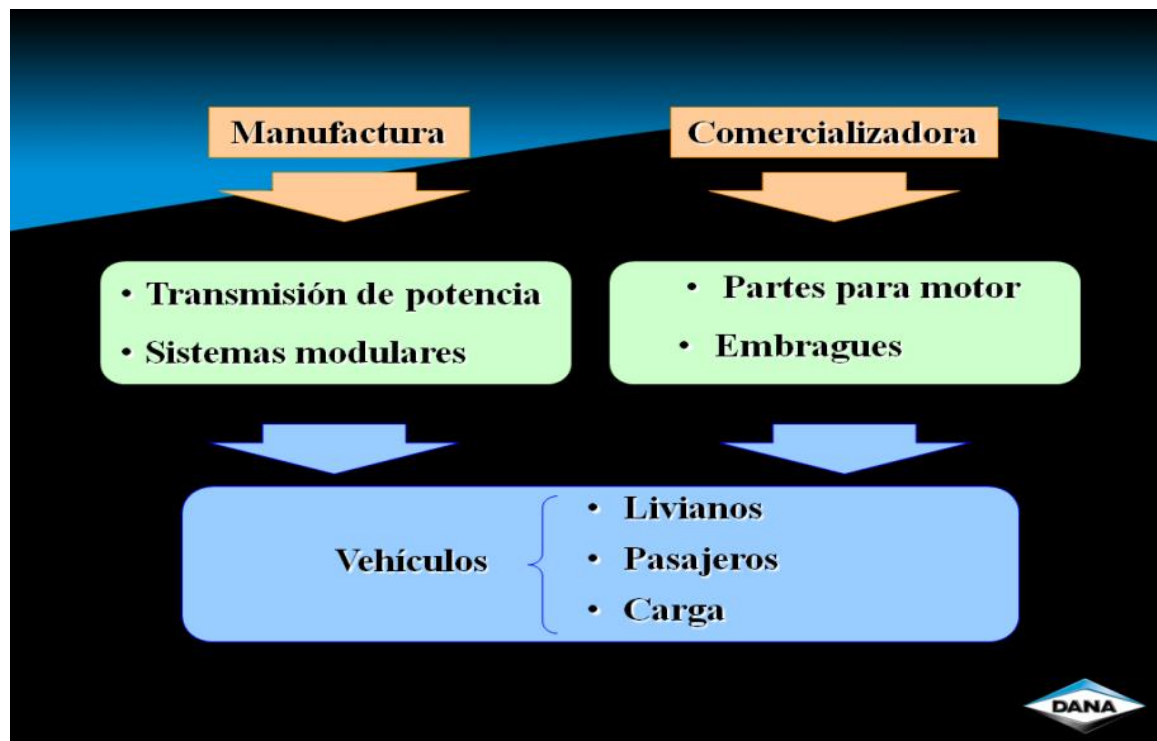
A continuación, se reseñan algunos sucesos relevantes para el desarrollo de la organización en el ámbito nacional:

- ✓ 1974: Se iniciaron operaciones de ensamble de ejes diferenciales.
- ✓ 1975-1978: Se inició el proceso de mecanizado con el montaje de las líneas de tubos y semiejes.
- ✓ 1977-1978: Se compra la línea de ensamble de ejes cardánicos y ejes homocinéticos.
- ✓ 1979-1981: Se iniciaron operaciones de las líneas de yugos de acople.
- ✓ 1981: Instalación de líneas de ejes cardánicos.
- ✓ 1982: Se firma contrato de asistencia técnica con GKN para ensamble y mecanizado de juntas homocinéticas.
- ✓ 1983-1984: Se inició la venta de ejes homocinéticos Mazda.
- ✓ 1986: Puesta en marcha de la línea de mecanizado de juntas fijas.
- ✓ 1988: Se realizaron cambios en el sistema de producción en línea dedicada al nuevo concepto de producción en celdas.
- ✓ 1989: Se realizó el lanzamiento del "Plan excelencia".
- ✓ 1990: Se compró la planta Medellín – pistones.
- ✓ 1992: Se adquieren líneas de mecanizado denominadas GI para la producción de juntas móviles de ejes homocinéticos.
- ✓ 1995: Transejes se asocia con la multinacional GKN, líder en el mercado de ejes homocinéticos.
- ✓ 1996: Se da inicio a la operación de ensamble de chasis en la ciudad de Medellín.
- ✓ 1997: Se cerró la planta de Ibagué, se inicia la operación de ensamble de módulos en la ciudad de Bogotá y se inicia el proceso de certificación QS -9000.
- ✓ 1998: Transejes recibe la certificación QS-9000 y traslada la manufactura de cascos, yugos, tubos y semiejes a Danaven, Venezuela.
- ✓ 1999: Dana Transejes es recertificada por Ford Motor como proveedor Q-1.

- ✓ 2000: Transejes cuenta desde entonces con un gran socio, GKN de Inglaterra, que suministra know how para la manufactura y ensamble de los ejes homocinéticos. Con ello, genera, aproximadamente, 154 empleos directos.
- ✓ 2002: Se obtiene la certificación de la norma ISO 14001 para la planta de Bucaramanga y se certifica la planta de módulos en Bogotá en QS-9000.
- ✓ 2004: Se inicia el proceso de implementación de la norma BASC en la planta de Bucaramanga.
- ✓ 2005: Se inicia el proceso de certificación de la planta en la norma de calidad ISO/TS 16949:2002.
- ✓ 2006: Inicia la operación de ensamble de corners Transejes en Medellín.

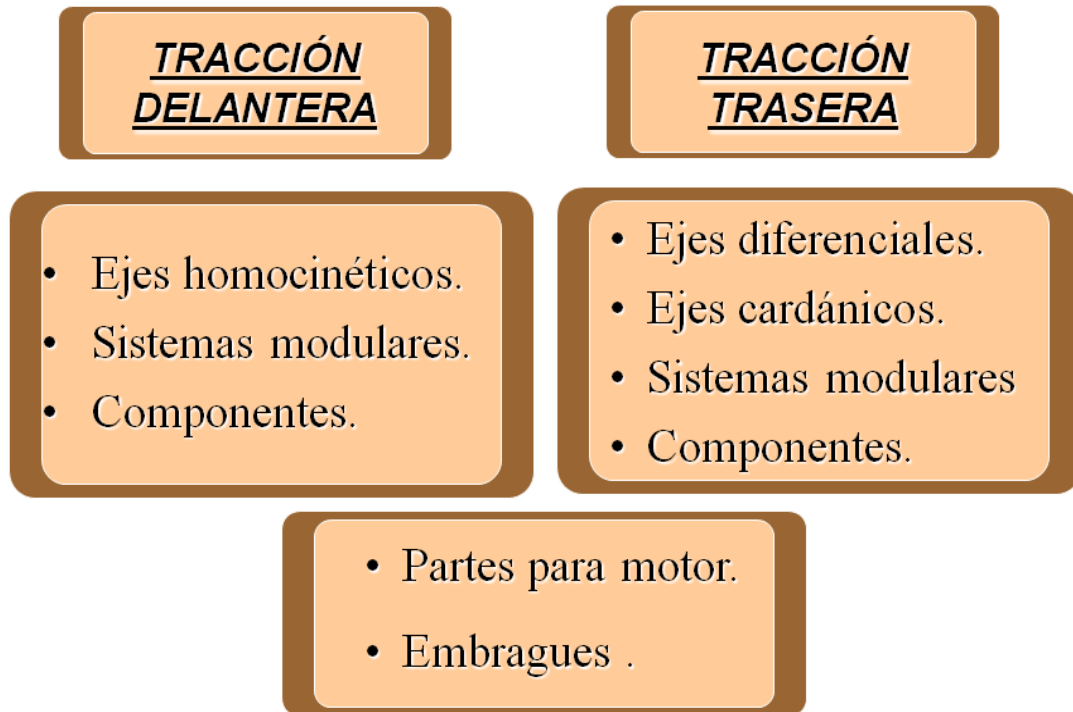
### 1.1.2 Productos y Servicios.

Figura 2. Enfoques DANA TRANSEJES COLOMBIA



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

Figura 3. Productos y Servicios DANA TRANSEJES COLOMBIA.



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**1.1.3 Mercados y Clientes.** Los productos de DANA TRANSEJES COLOMBIA están orientados a los mercados de equipos originales y de repuestos de ensambladores importantes como:

- Colombia:
  - ✓ Sofasa
  - ✓ CCA
  - ✓ GM Colmotores
  - ✓ Navitrans
  - ✓ Non Plus Ultra
  - ✓ Monoblock
- Brasil
  - ✓ GDB
- Ecuador
  - ✓ Maresa
  - ✓ GM
  - ✓ OBB
- Venezuela
  - ✓ Danavem SM
  - ✓ Ford
  - ✓ GM
  - ✓ Toyota
  - ✓ Mitsubishi

#### **1.1.4 Descripción Organizacional.**

➤ **Misión.** DANA TRANSEJES COLOMBIA es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotor.

A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, con flexibilidad, sentido de urgencia y responsabilidad social, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando:

- A nuestros clientes, Contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas.
- A nuestros accionistas, Un continuo incremento en el retorno a su inversión.
- A nuestra gente, Un clima laboral seguro, de mutuo respeto y desarrollo integral.
- A la sociedad, Mayor bienestar y desarrollo, preservando el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones gubernamentales.
- A nuestros proveedores, Una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

➤ **Visión.** DANA TRANSEJES COLOMBIA es una organización de Clase Mundial, líder en su género en la región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.

## **1.2 DESARROLLO METODOLÓGICO**

**1.2.1. Descripción del Problema.** En nuestro país, uno de cada cinco accidentes de trabajo está relacionado con máquinas o con el uso de herramientas. En muchas ocasiones las personas que trabajan, sufren lesiones y mutilaciones en su

cuerpo e incluso llegan a perder la vida a causa de las interacciones de trabajo con sus máquinas o equipos. Se estima que un 75% de los accidentes con máquinas se evitarían con resguardos de seguridad.

Transejes es una compañía que siempre se ha comprometida a garantizar las condiciones de trabajo para sus colaboradores y clientes, y es por esto que tiene como política fundamental cumplir rigurosamente con la legislación Colombiana en cuanto a seguridad industrial y salud ocupacional.

Uno de los principales retos que enfrenta Transejes actualmente es actualizar las máquinas antiguas de acuerdo a los estándares actuales, especialmente en lo referente a las directivas sobre seguridad de maquinaria.

Durante la evaluación de Salud y seguridad realizada por Dana en el 2010, se detectó un alto riesgo de accidentes en los que identificaron las deficiencias en los sistemas de control de seguridad en 92 máquinas, entre los problemas hallados se encontró que las guardas se pueden abrir durante el tiempo de ciclo y algunas no tienen un diseño de protectores adecuados, no tienen programación electrónica, se manipulan fácilmente y no cuentan con sensores que detecten condiciones inseguras lo cual puede provocar accidentes.

Las máquinas antiguas que operan en la planta, algunas fabricadas hace más de 30 décadas no tienen ninguna forma de función de seguridad moderna (Ver figura 4), algunas ni siquiera tienen las guardas de seguridad, ya que su diseño original no incluye estos sistemas, por lo tanto, realmente se enfrenta a un reto cuando se trata de actualizar estas máquinas según las especificaciones requeridas actualmente en materia de seguridad.

Figura 4. Vista General Rectificadora LANDIS



Fuente: Autora.

Otras máquinas aunque cuentan con sistemas de protección, no es suficiente, no cubren todos los riesgos que generan o sus sistemas de seguridad se encuentran en mal estado generando un problema en vez de una solución a la seguridad del proceso, no logran mantener dedos, manos, brazos y cualquier parte del cuerpo, fuera del alcance de las partes peligrosas de las máquinas, enfrentándose a un continuo riesgo cada vez que operan una máquina, porque pueden ser gravemente lesionados por sus partes móviles.

Algunos sistemas de seguridad dificultan el normal funcionamiento de la máquina y para realizar su trabajo, es posible que los operadores se vean obligados a desconectar, derivar o no usar los dispositivos de seguridad (Ver figura 5 Y 6) y las máquinas no cuentan con ningún medio para evitarlo. A menudo es consecuencia de la tenacidad del operador, que no está dispuesto a aceptar problemas de producción ni retrasos en el proceso a costa de la corrección de las perturbaciones conforme a las instrucciones, otras veces es debido a que se producen perturbaciones repetidas en la producción, incluso inconvenientes poco

importantes pueden inducir a las personas a no utilizar los dispositivos de seguridad.

Figura 5. Guarda manual con problemas de diseño.



Fuente: Autora.

Figura 6. Guarda manual pesada.



Fuente: Autora.

**1.2.2 Justificación del Proyecto.** El crecimiento industrial ha traído aparejado una gran variedad de maquinaria y consecuentemente el aumento del riesgo laboral. Los peligros que pueden surgir aumentan la responsabilidad de la industria de elaborar procedimientos y medidas de seguridad para proteger a sus empleados y evitar los peligros que conlleva la operación de las máquinas.

Los operarios de las máquinas y demás trabajadores de las industrias, a diario corren riesgos de sufrir accidentes, es decir, siempre que se encuentre en ejecución un proceso de producción que involucre maquinaria en movimiento o herramientas, puede ocurrir un evento inesperado que termine vulnerando la integridad del personal.

En la planta de Transejes se han producido accidentes graves con la amputación de falanges y proyección de partículas al cuerpo del operador, estos accidentes ocurrieron por fallas de los sistemas de seguridad y en algunos casos por actos inseguros del operador que las máquinas no es capaz de evitar. Se requiere una solución inmediata con el fin de satisfacer las mínimas normas de seguridad.

Contribuyendo con la empresa DANA TRANSEJES COLOMBIA para dar solución a uno de los retos a los que se enfrenta, se realiza este proyecto de grado que busca el diseño de sistemas de seguridad eficaces que cumplan con la normativa vigente y disminuyan los riesgos laborales de sus empleados, a fin de garantizar un entorno de trabajo seguro para los trabajadores e implementar la tecnología necesaria en las máquinas para prevenir accidentes graves, pérdidas económicas al pagar reclamaciones de los posibles trabajadores lesionados o sanciones por el gobierno, incluso evitar daños en las estructuras de las máquinas.

El impacto financiero de crear un solo accidente mortal en Colombia puede estar alrededor de los us\$ 687.250. Este resultado el valor de las diferentes responsabilidades adquiridas:

- Las multas por Responsabilidad civil (us \$ 602.500)
- Multas de responsabilidad penal (us \$ 28.250)
- La responsabilidad administrativa (us \$ 56,500)

Contratar a una empresa experta para desarrollar el diseño, construcción e instalación de los guardas, es una inversión mayor, el costo promedio de los honorarios de un técnico experto está a punto us \$ 1.500 por día, reemplazar las máquinas antiguas por máquinas nuevas que ofrecen los mecanismos de seguridad necesarios es aún más costoso y continuar trabajando conociendo los riesgos obliga a asumir las consecuencias (Accidentes mortales, amputación). Actualmente Transejes tiene un grupo de recursos de ingenieros mecatrónicos y mecánicos disponibles que con la ayuda de estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, están en la capacidad de detectar, identificar, evaluar y eliminar y/o prevenir los riesgos presentes en las máquinas, rediseñando y mejorando los sistemas de seguridad para preservar la integridad física del personal en primera instancia y luego los equipos.

El alcance del proyecto de grado es hacer el diagnóstico de los factores de riesgo, elaborar recomendaciones y proponer alternativas de solución, entregando los diseños de los sistemas de seguridad para cada una de las máquinas de acuerdo a las necesidades propias de operación, con sus respectivos estudios, planos y simulación CAD completamente documentados.

Con esta mejora, Transejes podrá:

- Reducir el número de accidentes y enfermedades laborales
- Reducir de incapacidades por enfermedad profesional
- Prevenir y minimizar los riesgos laborales, evitando repercusiones mayores en la empresa y en cada uno de los trabajadores.
- Propiciar un ambiente de trabajo seguro, velando por su integridad física de su gente.

**1.2.3 Objetivo General.** Diagnosticar, recomendar, diseñar y/o mejorar los sistemas de seguridad para las maquinas con mayor riesgo, bajo los requisitos normativos vigentes del país, en la empresa Dana Transejes Colombia, contribuyendo con el bienestar de los trabajadores, minimizando los factores de riesgo a los que se exponen día a día sus empleados, y mejorando la productividad.

#### **1.2.4 Objetivos Específicos.**

- Realizar un reconocimiento de las máquinas y recopilar la información pertinente para la evaluación de riesgos que permita obtener un diagnóstico del estado actual de los sistemas de seguridad y sea una herramienta para la toma de decisiones.
- Analizar, Identificar y valorar los riesgos presentes en las máquinas más críticas seleccionadas: 2 rectificadoras LANDIS, 2 templadoras por inducción TOCCO y una prensa.
- Identificar, valorar y determinar los requisitos de seguridad aplicables a cada máquina para prevenir lesiones y accidentes mediante sistemas de seguridad adecuados que cumplan con los siguientes principios:
  - Evitar el acceso durante un movimiento peligroso utilizando: guardas de aislamientos fijas o móviles con interruptores de enclavamiento y controles de dos manos.
  - Evitar el movimiento peligroso durante el acceso utilizando: cortinas de luz fotoeléctricas y dispositivos de paros de emergencias.
- Diseñar, mejorar o reparar los encerramientos para cada máquina y aislar con protecciones fijas o ajustables los acoplamientos, ejes, poleas, piñones,

correas, engranajes, mecanismo de fricción, vástagos, émbolos, manivelas y otros elementos móviles además de superficies calientes o áreas de peligro que puedan proyectar sólidos, líquidos, gases o vapores sobre el operador que cumplan con los requisitos básicos (Ver sección 2.1).

- Rediseñar o mejorar los sistemas de sujeción para las maquinas con riesgo de proyección de objetos.
- Realizar levantamiento de planos de las máquinas y alternativas de solución propuestas y documentar las especificaciones técnicas de los nuevos diseños utilizando la herramienta de software que posea la empresa (SolidWorks 2007, Microsoft).
- Interpretar los resultados obtenidos y elaborar un reporte técnico con el diagnostico de los sistemas de seguridad, especificando las alternativas de solución más viable.

## **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 PRINCIPIOS GENERALES DE LA PROTECCIÓN DE MAQUINAS**

Existen en la vida una gran cantidad de procesos que encierran un peligro para la integridad física de las personas. Estos procesos, frecuentemente utilizados en las operaciones industriales, desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de actividades útiles para la vida del hombre. El fuego, por ejemplo, significó un avance importantísimo en el progreso de la humanidad primitiva, pero tiene un inconveniente derivado de su propia utilidad: no se puede tocar sin peligro de quemaduras. La electricidad reúne, junto con el riesgo de electrocución para quienes se pongan en contacto con un material en tensión, el inconveniente de que dicha tensión no se puede apreciar a simple vista.

Sabido es que, hoy día, la mayor parte de los procesos industriales hacen uso de energía calórica, la electricidad y las piezas en movimiento, completándose la pequeña parte restante con procesos químicos y nucleares. La proporción en que estos agentes participan en el desarrollo industrial ha variado según la época y seguirá variando a medida que pase el tiempo, pero todos ellos tienen un denominador común, caracterizado por el riesgo a que se exponen las personas que han de manejarlos o que se encuentran en sus proximidades. Ello hace necesario un sistemático control de los mismos, a fin de convertirlos, de fuerzas libres de la naturaleza, en instrumentos de servicio para las necesidades del hombre.

Este control no siempre puede ser completo, por la dificultad de realizarlo o bien por los descuidos humanos que inevitablemente se han de producir, por lo que resulta absolutamente necesario establecer una barrera con el fin de evitar las lesiones que el contacto entre los mismos puede producir. Estas barreras entre el peligro y sus posibles víctimas son los dispositivos de protección.

Estos dispositivos de protección pueden adoptar múltiples formas, según cual sea el peligro del que nos hayan de proteger, y varían desde las sencillas barras horizontales colocadas en las antiguas cocinas de carbón, hasta los complicados sistemas de enclavamiento que protegen el funcionamiento de las modernas y costosas máquinas industriales.

Con demasiada frecuencia, es mal entendido el propósito de proteger, ya que se piensa que se refiere únicamente a la zona de operación o a una parte de la transmisión de fuerza. Dado que estas dos zonas, cuando se hallan sin protección, son causantes de la mayoría de lesiones producidas por equipo mecánico, son también necesarios los resguardos para evitar lesiones por otras causas en las máquinas o cerca de ellas.

El propósito básico de resguardar las máquinas es el de proteger y prevenir contra lesiones, a causa de:

- Contacto directo con las partes móviles de una máquina.
- Trabajo en proceso (coceo en una sierra circular, rebabas de una máquina herramienta, salpicadura de metal caliente o de sustancias químicas, etc.).
- Falla mecánica.
- Falla eléctrica.
- Falla humana a causa de curiosidad, celo, distracción, fatiga, indolencia, preocupación, enojo, enfermedad, temeridad deliberada, etc.

El esfuerzo y los gastos invertidos en el desarrollo de un programa firme y práctico de protección, pueden justificarse aún sólo por razones humanitarias. Las razones económicas también proporcionan una amplia justificación.

Los resguardos ayudan a suprimir el miedo del operador de una máquina y, al hacerlo, aumenta su producción. Puede permitir también la operación de la máquina a más altas velocidades, en algunos casos en tal grado, que sólo en

función de la producción, el costo de los resguardos se convierte en una inversión provechosa.

Tal vez, sin embargo, la razón más importante y realista, es que la eliminación de un peligro mecánico mediante la instalación de un resguardo, o cambio en el diseño de una máquina, revisión del método de operación o algún otro medio, es una ganancia positiva permanente.

Una condición o exposición mecánica peligrosa, es aquella que ha causado o pudiera causar una lesión. Si se conoce un medio de proteger tal condición o exposición, no hay razón válida para no usarlo. La ausencia de lesiones en la operación de una máquina sin resguardos o parcialmente resguardada, durante un período de tiempo, no es prueba de que las partes móviles de la máquina no sean peligrosas.

La experiencia en la prevención de accidentes ha demostrado que no es acertado poner la confianza principal en la cooperación, preparación, o atención constante de parte del operador. La naturaleza humana es impredecible, la gente está sujeta a lapsos físicos y mentales, y ni aun a una persona cuidadosa y normalmente atenta, se le puede tener confianza todo el tiempo.

## **2.2 DEFENSAS DE MAQUINAS**

Al parecer, las partes móviles de las máquinas entrañan tantos peligros potenciales como tipos distintos de máquinas existen. Las defensas son esenciales para proteger a los trabajadores contra lesiones previsibles e innecesarias relacionadas con las máquinas.

Por tanto, cualquier parte, función o proceso de máquina que pueda producir lesiones tiene que tener una defensa. Cuando el funcionamiento de una máquina

o el contacto accidental con ella pueden lesionar al operador o a otras personas próximas, es necesario controlar o eliminar el peligro.

**2.1.1 Movimientos y acciones mecánicas.** Los peligros mecánicos se refieren típicamente a partes móviles peligrosas de las tres áreas básicas siguientes:

- El punto de operación: punto donde se realiza el trabajo en un material, como corte, conformado, perforación, estampado, taladrado o almacenamiento;
- Aparatos de transmisión de energía: cualquier componente de un sistema mecánico que transmite energía a las partes de la máquina que realizan el trabajo. Entre los componentes se incluyen volantes, poleas, correas, bielas, acoplamientos, levas, ejes, cadenas, cigüeñales y engranajes,
- Otros elementos móviles: todos los elementos de la máquina que se mueven mientras está funcionando, como las partes móviles rotativas y alternativas y transversales, los mecanismos de alimentación y las partes auxiliares de la máquina.

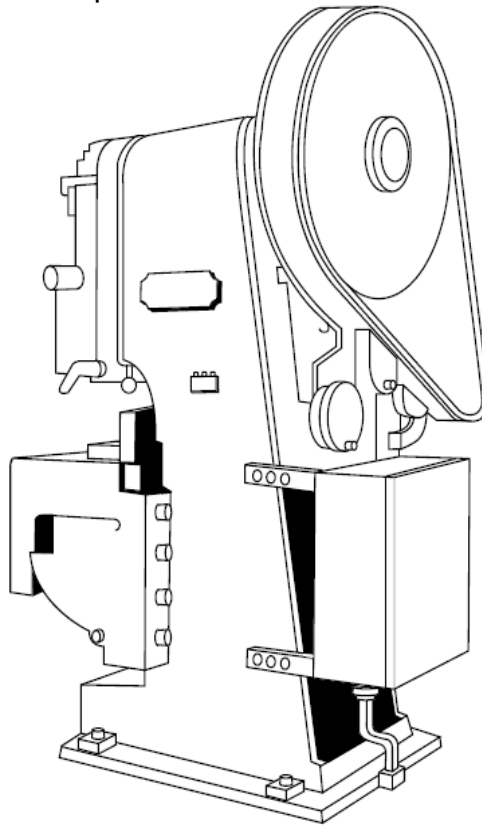
Un gran número de movimientos y acciones mecánicas que entrañan peligro para los trabajadores incluyen el movimiento de elementos rotativos, brazos alternativos, correas en movimiento, engranajes acoplados, dientes de corte y cualquier elemento que choque o cizalle. Los distintos tipos de acciones y movimientos mecánicos de este tipo son básicos para casi todas las máquinas y su reconocimiento es el primer paso hacia la protección de los trabajadores frente a los peligros que se puedan presentar.

- **Movimientos**

Hay tres tipos básicos de movimientos: rotativo, alternativo y transversal.

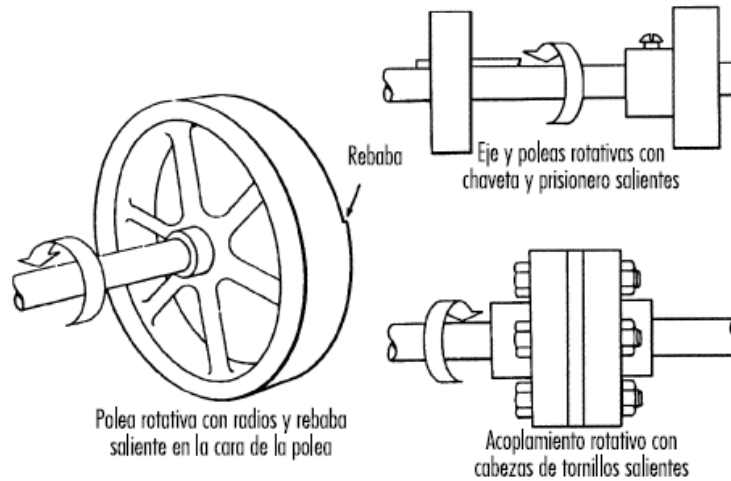
- **Movimiento rotativo:** entraña peligros, ya que incluso los ejes lisos que giran lentamente pueden enganchar la ropa y arrastrar un brazo o una mano a una posición peligrosa. Las lesiones por contacto con elementos giratorios pueden ser graves (ver figura 7).

Figura 7. Prensa mecánica de perforar.



Casquillos, acoplamientos, levas, embragues, volantes, extremos de ejes, vástagos y transmisiones horizontales o verticales son ejemplos de mecanismos rotativos corrientes que pueden ser peligrosos. El peligro aumenta si a ellos se añade la presencia de tornillos, muescas, abrasiones y chavetas o prisioneros salientes (Ver figura 8).

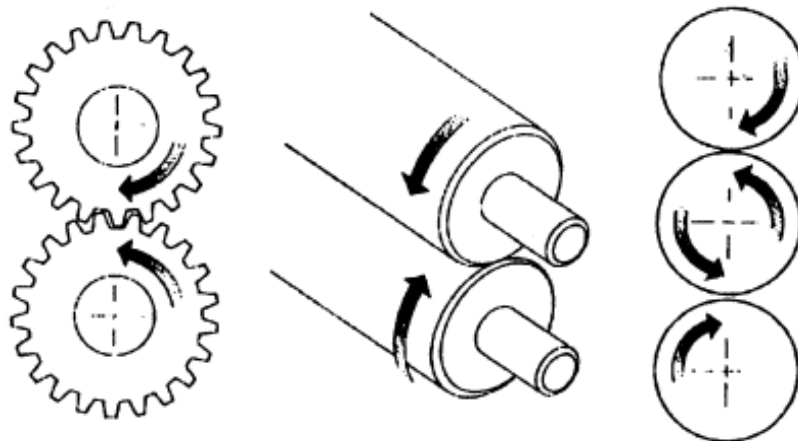
Figura 8. Ejemplos de salientes peligrosos en máquinas rotativas.



- **Puntos de atrapamiento interiores:** creados por elementos rotativos de máquinas. Hay tres tipos principales:

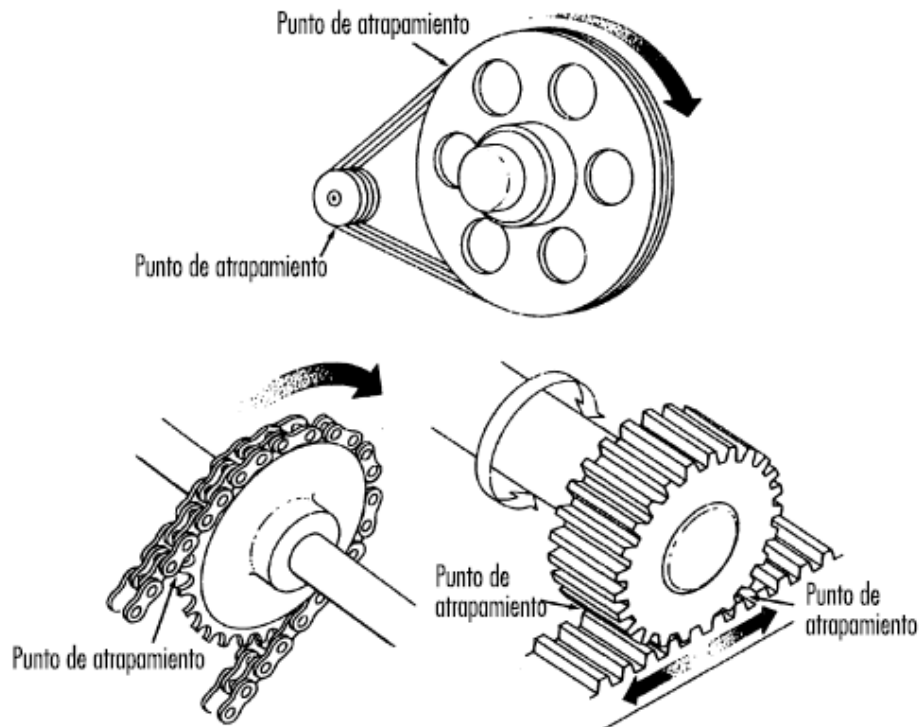
1. Elementos con ejes paralelos que giran en sentidos opuestos. Los elementos pueden estar en contacto (creando un punto de atrapamiento) o muy próximos entre sí, en cuyo caso el material alimentado entre los rodillos crea los puntos de atrapamiento. Es un peligro corriente en máquinas con engranajes, molinos de rodillos y calandrias (Ver figura 9).

Figura 9. Puntos de atrapamiento corrientes en partes en rotación.



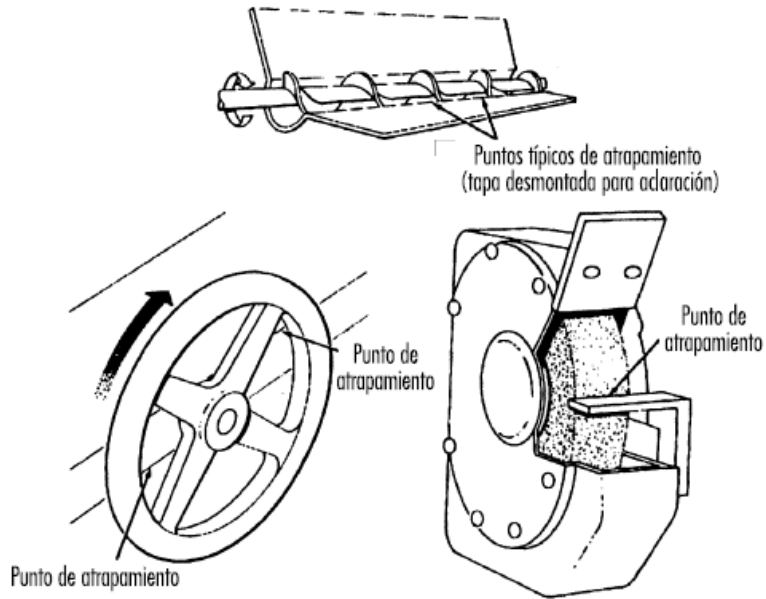
2. Otro tipo de punto de atrapamiento es el creado entre partes móviles rotativas y con movimiento tangencial, como el punto de contacto entre una correa de transmisión y su polea, una cadena y una rueda dentada o una cremallera y su piñón, (Ver Figura 10).

Figura 10. Puntos de atrapamiento entre elementos.



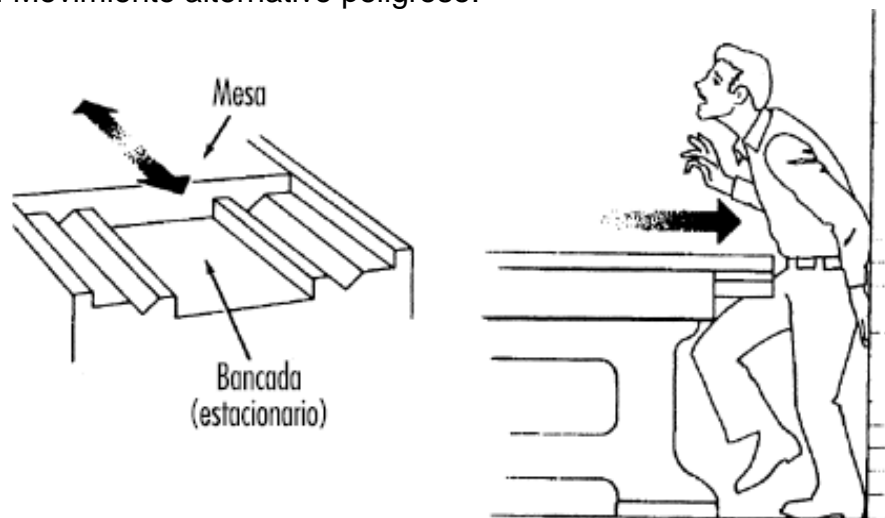
3. También existen puntos de atrapamiento entre partes giratorias y fijas que dan lugar a una acción de desgarramiento, aplastamiento o abrasión. Ejemplos de esto son los volantes con radios, las manivelas, los transportadores de tornillo, la periferia de una muela abrasiva y el ajuste incorrecto del apoyo o soporte de trabajo (Ver figura 11).

Figura 11. Puntos de atrapamiento entre componentes rotativos de máquinas.



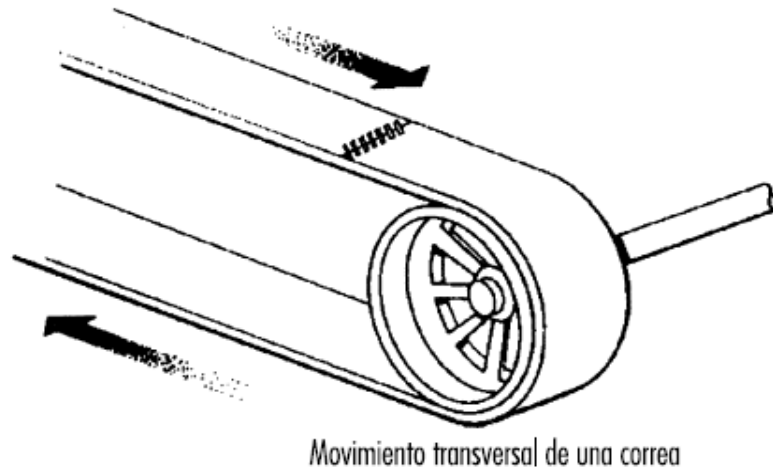
- **Movimientos alternativos:** entrañan peligros porque durante las operaciones de avance, retroceso, ascenso y descenso, un trabajador puede ser golpeado por una parte móvil o quedar atrapado entre ésta y una parte estacionario (Ver figura 12).

Figura 12. Movimiento alternativo peligroso.



- **Movimiento transversal:** (movimiento en una línea continua recta) su peligro reside en que un trabajador resulte golpeado o atrapado en un punto de atrapamiento o desgarramiento por una parte móvil (Ver figura 13).

Figura 13. Ejemplo de movimiento transversal.

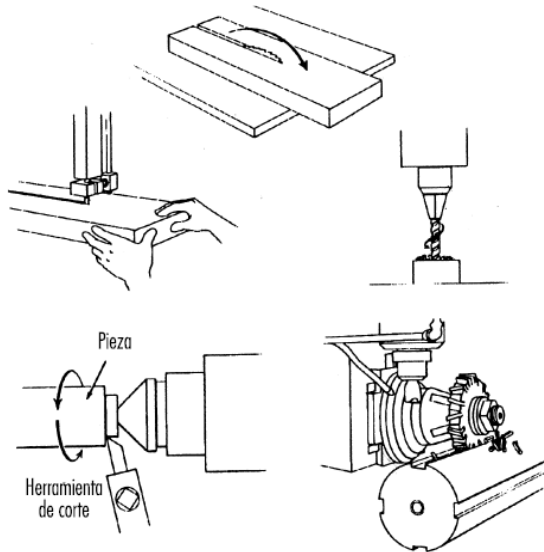


- **Acciones**

Hay cuatro tipos básicos de acción: corte, perforación, cizallamiento y doblado.

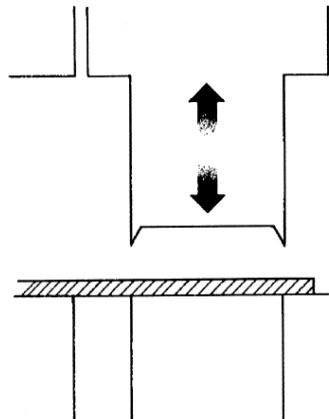
- **La acción de corte** supone movimiento rotatorio, alternativo o transversal. Entraña peligros en el punto de la operación donde se pueden producir lesiones en los dedos, la cabeza y los brazos, y allí donde pueden salir proyectados virutas o material residual y chocar con los ojos o la cara del operario. Ejemplos típicos de máquinas con peligros de corte son: sierras de cinta, sierras circulares, máquinas de taladrar, tornos y fresadoras (Ver figura 14).

Figura 14. Ejemplos de peligros en el corte.



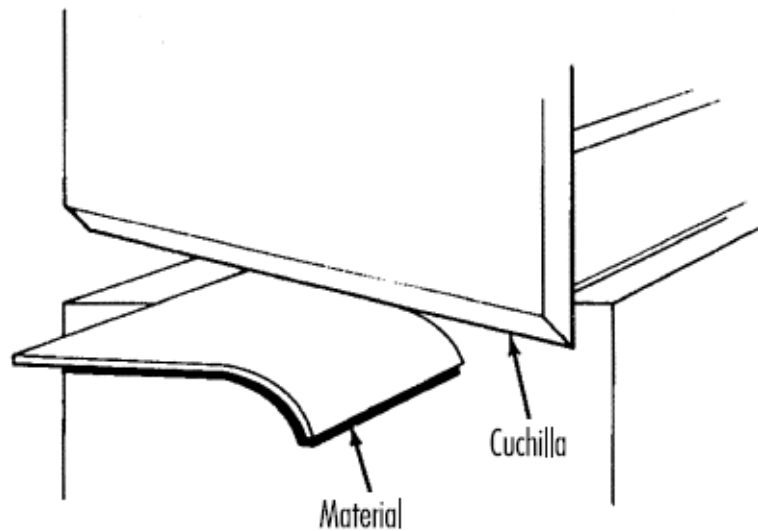
- **La acción de perforación** se produce cuando se aplica fuerza a un elemento deslizante (vástago) con objeto de cerrar, estirar o estampar metal u otros materiales. El peligro de este tipo de acción existe en el punto de la operación cuando se introduce, sostiene o retira el material a mano. Las máquinas típicas que utilizan la acción de perforación son las prensas mecánicas y las máquinas utilizadas para trabajos con hierro (Ver figura 15).

Figura 15. Operación típica de perforación.



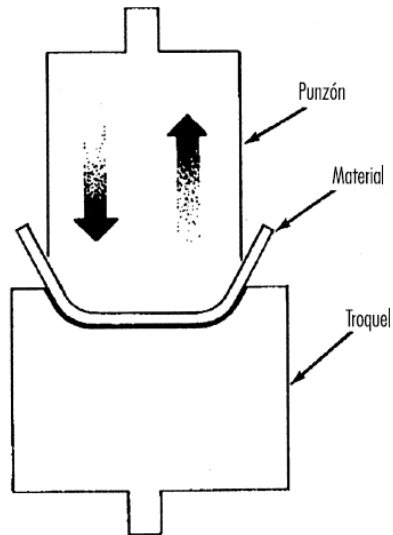
- **La acción de cizallamiento** supone aplicar fuerza a un elemento deslizante o cuchilla para cortar o cizallar metal u otros materiales. Hay un peligro en el punto de la operación donde se introduce, sostiene y retira el material. Ejemplos típicos de máquinas utilizadas para operaciones de cizallamiento son las cizallas mecánicas, hidráulicas o neumáticas (Ver figura 16).

Figura 16. Operación de cizallamiento.



- **La acción de doblado** se produce cuando se aplica fuerza a un elemento deslizante con objeto de conformar, estirar o estampar metal u otros materiales. Hay un peligro en el punto de la operación donde se introduce, sostiene y retira el material. Entre los equipos que utilizan la acción de doblado están las prensas mecánicas, los frenos de prensas y las dobladoras de tubos (Ver figura 17).

Figura 17. Operación de doblado.



**2.2.1 Requisitos de las defensas.** Las defensas deben cumplir como mínimo los siguientes requisitos generales para proteger a los trabajadores contra los peligros mecánicos:

- Prevenir contacto: El protector debe proteger las manos, los brazos, y las otras partes del cuerpo de un trabajador para prevenir el contacto con las partes peligrosas en movimiento. Un buen sistema de protección elimina la posibilidad de que el operador u otro trabajador acerquen sus extremidades u otras partes del cuerpo cerca de las partes peligrosas en movimiento de la maquinaria.
- Asegurar el protector: Los trabajadores no deberán poder retirar o alterar el protector fácilmente, porque un protector que puede ser deshabilitado no es un protector efectivo. Los protectores y dispositivos de seguridad deben ser fabricados de algún material duradero que pueda resistir las condiciones de uso normal. Los protectores deben estar firmemente asegurados a la máquina.
- Proteja de objetos que caigan: El protector debe asegurar que ningún

objeto pueda caer a las partes en movimiento.

- Una pequeña herramienta que caiga en las partes en movimiento de la máquina, puede fácilmente convertirse en un proyectil que pueda golpear o dañar a alguien.
- No se deben crear nuevos peligros: Un protector pierde su esencia/propósito si este crea un riesgo como el de una punta afilada, una esquina puntiaguda, o una superficie no terminada que pueda causar lesiones. Los bordes de los protectores, por ejemplo, deberán ser laminados o asegurados de tal forma que se eliminen los bordes puntiagudos.
- No crear interferencia: Cualquier protector que impida a un trabajador llevar a cabo su trabajo en una manera rápida y cómoda, puede ser rápidamente anulado o no considerado. La protección correcta puede en realidad mejorar la eficiencia ya que alivia al trabajador de su preocupación por los accidentes.
- Permita una lubricación segura: Si es posible, una persona deberá poder lubricar la maquina sin retirar los protectores. El ubicar las reservas de aceite fuera del protector, en línea recta hacia el punto de lubricación, reducirá la necesidad de que el operador o trabajador de mantenimiento ingrese en un área de peligro.

**2.2.2 Formación en materia de defensas.** Hasta el sistema más elaborado de protección no podrá brindar una protección eficiente si los trabajadores no saben cómo usarlo y por qué deben hacerlo. Por esta razón, la capacitación específica y detallada es crucial para cualquier esfuerzo de brindar protección contra los peligros provenientes de la maquinaria. La intensiva capacitación del operador deberá incluir instrucciones o entrenamiento practico sobre lo siguiente:

- a) una descripción e identificación de los peligros asociados con algunas de las maquinas;
- b) los protectores y como brindan protección, y los peligros para los cuales han sido diseñados;
- c) como usar los protectores y por qué;
- d) como y bajo qué circunstancias pueden los protectores ser retirados, y por quien (en la mayoría de los casos, personal de mantenimiento y reparación únicamente); y
- e) que hacer (e.g., contactar al supervisor) si se daña un protector, si se extravía, o si es incapaz de brindar una protección adecuada.

Este tipo de capacitación de seguridad es necesaria para los nuevos operadores y para el personal de mantenimiento o montaje, cuando cualquier protector nuevo o alterado sea puesto en servicio, o cuando los trabajadores sean asignados al manejo de una nueva máquina u operación.

### **2.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE LAS MÁQUINAS**

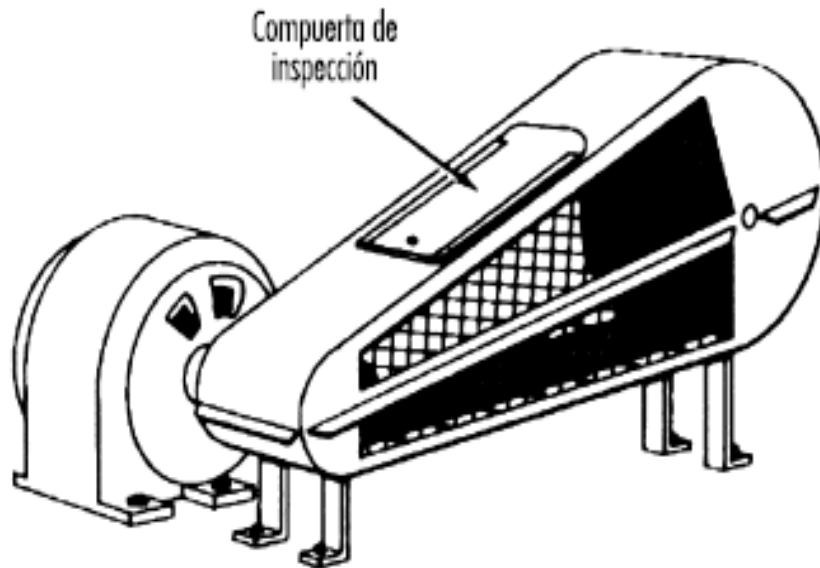
Hay muchas maneras de proteger las máquinas. El tipo Hay muchas maneras de proteger las máquinas. El tipo de operación, el tamaño o forma del material, el método de manipulación, la disposición física de la zona de trabajo, el tipo de material y las necesidades o limitaciones de la producción ayudan a determinar el método de protección adecuado para cada máquina específica. El diseñador de la máquina o el encargado de seguridad deben elegir la protección más efectiva y práctica disponible.

Las protecciones se clasifican en: defensas, dispositivos, separación, operaciones, otras

**2.3.1 Protección con defensas.** Hay cuatro tipos generales de defensas (barreras que impiden el acceso a las zonas de peligro) que son los siguientes:

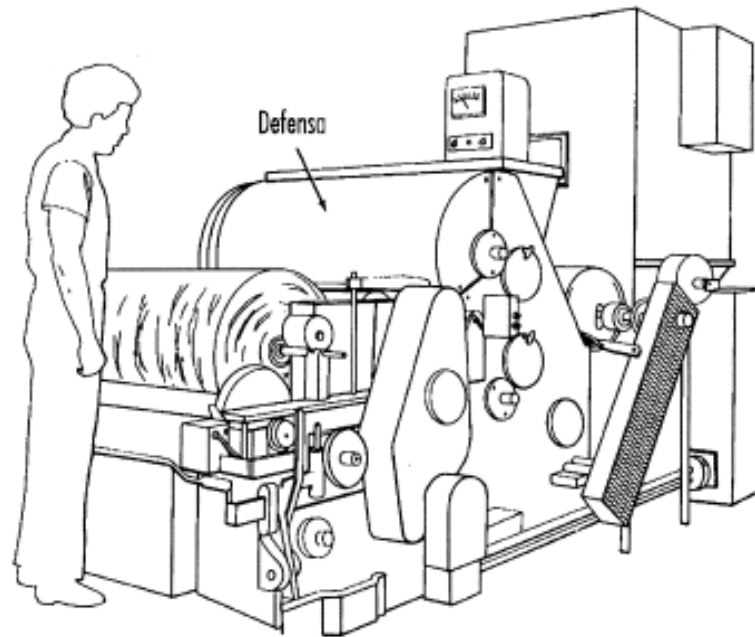
- **Protector Fijo:** Un protector fijo es una parte permanente de la máquina. No es dependiente de las partes en movimiento que desempeñan sus funciones. Puede ser construido de metal en láminas, rejas, tela metálica, barras, plástico, o cualquier otro material que sea lo suficientemente resistente para aguantar cualquier impacto o uso prolongado que pueda recibir la máquina. Este protector es normalmente preferido por sobre otros tipos, debido principalmente a su relativa simplicidad y desempeño.

Figura 18. Defensa fija que encierra correas y poleas.



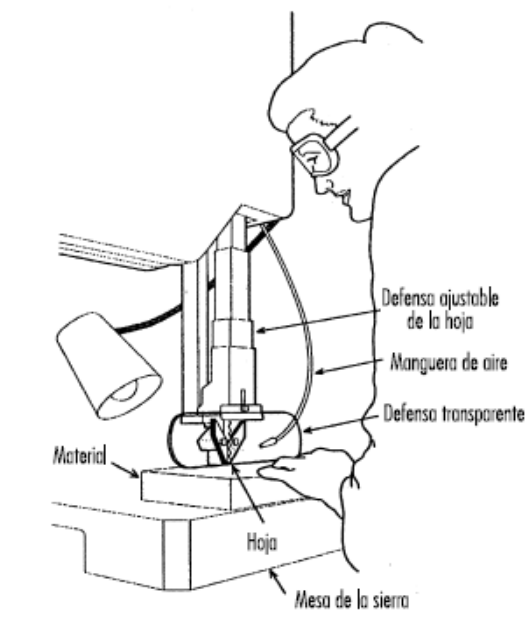
- **Protectores con Entrelace o Interconexión:** Los protectores con Entrelace o Interconexión apagan automáticamente o desconectan la energía cuando se abren o se retiran. La máquina no puede ser encendida o entrar en funcionamiento hasta que el protector vuelva a ser colocado en su lugar.

Figura 19. Defensa enclavada en una máquina plegadora.



- **Protectores Ajustables:** Los protectores ajustables son útiles porque son flexibles y permiten que los diferentes tamaños de materiales sean cortados, moldeados o formados

Figura 20. Defensa ajustable en una sierra de cinta.



- **Protectores Auto-Ajustables:** Las aberturas de los protectores autoajustables son determinadas por el movimiento del cabezal. A medida que el operador mueve el cabezal hacia el área de peligro, el protector es empujado, dejando una abertura que es lo suficientemente grande para admitir el material a cortar.

Después de que el cabezal es retirado, el protector vuelve a la posición de descanso o neutra.

Figura 21. Defensa auto ajustable en una sierra de brazo radial.

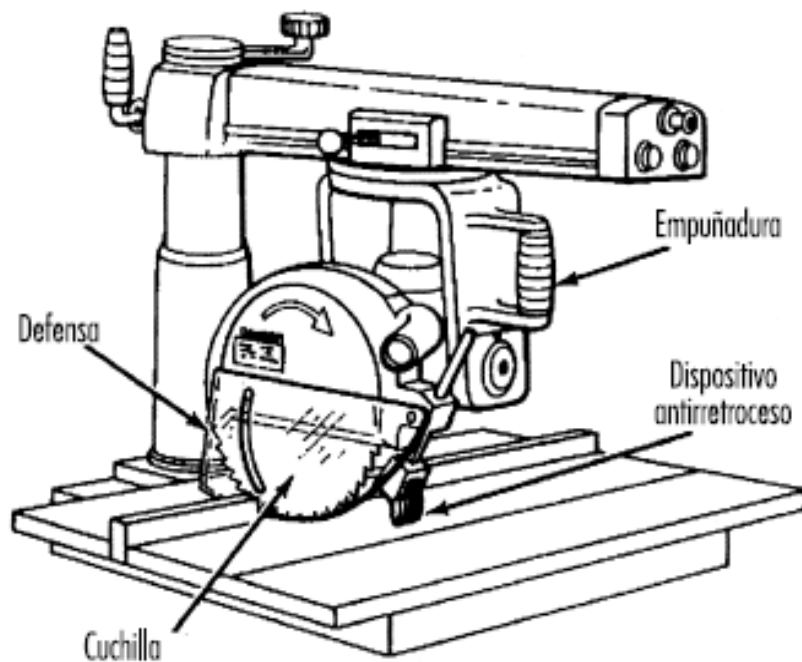


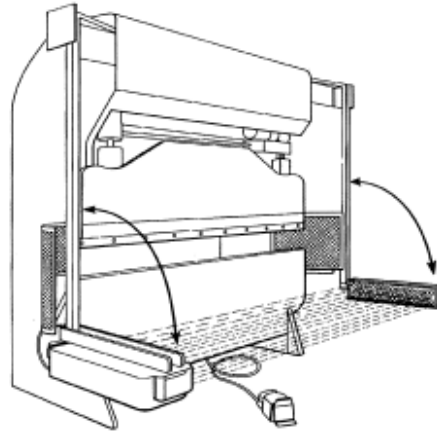
Tabla 1. Ventajas y desventajas Defensas de máquinas.

Método	Acción de protección	Ventajas	Limitaciones
Fija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona una barrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válida para muchas aplicaciones específicas</li> <li>• La construcción en la planta es frecuentemente posible</li> <li>• Proporciona la máxima protección</li> <li>• Necesita un mantenimiento mínimo</li> <li>• Adecuada para alta producción, operaciones repetitivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede interferir con la visibilidad</li> <li>• Limitada a operaciones específicas</li> <li>• El ajuste y reparación de la máquina requiere con frecuencia su desmontaje, necesitando por tanto otros medios de protección para el personal de mantenimiento</li> </ul>
Enclavada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corta o desconecta la energía e impide el arranque de la máquina estando la defensa abierta; debe requerir la parada de la máquina antes de que el operario acceda a la zona de peligro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona la máxima protección</li> <li>• Permite el acceso a la máquina para eliminar atascos sin tener que dedicar tiempo a desmontar defensas fijas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere un ajuste y mantenimiento cuidadosos</li> <li>• Puede ser fácil de desconectar o derivar</li> </ul>
Ajustable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona una barrera que se puede ajustar para facilitar diversas operaciones de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede construir para muchas aplicaciones específicas</li> <li>• Se puede ajustar para admitir varios tamaños de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El operador puede acceder a la zona de peligro: la protección puede no ser completa en todo momento</li> <li>• Puede requerir mantenimiento y/o ajuste frecuentes</li> <li>• Puede ser inutilizada por el operador</li> <li>• Puede interferir con la visibilidad</li> </ul>
Auto ajustable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona una barrera que se mueve de acuerdo con el tamaño del material que entra en la zona de peligro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay defensas prefabricadas disponibles comercialmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No siempre proporciona la máxima protección</li> <li>• Puede interferir con la visibilidad</li> <li>• Puede requerir mantenimiento y ajuste frecuentes</li> </ul>

**2.3.2 Protección con dispositivos.** Los dispositivos de seguridad detienen la máquina si una mano u otra parte del cuerpo se colocan inadvertidamente en la zona de peligro; limitan el acceso de las manos del operador a la zona de peligro o las retiran de ésta durante el funcionamiento; requieren que el operador utilice simultáneamente ambas manos en los controles (manteniendo así fuera de peligro ambas manos y el cuerpo) o crean una barrera que esté sincronizada con el ciclo de la máquina, para impedir el acceso a la zona de peligro durante la parte peligrosa del ciclo.:

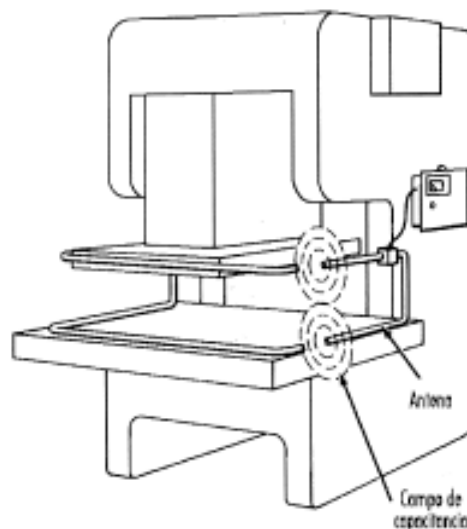
- **Dispositivos Sensores de Presencia.** Un dispositivo de seguridad sensor de presencia puede desempeñar una de varias funciones: puede parar la máquina si una mano o cualquier parte del cuerpo se coloca involuntariamente en el área de peligro, puede restringir o liberar las manos del operador del área de peligro durante la operación, puede requerir al operador el usar ambas manos en los controles de la maquinaria, o puede proveer una barrera que este sincronizada con el ciclo de operaciones de la máquina para prevenir el ingreso al área de peligro durante el ciclo de una parte peligrosa.
  
- **Un dispositivo sensor fotoeléctrico (óptico)** utiliza un sistema de fuentes de luz y controles que pueden interrumpir el ciclo operativo de la máquina. Si se corta el campo de luz, la máquina deja de funcionar. El dispositivo debe ser utilizado solo en las máquinas que puedan ser detenidas antes de que el trabajador pueda llegar a la zona de peligro.

Figura 22. Dispositivo fotoeléctrico de detección de presencia en una plegadora.



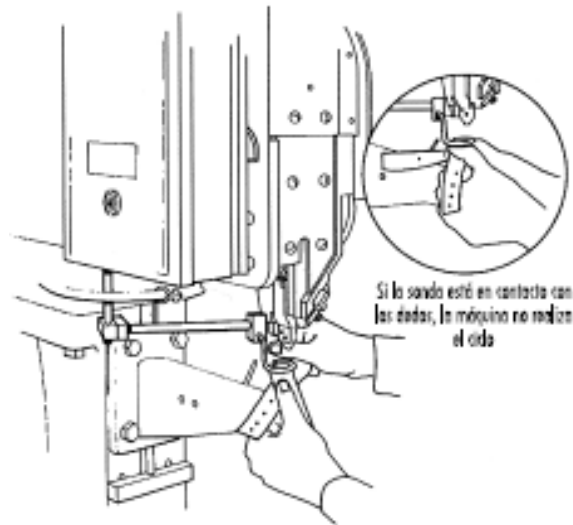
- **Un dispositivo sensor de radio frecuencia (capacitador)** utiliza una señal de radio que es parte del circuito de control de la máquina. Cuando el campo capacitador se rompe, la maquina deja de funcionar y no se activara. Igual que el dispositivo fotoeléctrico, este dispositivo debe ser utilizado solo en máquinas que puedan ser detenidas antes de que el trabajador pueda llegar a la zona de peligro. Esto requiere de un embrague de fricción u otra forma confiable para detener la máquina.

Figura 23. Dispositivo detector de presencia por radiofrecuencia.



- **Un dispositivo sensor electromecánico** que tiene un sensor o barra de contacto que desciende a una distancia predeterminada cuando el operador inicia el ciclo de la máquina. Si existe una obstrucción previniendo que la misma descienda la distancia completa predeterminada, la unidad de control no activa el ciclo de la máquina.

Figura 24. Dispositivo detector electromecánico en una máquina sacabocados.

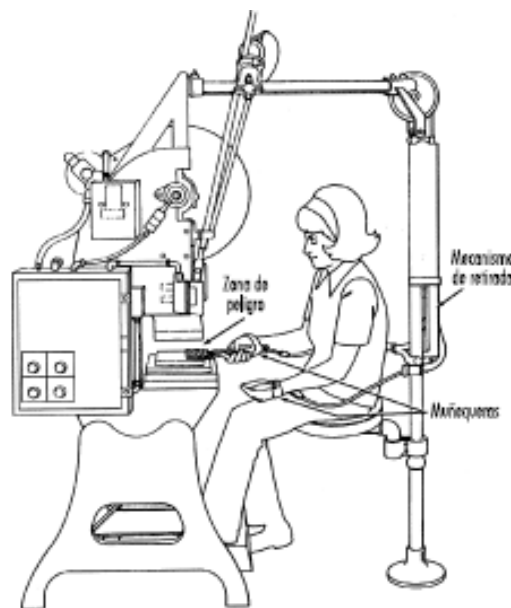


- **Dispositivos de retirada.** Utilizan una serie de cables unidos a las manos, muñecas y/o brazos del operador y se usan sobre todo en máquinas que realizan carreras. Cuando el elemento deslizante o vástago está arriba, el operador tiene acceso al punto de operación. Cuando el elemento deslizante o vástago comienza a descender, un varillaje mecánico asegura la retirada automática de las manos del punto de operación.
- Los **dispositivos de retroceso** utilizan una serie de cables ajustados a las manos, muñecas, y/o brazos. Este tipo de dispositivo se utiliza primordialmente en máquinas que tienen una acción de golpear. Cuando el deslizador o cilindro está arriba, se le permite al operador el acceso al punto de operación. Cuando

el deslizador o cilindro comienza a descender, un enlace mecánico automáticamente asegura que las manos estén fuera del alcance del punto de operación.

- Un **dispositivo de restricción** utiliza cables o correas que estén ajustadas a las manos del operador y a un punto fijo. Los cables o correas deberán estar ajustados para permitir que las manos de los operadores puedan moverse dentro de un área predeterminada.

Figura 25. Dispositivo de retirada en una prensa mecánica.

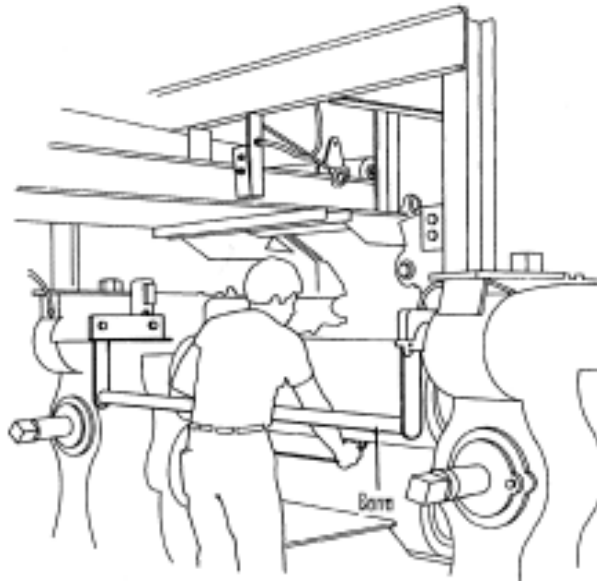


- **Dispositivos limitadores.** En algunos países se han empleado dispositivos limitadores que utilizan cables o correas que unen un punto fijo con las manos del operador. En general, se considera que estos dispositivos no ofrecen protección suficiente, ya que el operador puede prescindir fácilmente de ellos y colocar las manos en la zona de peligro (Ver Tabla 2).

- **Dispositivos de control de seguridad.** Todos estos dispositivos de control de seguridad se activan manualmente y tienen que rearmarse manualmente para volver a poner en marcha la máquina. Los controles de activación de seguridad brindan una forma rápida para desactivar la máquina en una situación de emergencia.

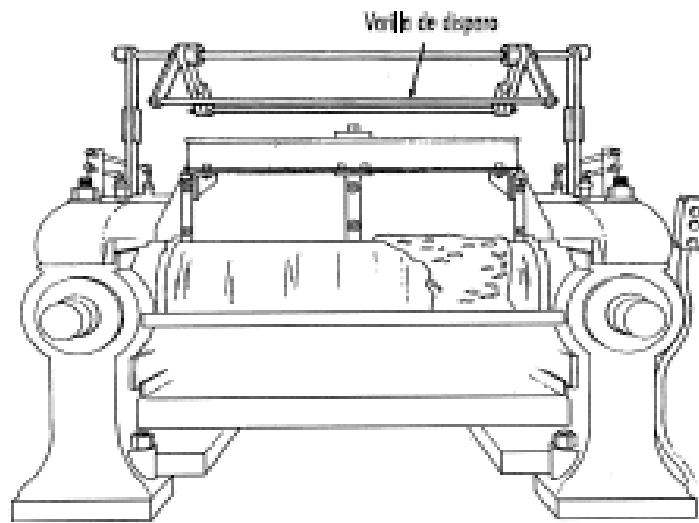
- *Tipo Barra:* Una barra de cuerpo sensible a la presión, que al ser despresurizada origina que la máquina se desactive. Si el operador o cualquier otra persona cae, pierde el equilibrio o es atraído hacia la máquina, al aplicar presión a la barra detendrá la máquina/operación.

Figura 26. Barra para el cuerpo sensible a la presión en un molino de goma.



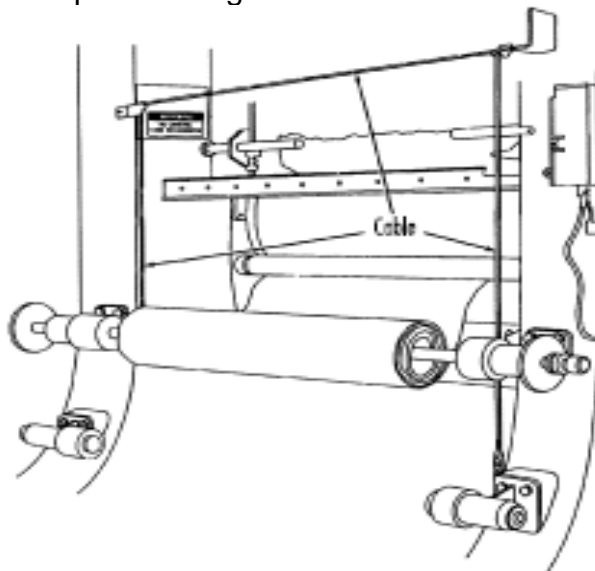
- *Mecanismo de tres barras:* Una barra de seguridad para caídas desactiva la máquina cuando es presionada por el operador. Debido a que debe ser activada por el operador durante una situación de emergencia, el posicionamiento adecuado es crítico.

Figura 27. Varilla de disparo de seguridad en un molino de goma.



- *Des-activación por cable:* Los dispositivos de seguridad por cables están ubicados cerca al perímetro o al área de peligro. El operador deberá poder alcanzar el cable con cualquier mano para detener la máquina.

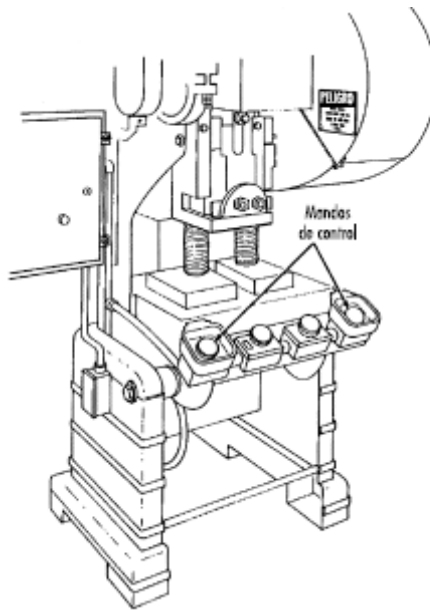
Figura 28. Cable de disparo de seguridad en una calandria.



- *Control usando dos manos:* El control de dos manos requiere la constante y simultánea presión de parte del operador para operar la máquina. Este tipo de

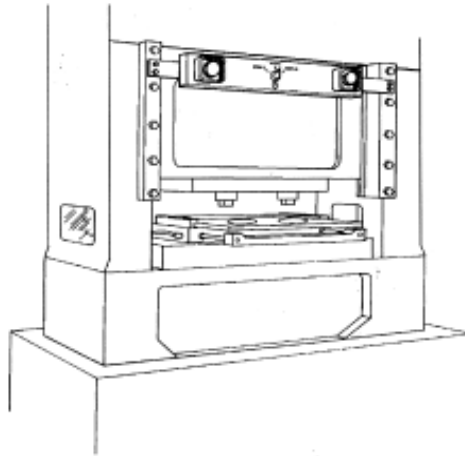
control requiere un embrague de revolución parcial, freno, y un monitor de frenado si es utilizado en una prensa de poder. Con este tipo de dispositivo, se requiere que las manos del operador estén en una ubicación segura (sobre los botones de control) y a una distancia segura del área de peligro mientras la maquina termina su ciclo de terminado.

Figura 29. Botones de control para las dos.



- *Activación a dos manos:* La activación a dos manos requiere la constante aplicación de ambos botones de control del operador para activar el ciclo de la máquina, después de lo cual las manos están libres. El dispositivo es usualmente usado en máquinas equipadas con embragues de revolución completa. Las barras deben ser posicionadas lo suficientemente lejos del punto de operación para que sea imposible para el operador mover sus manos de los botones de la barra o volante hacia el punto de operación antes de que finalice la primera mitad del ciclo. Las manos del operador se mantienen lejos para prevenir que ellas sean accidentalmente puestas en el área de peligro antes que el deslizador, cilindro, o cuchilla llegue a la posición completa de "abajo".

Figura 30. Botones de control para las dos manos.



- *Puertas:* Las puertas son barreras móviles que protegen al operador en el punto de operación antes de que el ciclo de la máquina pueda ser puesto en marcha. Las puertas son, en muchas instancias, diseñadas para ser operadas en diferentes ciclos de la máquina.

Figura 31. Prensa mecánica con puerta

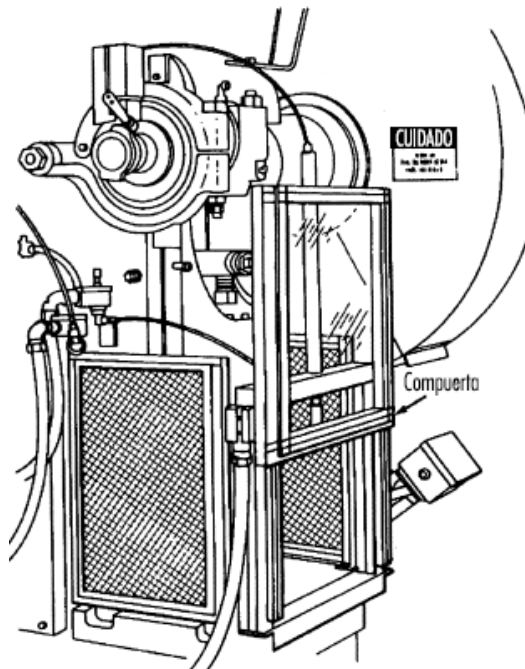


Tabla 2. Ventajas y Desventajas

Método	Acción de Protección	Ventajas	Desventajas
Electromecánico	Barra de contacto o sonda que viaja una distancia predeterminada entre el operador y el área de peligro. La interrupción del movimiento previene que el ciclo de la máquina se inicie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede permitir acceso al punto de operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La barra de contacto o sensor debe estar debidamente ajustado para cada aplicación; este ajuste debe recibir el debido mantenimiento.</li> </ul>
Retráctiles	A medida que la máquina comienza su ciclo, las manos del operador se retiran del área de peligro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimina la necesidad de barras auxiliares u otra forma de interferencia en el área de peligro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limita el movimiento del operador.</li> <li>• Puede obstruir el lugar de trabajo alrededor del trabajador.</li> </ul>
Restricción (contener)	Previene que el operador llegue al área de peligro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeño riesgo de falla mecánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requieren ajustes para operaciones específicas y para cada individuo.</li> <li>• Requiere inspecciones frecuentes y mantenimiento regular.</li> <li>• Requiere supervisión cercana del uso de la máquina al operador.</li> <li>• Limita el movimiento del operador.</li> <li>• Puede obstruir el lugar de trabajo.</li> </ul>
Controles de Barras de Seguridad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barra sensible a la presión del cuerpo</li> <li>• Barra de seguridad</li> <li>• Cable barra de seguridad</li> </ul>	Detiene la máquina cuando la barra es empujada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplicidad en el uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los controles son activados manualmente.</li> <li>• Puede ser difícil activar los controles debido a su ubicación.</li> <li>• Sólo protege al operador.</li> <li>• Puede requerir aparatos especiales para el trabajo de mantenimiento.</li> <li>• Puede requerir un freno de máquina.</li> </ul>

Control de dos manos	El uso simultáneo de ambas manos es necesario, para prevenir que el operador ingrese al área de peligro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las manos del operador se encuentran en una ubicación predeterminada.</li> <li>Las manos del operador quedan libres para iniciar una nueva parte del ciclo después de que la primera parte del ciclo haya terminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere una máquina de ciclo parcial con freno.</li> <li>Algunos controles de dos manos pueden ser considerados inseguros al ser sostenidos con el brazo o al ser bloqueados, de esta forma se permite la operación con una mano.</li> <li>Sólo protege al operador.</li> </ul>
Activación con dos manos	El uso simultáneo de dos manos en controles separados previene que las manos estén en peligro cuando el ciclo de la máquina se inicia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las manos del operador están lejos del área de peligro.</li> <li>Puede adaptarse a operaciones específicas.</li> <li>Ninguna obstrucción cuando se usa la mano para alimentación de la máquina.</li> <li>No requiere ajuste para cada operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El operador puede intentar tratar de llegar al área de peligro después de mover la barra de la máquina.</li> <li>Algunas barras pueden ser consideradas inseguras al ser sostenidas con el brazo o al ser bloqueadas, de esta forma se permite la operación con una sola mano.</li> <li>Sólo protege al operador.</li> <li>Puede requerir aparatos especiales.</li> </ul>
Puerta	Brinda una barrera entre el área de peligro y el operador u otro personal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede prevenir el alcance o que se ingrese al área de peligro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede requerir inspecciones frecuentes y mantenimiento regular.</li> <li>Puede interferir con la habilidad del operador de ver el trabajo.</li> </ul>

## 2.4 MANDOS

Los órganos de accionamiento o mandos son todos aquellos elementos sobre los que actúa el operador para comunicar las órdenes a la máquina, modificando sus parámetros de funcionamiento, seleccionando sus modos de funcionamiento y de

mando o, eventualmente, para recibir informaciones. Se trata, en general, de pulsadores, palancas, pedales, selectores, volantes y, en el caso de algunos equipos de trabajo (por ejemplo máquinas), de teclados y pantallas interactivas (control numérico).

Los órganos de accionamiento deben estar claramente identificados y para ello se deberían utilizar colores y pictogramas normalizados (por ejemplo: 0/I). En su defecto, se puede poner una indicación clara de su función en el idioma nativo donde está en uso la máquina, por ejemplo: marcha/parada; manual/automático; lento/rápido; subir/bajar. A título indicativo los colores preferentes para las funciones principales de una máquina son los siguientes:

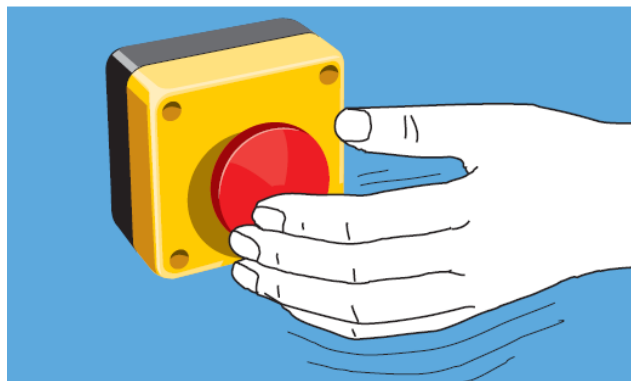
- Puesta en marcha/puesta en tensión: BLANCO; en el caso de máquinas antiguas es aceptable el color VERDE.
- Parada/puesta fuera de tensión: NEGRO; en el caso de máquinas antiguas es aceptable el color ROJO.
- Parada de emergencia o iniciación de una función de emergencia: ROJO (sobre fondo AMARILLO, en el caso de un pulsador o de una manilla).
- Supresión de condiciones anormales o restablecimiento de un ciclo automático interrumpido: AMARILLO.
- Rearme: AZUL.

NOTA: Para equipos de trabajo en uso, es aconsejable utilizar colores idénticos para funciones idénticas de los equipos de un mismo taller. Un órgano de accionamiento sólo debe ordenar una función y siempre la misma. Se debe mostrar claramente la relación entre el órgano seleccionado y las diferentes funciones ordenadas. Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. Estos mandos deben estar dispuestos y protegidos de manera que se impida un accionamiento involuntario por parte del propio operador o de otra persona.

Cuando se activa el dispositivo de paro de emergencia, éste debe engancharse y no debe ser posible generar el comando de paro sin enganche. El restablecimiento del paro de emergencia no debe causar una situación peligrosa. Una acción separada y deliberada debe utilizarse para volver a arrancar la máquina.

Siempre que exista el peligro de que un operador corra algún riesgo con una máquina, deben instalarse facilidades para un acceso rápido a un dispositivo de paro de emergencia. El dispositivo de paro de emergencia debe estar operativo continuamente y fácilmente accesible.

Figura 32. Botón pulsador normalizado de Paro de emergencia.



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad.

## 2.5 BLOQUEOS

Para efecto de mantenimiento, reparaciones y/o procedimientos de limpieza, entre otros, normalmente la(s) persona(s) que realiza(n) estas labores interactúan físicamente con los diversos sistemas y mecanismos de la maquinaria. Por lo tanto deben estar protegidos completamente contra cualquier riesgo de accidente.

Específicamente en cuanto riesgos por atrapamiento se recomienda tener siempre presente el bloqueo del flujo de energía eléctrica, hidráulica y neumática para así evitar activar cualquier elemento parte o mecanismo de la maquinaria que este alimentado por este tipo de fuente de energía durante el tiempo de intervención.

A nivel eléctrico se debe bloquear el flujo de energía a la máquina en cuestión desde el interruptor principal que alimenta esa máquina y se debe asegurar el bloqueo con un sistema de candado o sistema similar que impida el accionamiento del interruptor. La llave del candado o del sistema de seguridad debe ser cargada por la persona que realiza el trabajo.

Figura 33. Bloqueo Eléctrico



Fuente: ROCKWELL AUTOMATION, Principios de Seguridad.

Es altamente recomendable acondicionar un candado o cerradura para mayor seguridad en el área de alimentación de la maquinaria (Caja de Breakers), la llave de este solo debe ser cargada por el personal de mantenimiento.

A nivel hidráulico el sistema debe estar provisto con válvulas con bloqueo central en la línea principal de descarga de la bomba hidráulica hacia los elementos a accionar, de tal manera que en reposo no haya posibilidad de flujo hidráulico en los ductos del sistema hidráulico y no se pueda realizar ningún movimiento. Sin embargo se recomienda complementariamente colocar un sistema de bloqueo físico para aquellos sistemas de presión en los cuales las partes de la máquina que tienen movimiento vertical y que forman parte del sistema hidráulico, en un momento dado se pudieran descolgar por su propio peso o el que sostienen.

Figura 34. Bloqueo hidráulico



Fuente: HIDROGARNE, Prensas hidráulicas de 4 columnas

A nivel neumático el sistema debe estar provisto con válvulas de bloqueo con candado en la línea neumática de acometida a la máquina, de tal manera que antes de realizar el trabajo de mantenimiento o limpieza se corte el flujo neumático y se asegure con el respectivo candado para eliminar cualquier movimiento de alguna parte accionada por este tipo de energía.

Figura 35. Válvulas de Bloqueo.



Fuente: FIT-RITE SAFETY WEAR INC, lockouts and tagouts

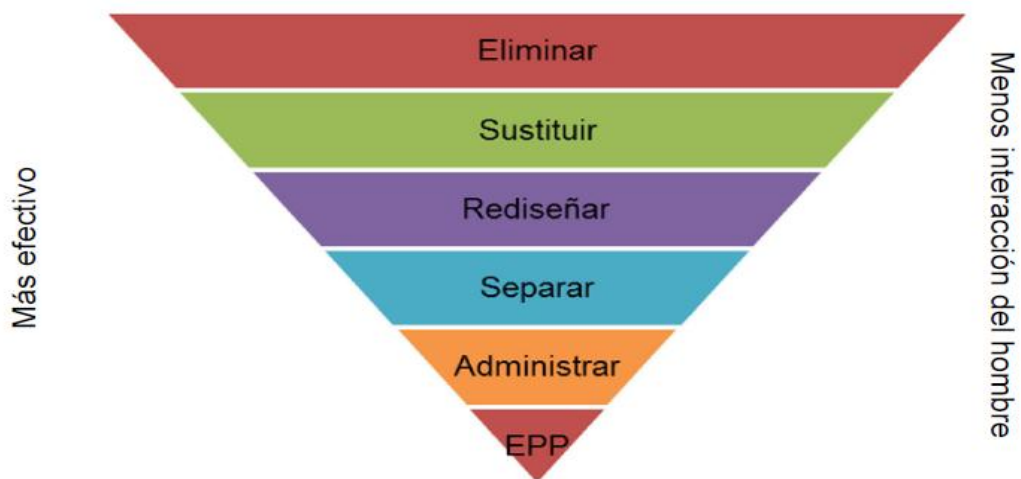
## 2.6 NORMAS LEGALES Y TÉCNICAS DE REFERENCIA

Respecto al atrapamiento por herramienta, estado y diseño de guardas, mandos, bloqueos y medio ambiente se referencian las normas NTP 325 y la resolución 2400 de 1979 avalado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Para el proceso de generación de la propuesta se tiene en cuenta las normas OSHA (Occupational Safety and Health Administration) las normas dictadas por la ISO (Organización Internacional de Normalización) y las notas técnicas de prevención.

## 2.7 JERARQUÍA DE CONTROL

En la intervención sobre el factor de riesgo mecánico se deben tener en cuenta tres pasos fundamentales como son: la identificación de los riesgos, luego la evaluación de los riesgos, en la cual se incluye la calificación del riesgo y con base de lo anterior se hace el control del riesgo, para lo cual se utiliza la jerarquía de controles que se muestra a continuación, la cual focaliza con que prioridad se debe realizar la intervención.

Figura 36. Jerarquía de control.



- Eliminar: Total eliminación del Peligro (Riesgo).
- Sustituir: Reemplazar el material o el proceso por uno menos peligroso.
- Rediseñar: Rediseñar el equipo o el procedimiento de trabajo.
- Separar: Aislar el peligro con guardas de seguridad o encapsulamiento de este.
- Administrar: Proveer controles tales como entrenamientos adecuados, procedimientos, etc.
- EPP: Uso y especificación apropiada de EPP (Elementos de Protección Personal).

## 2.8 PROCESO DE DISEÑO

Actualmente existen varias metodologías de diseño; definir cuál es la mejor no es tarea fácil, es más importante analizar el como la metodología tratada interactúa con el entorno de la situación problema en procura de lograr una solución integral. Es así como el proceso de diseño estructurado y concurrente actualmente es muy utilizado y forma parte del proceso de desarrollo de productos por grandes compañías líderes a nivel mundial.

El proceso de desarrollo de productos consta de 6 fases:

Figura 37. Etapas de diseño.



Fuente: ULRICH, Diseño y Desarrollo de Productos<sup>1</sup>.

Tomando como base este proceso se puede aplicar la metodología hasta la fase de diseño a nivel sistema y detallado para plantear las alternativas de solución generadas con relación a los requerimientos de sistemas de seguridad respecto a

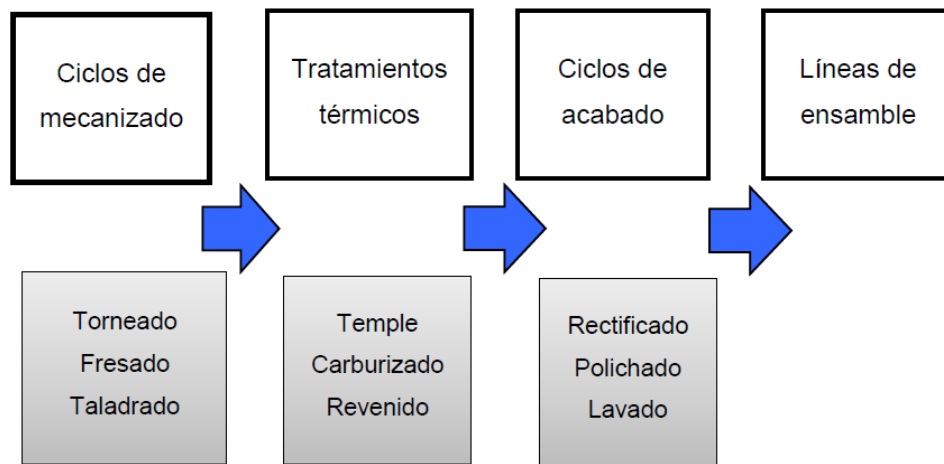
<sup>1</sup> ULRICH, KARL T. Diseño y desarrollo de productos. 3 ed. McGraw-Hill, 2004.

los riesgos mecánicos. Estas soluciones planteadas hasta este nivel, permiten plantear unas soluciones generales que le muestran los elementos básicos a utilizar, la forma de la solución, el posible tipo de material a utilizar y un costo aproximado de la misma para poder así tomar una decisión o plantear una mejora o redirección a la solución definida. Si la solución planteada es aprobada se podrá dar continuidad al proceso de diseño.

### 3. PROCESO Y MAQUINAS DE LAS LINEAS DE PRODUCCION

Dana Transejes Colombia cuenta actualmente con 7 líneas de producción en su sede principal de Girón. Cuatro de ellas pertenecen a mecanizado de piezas y tres a ensamble de componentes.

Figura 38. Procesos de manufactura.



Fuente: Información suministrada por Dana Transejes Colombia

Las cuatro líneas de producción: Juntas Fijas, Tulipas, Interejes y trípodes, son líneas de mecanizado en donde se transforma la materia prima, en este caso, forjas de precisión o forjas convencionales, en componentes terminados utilizados para el ensamble de ejes homocinéticos, por medio de procesos de manufactura como mecanizado, tratamientos térmicos y acabados.

Las tres líneas de ensamble: Ejes cardánicos, Ejes diferenciales y Ejes homocinéticos.

Los ciclos de mecanizado se caracterizan por presenciar desprendimiento de viruta realizado por máquinas industriales, mientras que los ciclos de tratamiento térmico tienen como objetivo cambiar las propiedades físicas de la forja.

Dentro del proceso productivo de la empresa, se encuentran diferentes tipos de máquinas, tales como: tornos, rectificadoras, fresadoras, templadoras, centradoras, prensas, rolinadoras, hornos, trefiladotas, entre otras, en las cuales se llevan a cabo las actividades que conllevan a obtener los productos que comercializa la empresa.

### **3.1 PROCESOS DE PRODUCCIÓN.**

Se describen paso a paso cada una de las operaciones requeridas para los procesos de producción de las líneas de la planta en las cuales se seleccionaron equipos para intervención.

#### **3.1.1 Línea de trípodes.**

El mecanizado de trípodes se inicia a partir de forjas importadas de Brasil y España de composición SAE 8620.

Figura 39. Línea trípodes.



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

- TORNEADO

Esta operación es llevada a cabo por el tomo CINCINATTI de tulipas, y consiste básicamente en esferar los extremos transversales de los brazos de los trípodes para que se acomoden al cilindro que los contiene y de igual manera mecanizar el diámetro interno donde se hará el brochado de las estrías.

- BROCHADO DE ESTRÍAS

Se realiza a la parte interna de las tulipas hembra en la brochadora Colonial III para generar unas estrías que engranen con los componentes ensamblados del eje en el hueco central del trípode.

- TORNEADO DE TRUNNIONS

Los trunnions son los brazos del trípode, en ellos se tornean unas ranuras que permiten ensamblar los anillos retenedores y separadores para el ensamble. De ello se encarga el tomo MAVILOR, que por medio de sus tres motores separados a 120° mecanizan los brazos a la vez.

- CARBURIZADO

Por medio de este proceso se da al trípode la tenacidad y dureza necesaria para que resista los esfuerzos e impactos a la que se somete, al enriquecer su superficie con el carbono resultante de la combustión del CH<sub>4</sub>, al hacer parar durante cinco horas las piezas y someterlas a temperaturas superiores a los 1700° C y posteriormente un cambio brusco en la temperatura (35 a 60° C) al ser sumergidos en aceite.

- REVENIDO

Tiene como función disminuir las tensiones superficiales que se generan en las piezas por el temple y es llevado a cabo por el homo SURFACE. Las piezas pasan por una correa transportadora a través del homo donde son calentadas a 220 °C y pasan a enfriarse a temperatura ambiente.

- **RECTIFICADO**

En esta operación se rectifica el diámetro de los trunnions acorde a los requerimientos establecidos en el plan de control. Se lleva a cabo por medio de dos rectificadoras en celda denominadas LANDIS I GENDRON y LANDIS II. Por medio de una piedra abrasiva de Oxido de Aluminio.

### **3.1.2 Línea de Interejes.**

Para mecanizar interejes se utilizan varillas de acero en composiciones SAE 1045, 1050, 1552, alboro, entre otros y en diámetros que van desde 24.20, 27.75, 28,30, 30.75, 30.94 y 34 mm importado en su gran mayoría de Brasil y Estados Unidos.

Figura 40. Línea de interejes.



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

A continuación se describe cada una de las operaciones que se realizan en la línea Interejes.

- **CENTRADO Y REFRENTADO**

El centrado es el hueco que se realiza para poder anclar la pieza a las máquinas que en su gran mayoría tienen un anclaje de punto para girar en torno a un eje; el refrentado es el desbaste y nivelación de los extremos de la varilla para establecer la longitud exacta de la pieza. Este proceso es llevado a cabo por la CENTRADORA ENDOMATIC O la CENTRADORA TCT.

- **TORNEADO LADO JUNTA MÓVIL**

Esta operación mecaniza la parte que se une a la tulipa, dando las longitudes, perfiles y diámetros que se requieran para cada modelo. Para ello se tienen en la línea dos tomos de control numérico encargados de esta operación el MAZAK y el NILES.

- **TORNEADO LADO JUNTA FIJA**

El torneado del extremo que se une a la campana de la junta fija es llevado a cabo por un tomo copiador DUBIED 2 y también por el NILES. Esta operación da los perfiles y diámetros que se requieran para cada modelo.

Cabe aclarar que el torno NILES (CNC), es un recurso que se aplica para aumentar la capacidad de los tomos cuando se ven restringidos por la magnitud del lote o por complicaciones en el proceso o alguno de los tomos.

- **ROLADO LADO JUNTA MÓVIL Y JUNTA FIJA**

El rolado de las juntas lo hace la laminadora en frío ROTO-FLO y este proceso deforma el material mediante unos racks de acero, ubicados a manera de prensa, que realizan el estriado en los extremos del eje.

- RANURADO

Esta operación reside en hacer unas ranuras en los extremos del eje para ubicar los anillos que asegurarán el ensamble en los extremos de los componentes que conforman a cada una de las juntas.

Para esta operación hay modelos que requieren hasta de cuatro ranuras, proceso que implica muchas veces que la línea retenga material en esta parte del proceso.

- ESTAMPADO

A las piezas mediante una marcadora se les estampa el número de parte y lote de proceso, previamente pasan a un lavado que elimine cualquier agente que pueda llegar a contaminar el medio de temple en la operación de templado.

- LAVADO

Esta operación consiste en someter la pieza a un proceso de lavado por medio de agua caliente y químicos desengrasantes que eliminen cualquier rastro de refrigerantes o cualquier sustancia o material que contamine el medio de la templadora TOCCO.

- TEMPLADO

Se hace por medio de una máquina de tratamiento térmico por inducción TOCCO, la cual genera calor por medio de inductores que elevan la temperatura de la pieza en cuestión de segundos a 850° C para luego generar un cambio brusco de temperaturas por medio de enfriamiento con un medio de temple que asegura las características y propiedades que requieren estas piezas para su uso.

El interese toma la dureza superficial y una profundidad de temple que son seguidos y evaluados por un microdurómetro MAGNATEST y cortes longitudinales que muestran los cambios estructurales del material.

- **ENDEREZADO**

Por medio de la prensa mecánica llamada FLEXIBLE POWER PRESS, se endereza las piezas que sufren una deformación por el temple para mantenerlas en el rango de especificaciones que se manejan en el plano de control para cada número de parte.

- **REVENIDO**

Tiene como función disminuir las tensiones superficiales que se generan en las piezas por el temple y es llevado a cabo por el horno SURFACE. Las piezas pasan por una correa transportadora a través del horno donde son calentadas a 220 °C y pasan a enfriarse a temperatura ambiente.

- **PRUEBA DE GRIETAS**

Detecta las posibles grietas o fisuras que se generan por el proceso de temple, utilizando una maquina magna-flux que aplica un campo magnético a la pieza en observación y se baña en una solución de petróleo con magnaglo el cual se incrusta en las grietas por atracción y se hace visible a la luz ultravioleta.

- **PROTECCIÓN Y EMPAQUE**

En esta operación las piezas son sumergidas en un aceite que se encarga de recubrir las piezas para que no se oxiden, posteriormente se almacenan en una canasta donde aleatoriamente escogen unas piezas para control de calidad y después pasan a ser almacenadas y llevadas a ensamble.

## **3.2 PROCESOS DE ENSAMBLE.**

### **3.2.1 Línea de ejes homocinéticos.**

Homocinético en español quiere decir velocidad constante. Eje homocinético (Figura 41) es el conjunto de piezas que sirve para transmitir torque, o sea, la fuerza del motor a las ruedas, de forma constante sin variaciones ni vibraciones en cualquier tipo de terreno. No importa a cuantos kilómetros por hora rueda el vehículo.

Estas piezas transmiten la fuerza del motor a las ruedas manteniendo una rotación igual entre ellas, con la máxima libertad posible de movimiento. La mayoría de automóviles poseen dos ejes de transmisión homocinética, cada uno con dos juntas, o sea, un total de cuatro juntas o articulaciones por vehículo. Los ejes homocinéticos son dos ejes unidos entre sí, por unas articulaciones que permiten que ambos giren a la misma velocidad, no importa el ángulo que forme el uno con el otro. Básicamente las juntas homocinéticas tienen la misma concepción que la rótula de nuestra rodilla. Las juntas homocinéticas están compuestas de una punta de eje también llamada campana que está unida a la rueda. Dentro de la campana hay seis pistas donde encajan con precisión seis esferas de acero, las cuales se encuentran ubicadas en una canastilla que va en el interior de la canasta de la campana. A través de la canastilla estas esferas son mantenidas en el mismo plano. Internamente la nuez con seis pistas se acopla a las esferas, y está unida al eje de transmisión llevando el torque del motor al conjunto.

Así cada vez que el eje gira la canastilla mueve juntas las seis esferas dentro de la campana. El movimiento de las esferas dentro de la campana permite que la junta trabaje en ángulos.

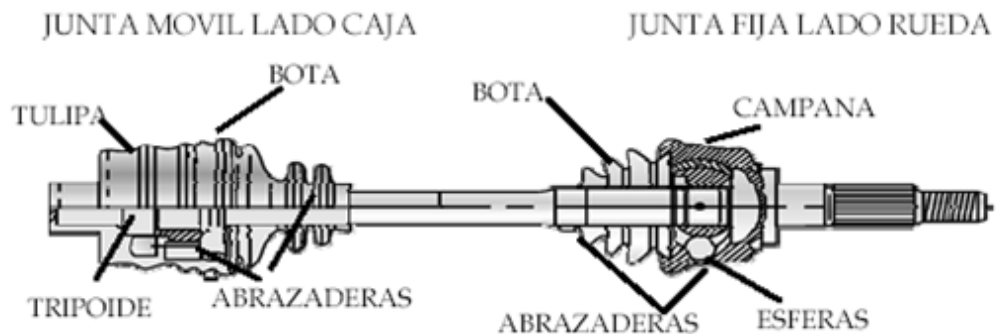
Figura 41. Eje homocinético



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

La figura 42 muestra un plano general de los componentes de un eje homocinético. Cada uno de estos elementos será descrito nombrando sus principales características y funcionamiento. En los procesos de producción sólo se hará referencia a los procesos de fabricación de la junta fija, intereje y trípodas;

Figura 42. Componentes del Eje homocinético



La junta móvil está pegada a la caja de cambios del vehículo, mientras que la junta fija está pegada al cubo que mueve las ruedas. El elemento de comunicación entre estas dos partes es el intereje.

- **Componentes del eje homocinético.**

**Junta Fija.** Las juntas fijas (Figura 43) están ubicadas al lado de las ruedas, ligadas al cubo de la rueda. A pesar de ser llamadas fijas, las juntas se mueven por encima y por debajo, y de un lado a otro, su movimiento es angular, con el fin de compensar cambios violentos causados por la dirección y la suspensión, a través de una tracción suave, sin fluctuaciones. Son utilizadas donde se exigen ángulos de trabajo muy grandes como vehículos de tracción delantera, y permiten hasta 47° de angularidad con velocidad constante.

Figura 43. Junta Fija



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**Tulipa o Junta Móvil.** Las juntas móviles o tulipas (Figura 44) suelen estar junto a la transmisión al lado de la caja de cambios. Sirven para compensar los cambios de ángulos y variaciones de los ejes (Extensión y compresión) del conjunto causados por los movimientos de suspensión. Las juntas móviles ejecutan dos tipos de movimientos: angular y de deslizamiento hacia adentro y hacia fuera (también llamado axial).

Figura 44. Tulipa



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**Eje de Interconexión o Intereje.** El intereje es el componente central del eje homocinético, ya que es la barra que permite que la junta fija y la junta móvil o tulipas estén unidas. Es de acero y posee diferentes dimensiones y diámetros de acuerdo al modelo o aplicación (Ver figura 45).

Figura 45. Intereje



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**Trípode.** El trípode en el eje homocinético tiene la función de recibir y transmitir la fuerza de tracción que viaja desde la caja del vehículo hacia el eje de la rueda. Además es un componente que posee movimiento axial, permitiendo así, los desplazamientos normales que tiene la rueda cuando pasa por un hueco o sobre una piedra (Figura 46).

Figura 46. Trípode



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

**Accesorios.** Entre los accesorios de la junta homocinética se encuentran el guardapolvo, la abrazadera menor y la abrazadera mayor. El guardapolvo, llamado bota, sirve para retener la grasa dentro de la junta, y al mismo tiempo impedir la penetración del polvo (Figura 47).

Su ausencia por fugas o problemas como perforaciones, cortes o rasguños permiten que entren impurezas causando fallas o daño irreparable del eje homocinético.

Figura 47. Guardapolvo



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

La abrazadera menor está ubicada en la parte angosta de la bota, esta es metálica y sirve para fijar y sellar el guardapolvo. La abrazadera mayor está ubicada en la parte ancha de la bota, esta es metálica y sirve para fijar y sellar el guardapolvo.

DANA TRANSEJES COLOMBIA suministra abrazaderas de dos tipos: lengüetas y cinta otiker. En ambos casos, las abrazaderas poseen un revestimiento

anticorrosivo (Figura 48). Las abrazaderas son fabricadas a partir de láminas de acero con dureza controlada.

Figura 48. Abrazadera mayor y menor



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

- **Fabricación del eje homocinético.**

**TCH** (Transmisiones Homocinéticas de Colombia) forma parte de DANA TRANSEJES COLOMBIA, como representante directo de GKN, líder mundial en la fabricación y ensamble de ejes homocinéticos. THC es la parte de la empresa encargada de producir todos los componentes de los ejes homocinéticos realizando los procesos de mecanizado de la junta fija, intereje, junta móvil o tulipa, y el ensamble final de los mismos. Para el ensamble la distribución de la planta se base en células de producción.

### **3.2.2 Línea de ejes cardánicos.**

El cardán es un componente mecánico, que permite unir dos ejes que giran en ángulo uno respecto del otro. Su objetivo es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de ese ángulo. En los vehículos de motor se suele utilizar como parte del árbol de transmisión, que lleva la fuerza desde el motor situado en la parte delantera del vehículo hacia las ruedas traseras. El principal problema que genera el cardán es que, por su configuración, el eje al que se le transmite el movimiento no gira a velocidad angular constante (Ver figura 49).

La función básica del cardan es la transmisión de fuerza desde un punto a otro de una forma suave y continua, en equipos automotores e industriales.

Figura 49. Cardán.



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

- **Ensamble del eje cardánico.**

Este proceso consta de dos etapas la primera consisten en el ensamble del eje delantero ubicando los componentes al extremo del tubo y la segunda en el ensamble del eje trasero que se realiza de la misma manera, pero con componentes diferentes, para finalmente realizar el empalme o unión de los dos ejes y formar el eje cardánico doble. Los dos subprocesos cardan delantero y trasero utilizan los mismos puestos de trabajo

- **Descripción de las operaciones de subensamble para ejes cardánicos dobles:**

Para iniciar las operaciones de ensamble de los ejes cardánicos de estas aplicaciones, primero se deben subensamblar las principales partes del cardán ubicadas en los extremos de los tubos; para esto el almacén suministra los diferentes componentes de cada una de las partes y los operarios proceden a realizar las actividades de sub-ensamble, las cuales se ejecutan manualmente o por medio de prensas.

En la Tabla 3 se puede apreciar los diferentes subensambles realizados en la línea para las aplicaciones de cardanes dobles, con su respectiva descripción.

Tabla 3. Subensamble del cardan doble.

COMPONENTES	SUBENSAMBLE	DESCRIPCIÓN	PUESTO DE TRABAJO O EQUIPO
Tubos cardanes Carton insonorizador	<p><b>Tubos insonorizados</b></p> 	En este sub-ensamble se toma el tubo para el eje cardánico y se le introduce un carton insonorizador.	MANUAL
Yugo fijo Cruceta Chavetas Dados	<p><b>Yugos Fijos</b></p> 	En este sub-ensamble se toma el yugo fijo y la cruceta, se coloca en la prensa manual y se ensamblan con los dados y las chavetas	PRENSA BARMAG PRENSA MANUAL 1
Yugo deslizante Cruceta Chavetas Dados	<p><b>Yugo deslizante</b></p> 	En este sub-ensamble se toma el yugo deslizante y la cruceta, se coloca en la prensa manual y se ensamblan con los dados y las chavetas	PRENSA MANUAL 1
Soporte y caucho Rodamiento central Espiga intermedia Yugo terminal Guardapolvos	<p><b>Kit de Rodamiento</b></p> 	En este sub-ensamble se debe ensamblar el yugo de acople y la espiga intermedia con los guardapolvos, seguido de esto se forma el kit de rodamiento tomando la espiga, introduciendo el soporte que lleva un caucho y el rodamiento central para finalmente coo	PRENSA LOGAN Y MANUAL

Además de las partes sub-ensambladas también se cuenta con otro elemento que forma parte del cardán doble, como la espiga deslizante, la cual es importada de Dana industrias en Brasil (ver figura 50).

Figura 50. Componente espiga azul deslizante



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

Todos estos componentes están fabricados con acero 1020, las características más importantes en los cardanes están definidas por el diámetro y espesor del tubo, las cuales varían de acuerdo al tipo de aplicación que se vaya a fabricar.

- **Descripción del proceso de ensamble de los ejes cardánicos**

El proceso de ensamble de los ejes cardánicos está compuesto por una serie de operaciones, que se realizan de manera manual o con ayuda de equipos de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los ejes que se fabrican.

En la figura 6 se puede observar el diagrama de proceso de ensamble de un eje cardánico, es importante aclarar que antes de iniciar el proceso de ensamble se ejecutan las operaciones 10 y 20, en donde la operación 10 consiste en el corte del tubo y biselado, asimismo se deben realizar actividades de sub-ensambles para conformar los diferentes componentes de cada uno de los cardanes, las cuales están relacionadas en la operación 20.

El proceso cuenta con tres operaciones críticas: la operación 30 ensamble de componentes desarrollada en la prensa de 60 Toneladas, la operación 50 soldadura de componentes en el soldador semiautomático Hobart y la operación 90 balanceo de los cardanes en la balanceadora de control numérico.

Tabla 4. Máquina y operación de ensamble de cardanes

PROCESO DE ENSAMBLE DE EJES CARDÁNICOS DOBLES	
1	 <p><b>Máquina:</b> Estampadora <b>Operación:</b> Marcación del tubo</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario ubica el tubo ya insonorizado en el dispositivo de localización, luego sujeta el tubo con la mano por el otro extremo y da ciclo de trabajo a la maquina.</p> <p><b>Nota:</b> Se debe limpiar el tubo antes de estampar el número de seguimiento del tubo, si el tubo llega golpeado este debe ser rechazado y se debe verificar la legibilidad correcta del estampado.</p>
2	 <p><b>Máquina:</b> Prensa 60 toneladas <b>Operación:</b> Ensamble de componentes</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario ubica los componentes a ensamblar en los dispositivos de localización respectivos; coloca el tubo sobre los calzos de apoyo y procede a dar ciclo a la maquina.</p>
3	 <p><b>Máquina:</b> Knock down <b>Operación:</b> Pre-enderezado del cardán</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización y lo ancla, luego ubica los palpadores de los relojes sobre el exterior del tubo y gira el cardán para detectar un run-out alto. activa el pedal del punzon y hace presión sobre el tubo hasta enderezarlo de acuerdo a las especificaciones de la aplicación.</p>
4	 <p><b>Máquina:</b> Soldador hobart <b>Operación:</b> Soldadura de componentes</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización respectivo y luego lo ancla para dar ciclo a la maquina, cuando termina el ciclo retira el eje y lo coloca en la mesa de enfriamiento.</p>
5	 <p><b>Máquina:</b> Flex press <b>Operación:</b> Enderezado final del cardán</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización, ancla y lo ubica los palpadores de los relojes sobre el exterior del tubo, luego gira el cardán para detectar run-out alto, activa el punzon y hace presión sobre el tubo en esa parte, repite esta ultima acción hasta enderezar el tubo cumpliendo con las especificaciones de la aplicación.</p>
6	 <p><b>Máquina:</b> Prensa manual 2 y 3, Enroscadora <b>Operación:</b> Ensamble componente (yugo brida)</p> <p><b>Descripción de la operación:</b> El operario ubica los muñones cruceta dentro de las orejas del componente a ensamblar, luego coloca el dado en la oreja del componente, con el brazo móvil de la prensa para bajar el dado, despues instala la chaveta, gira el cardán y ubica el segundo dado. Una vez ensamblado el otro componese enroscas la tapa del yugo.</p>

7		<p><b>Máquina:</b> Prensa rodamiento torque  <b>Operación:</b> Torque ajuste rodamiento central  <b>Descripción de la operación</b>  El operario posiciona el cardán en el dispositivo de localización y sobre el clazo de apoyo respectivamente, luego coloca la tuerca manualmente y aplica el pretorque utilizando la pistola neumatica, después con la llave de torque aplica el torque final y coloca el cardán en el siguiente carro.</p>
8		<p><b>Máquina:</b> Prensa rodamiento  <b>Operación:</b> Empalme y unión de cardanes  <b>Descripción de la operación</b>  El operario ubica el cardán delantero y luego el trasero en el dispositivo de localización uniendolos por medio del yugo a ensamblar, coloca la arandela y los tornillos, con una pistola enrosca los tornillos, gira el cardán y repite el proceso; finalmente ubica el cardán doble en el siguiente carro e inicia el ciclo.</p>
9		<p><b>Máquina:</b> Balanceadora II  <b>Operación:</b> Balanceo dinámico del cardán doble  <b>Descripción de la operación</b>  El operario posiciona el cardán doble en los dispositivos de localización respectivos y lo ancla, da ciclo a la maquina, visualiza el indicador del control de la balanceadora y si se requiere corrige colocando contra pesos y realizando de nuevo el balanceo, repite esto hasta tener el balanceo del cardán de acuerdo a las especificaciones del producto.</p>
10		<p><b>Máquina:</b> Caseta de pintura  <b>Operación:</b> Lavado y pintura del cardán  <b>Descripción de la operación</b>  En esta operación se cuenta con dos operarios quienes posicionan el cardán en los dispositivos de localización, anclan y dan ciclo a la maquina, mientras el cardán esta girando con la pistola aplica la pintura de forma constante y homogenea.</p>
11		<p><b>Actividad:</b> Inspección final  <b>Descripción</b>  Se inspecciona un cardán de manera muestral cada 30 ejes aproximadamente, verificando que todas las características del eje ensamblado esten correctas.</p>
12		<p><b>Actividad:</b> Empaque y entrega a almacén  <b>Descripción:</b>  Se procede a colocar el sticker de identificación del eje cardánico listo para entregar a almacén.</p>

Fuente: Proyecto de grado, Mejoramiento del proceso productivo en la línea de ensamble de ejes cardánicos de Dana Transejes Colombia.

## 4. METODOLOGIA

El principal objetivo de este proyecto es realizar un diagnóstico de los diferentes tipos de riesgos que se presentan en la planta de Transejes, para posteriormente recomendar y diseñar soluciones que ayuden a eliminar dichos riesgos.

Para determinar las necesidades es preciso, en primer lugar, conocer los problemas presentados en las máquinas, y seleccionar los equipos a intervenir, después de evaluar el riesgo de las maquinas se aprobaron para su intervención 5 máquinas de las diferentes líneas de producción: 2 rectificadoras de la línea de trípodes, 2 templadoras por inducción de la línea Interejes y una prensa de la línea ejes homocinéticos.

Para el desarrollo de este proyecto, se utiliza las tres primeras etapas del proceso de Diseño: Desarrollo conceptual, Diseño a nivel de sistema Y Diseño detallado.

**4.1 PRESENTACIÓN DE LAS MÁQUINAS SELECCIONADAS.** En esta parte se mostrarán las máquinas que se seleccionaron. Además, se dará una descripción del funcionamiento y partes de operación de cada una de las máquinas con el fin de comprenderlas antes de realizar el proceso de diseño para aislar los riesgos presentes en estas.

**4.2 DESARROLLO CONCEPTUAL.** Primera etapa del proceso de diseño, esta etapa se caracteriza por determinar los requerimientos y/o necesidades que se presenta en cada una de las máquinas seleccionadas empezando por los datos o información suministrados por éstas, seguido de la aplicación.

**4.2.1 Identificación de necesidades.** En esta parte del proceso, se obtienen los datos primarios como los requerimientos del cliente, los cuales a partir de un análisis deben ser traducidos en necesidades del cliente, es decir, plantear dichos

requerimientos de una forma adecuada para el uso y entendimiento de los diseñadores.

**4.2.2 Encuestas y trabajo con los empleados.** Debido a que el personal de la empresa es el que se encuentra en contacto directo con la maquinaria y quienes mejor la conocen, mediante encuestas y trabajo en equipo con ellos se pueden identificar de manera precisa las mayores fuentes de riesgo y la forma más adecuada de trabajar sobre dichas fuentes.

**4.2.3 Aplicación del protocolo.** Con base en un protocolo de inspección basado en la norma NTP 325, se realiza una inspección de las máquinas para que de esa forma se pueda obtener de forma más clara una visión del estado de estas y de que tan alto es el riesgo de accidentalidad en ellas.

**4.2.4 Diagnóstico y evaluación de riesgos.** Se presenta con base a la información recolectada anteriormente, un diagnóstico de cada máquina para tener una generalidad de necesidades para trabajar sobre estas en el diseño de soluciones.

Se debe determinar cuáles son los principales aspectos a intervenir, que situaciones son las que generan un ambiente peligroso, para lo cual se tomará información como que tipos de elementos de seguridad poseen las máquinas y de cuales carece, de qué forma influye el entorno de trabajo en el operario, que tipo de mantenimiento se realiza a las máquinas, además de diferentes aspectos que permitan obtener la información suficiente para dar una clasificación de riesgos y usando la jerarquía de controles, para determinar la forma adecuada de afrontar el problema y determinar si se debe buscar una eliminación total del riesgo, sustituir equipos o procesos, rediseñar los equipos o procesos, usar resguardos, tomar medidas administrativas o simplemente adoptar un uso adecuado de EPP.

**4.3 GENERACIÓN DE CONCEPTOS.** Basados en la teoría mostrada en el Marco Teórico y en las siguientes normas, se plantean grupalmente ideas de solución: NTP 552 Protección de máquinas frente a peligros mecánicos resguardos, NTP 235, NTP 325, OSHA 29 CFR 1910.212, OSHA 29 CFR 1910.147, OSHA 29 CFR 1910.217, ISO/TR 12100-1 & -2 (EN 292-1 & -2), ISO 14121 (EN 1050), UNE-EN 953:1998.

**4.4 PRUEBA DE CONCEPTOS.** Se realiza una evaluación a cada idea seleccionada para encontrar mejoras a problemas que pueden aparecer posteriormente.

**4.5 SELECCIÓN DE CONCEPTOS.** Se evalúan las ideas de solución basados en la Jerarquía de control y se selecciona la idea más viable, buscando lograr que las soluciones sean más efectivas y que no permitan que el hombre interactúe directamente o indirectamente sobre los riesgos presentes en las máquinas.

**4.6 DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD.** En esta etapa de diseño se muestran las soluciones propuestas para eliminar o aislar los riesgos presentes en cada una de las máquinas trabajadas.

Las propuestas de solución se muestran tanto textualmente como con imágenes sobre las máquinas a nivel virtual. Las imágenes de las máquinas son generadas mediante el Software Solid Works.

## 5. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

Se escogieron 5 máquinas: 2 rectificadoras de la línea de trípodes, 2 templadoras por inducción de la línea Interejes y una prensa de la línea de ensamble de ejes homocinéticos. Cada una con necesidades específicas de seguridad que necesitan una mejora.

Desarrollando la metodología planteada anteriormente en cada una de las máquinas. Se inicia desde la descripción de cada máquina y se termina con las alternativas de solución (Ver anexo F).

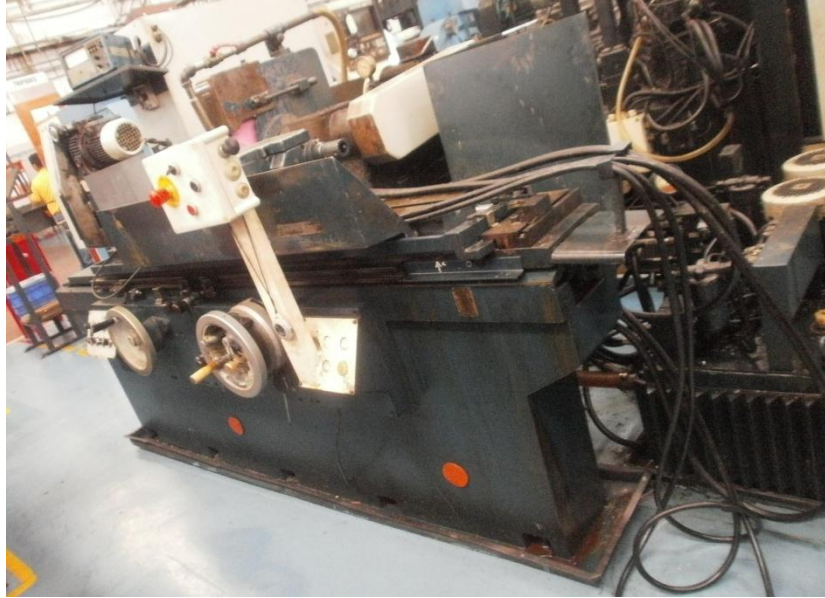
### 5.1 RECTIFICADORAS LANDIS

La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta.

Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico. Para el rectificado se utilizan discos abrasivos robustos, llamados muelas. El rectificado se aplica luego que la pieza ha sido sometida a otras máquinas herramientas que han quitado las impurezas mayores, dejando solamente un pequeño excedente de material para ser eliminado por la rectificadora con precisión.

**5.1.1 Presentación de la máquina.** Dentro de la planta se encuentran 4 rectificadoras, se han seleccionado las dos rectificadoras de la línea de trípodes Landis 2 (Ver figura 52) y Landis Gendron (Ver figura 51), aunque todas las máquinas poseen el mismo mecanismo de funcionamiento lo que las diferencia es su pieza de trabajo y algunas condiciones.

Figura 51. Rectificadora Landis Gendron.



Fuente: Autora.

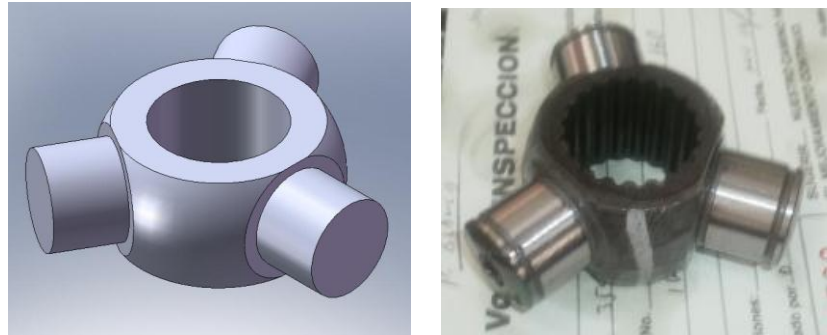
Figura 52. Rectificadora Landis 2.



Fuente: Autora.

Su función es rectificar uno a uno los tres trunnions de cada trípode (Ver figura 53), trabajando simultáneamente desarrollando la misma función duplicando la producción de la línea.

Figura 53. Trípode.



Fuente: Autora.

La máquina cuenta con una zona muy importante, en la cual se realiza la alimentación del material, el proceso y también es la zona de salida del producto.

Figura 54. Zona de trabajo.



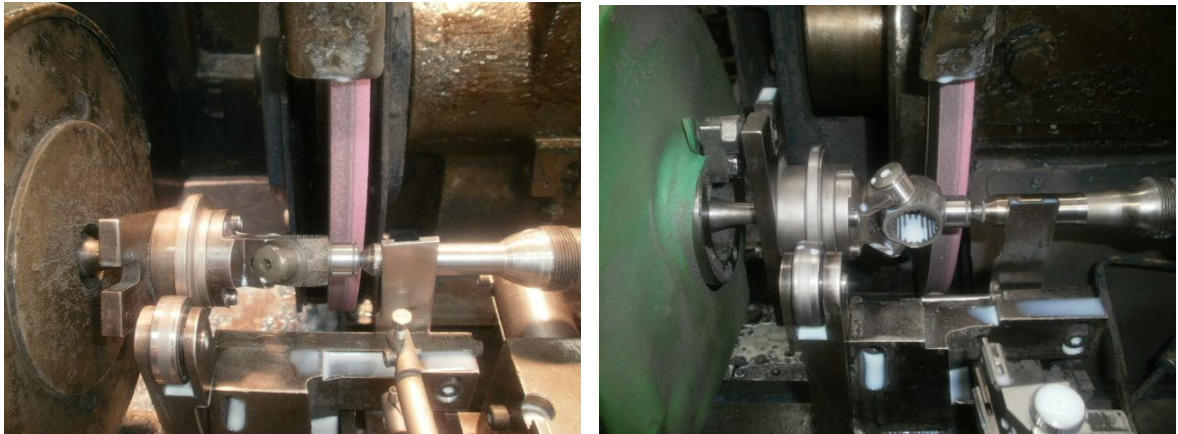
Zona de trabajo,  
ingreso y extracción de  
trípodes

Fuente: Autora.

El proceso inicia cuando se carga un trípode en la rectificadora Landis por la zona de alimentación, mediante el mando de control se ancla la pieza y se da ciclo para

rectificar el diámetro de los trunnions acorde a los requerimientos establecidos en el plan de control por medio de una piedra abrasiva de Oxido de Aluminio, rotando la pieza se rectifican los 3 trunnions del trípode.

Figura 55. Rectificado de trunnions.



Fuente: Autora.

Se retiran manualmente los trípodes y se agrupan en paquetes para pasar al siguiente proceso de verificación de grietas. Este proceso se explica de forma más sencilla a continuación (Ver tabla 5).

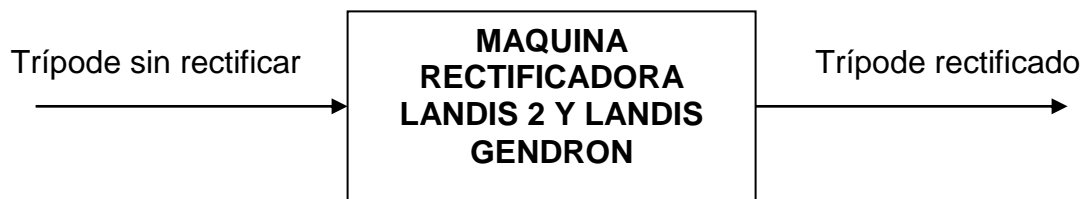
Tabla 5. Sistema de la rectificadora por etapas.

<b>(1) AJUSTAR MÁQUINA</b>	<b>(2) ALIMENTACIÓN</b>	<b>(3) RECTIFICADO</b>	<b>(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO</b>
Se configuran los parámetros de operación, se realiza la prueba de campana antes de ubicar la muela abrasiva, y luego	Se alimenta manualmente, el operario ubica el trípode entre puntos y ancla la pieza.	Se inicia el ciclo que acerca la muela abrasiva para retirar el material sobrante, dejando la pieza	Se retira la pieza manualmente del área de trabajo y se mide el radio y ovalidad en la mesa de

<p>de estar montada la muela se da inicio a la rotación del abrasivo.</p>		<p>bajo dimensiones admisibles, y se rota el trípode luego de rectificado el trunnion, hasta haber maquinado los tres trunnions de cada trípode.</p>	<p>medición, luego se agrupan en filas en una varilla, para ser llevadas al siguiente proceso donde se verifican por grietas y se llevan a la recubridora.</p>
---	--	--	--

Fuente: Autora.

Figura 56. Sistema de la rectificadora.



Fuente: Autora.

### 5.1.2. Desarrollo Conceptual

- **Identificación de necesidades**

- **Encuestas y trabajo con los empleados.**

Mediante encuestas y trabajo con los empleados se logró identificar que existía una maquina la cual aunque no ha causado accidentes de gravedad hasta el momento, si representa un alto riesgo de accidentalidad debido a que no tiene guardas de seguridad adecuadas y su elemento móvil se encuentra expuesto.

Al realizar las encuestas los empleados expresaron:

- “En algunas ocasiones se caen trípodes muy cerca de la piedra girando y rompe pedacitos del abrasivo”.
- “Si no se sigue correctamente el procedimiento para cambiar la muela abrasiva existe el riesgo de que se quiebre girando a grandes velocidades y golpee al operario”.
- “Si el operario se descuida y no se fija bien donde pone las manos corre el riesgo de cortarse los dedos o brazos, existe la posibilidad de rozar la piedra mientras se cambia la pieza de trabajo eso genera heridas y cortes severos”.
- “Todo el tiempo debe haber refrigerante en el punto de contacto entre la pieza y la piedra, eso hace que salpique refrigerante al operador”.
- “Cuando se quita la energía a la máquina, la piedra sigue girando por un tiempo, en caso de emergencia no tiene forma de pararla inmediatamente”.

#### - **Aplicación del protocolo**

Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la maquina identificada el cual se observa en el anexo F, obteniendo como resultado que esta representa altos riesgos para el personal, por lo tanto se procede con el diseño de alternativas de solución que permitan eliminar el riesgo mecánico presente en ella.

#### - **Análisis retrospectivo.**

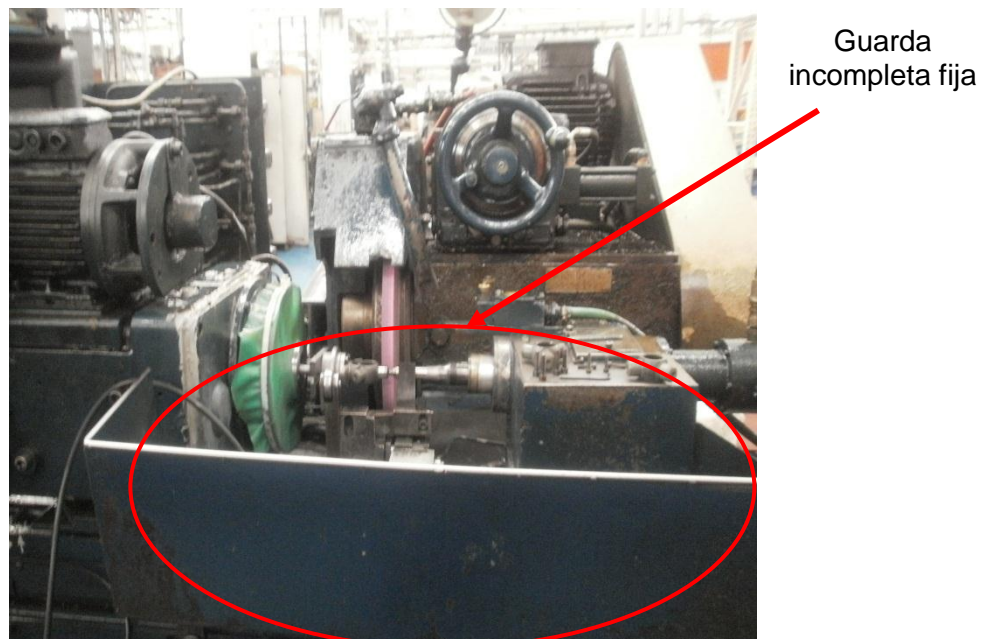
De acuerdo a los datos suministrados por el personal, se puede observar que no existen reportes de accidentes graves en la máquina identificada anteriormente, aunque hubo un incidente en el que un operario se cortó la mano con el abrasivo

y fue necesario ponerle puntos, esta máquina es la fuente potencial que representa mayor riesgo mecánico.

### 5.1.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:

**Protectores o guardas de seguridad:** La máquina no tiene una guarda de seguridad que evite la proyección de partículas en caso de rotura de la piedra abrasiva, la protección que tiene no cumple eficazmente su función, además provoca que al punto de operación se acceda sobre la guarda, es una altura considerable que genera un riesgo de accidente y un problema ergonómico. Además se han presentado casos donde la pieza a mecanizar, por accidente se desliza y choca contra la piedra abrasiva, quebrando los bordes, lo cual la convierte en un factor de riesgo importante.

Figura 57. Protectores fijos de la rectificadora Landis 2.



Fuente: Autora.

También existe la posibilidad de que el operario no revise cuidadosamente la piedra abrasiva antes de su instalación y se pueda producir su rotura en funcionamiento, lo cual es extremadamente peligroso debido a la velocidad con que gira constantemente y que no hay una barrera entre el operario y la zona de operación.

Figura 58. Piedra abrasiva Oxido de Aluminio.



Fuente: Autora.

En las maquinas se encuentran ubicados algunos pedazos de plástico que sirven de resguardo para evitar el contacto directo con el refrigerante, puesto que hay un chorro que constantemente cae sobre la pieza de trabajo y salpica al operario, y por esta razón los operarios han adaptado una solución provisional (Ver figura 59),

pero las desventajas de los resguardos provisionales son obvias. Por ejemplo, obligan al operador a estar constantemente alerta a fin de compensar su condición inadecuada. Aún más, un resguardo provisional o endeble, es casi seguro que se dañará y se haría ineficaz, algunas veces en un período corto después de su instalación, y en otras ocasiones, intencionalmente por el personal.

Figura 59. Protectores temporales.



Fuente: Autora.

**Mandos:** Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.

Los mandos no cumplen con las normas, algunos tableros están identificados con letreros o pictograma que indican su función, pero por el contrario otros no poseen ninguna etiqueta, por lo cual puede llevar a equivocaciones al momento de operarlos.

Figura 60. Mando de control de la rectificadora Landis Gendron.



Fuente: Autora.

No existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a las personas expuestas disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa.

El paro de emergencia no provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves, no hay un freno que detenga inmediatamente el giro de la piedra, ni tampoco existe una guarda localizada que aisle el riesgo, pero el paro de emergencia si implica una maniobra

intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.

El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

**Bloqueos:** Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

#### **5.1.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención:**

Principales riesgos específicos derivados de la utilización de este tipo de máquinas, susceptibles de provocar accidentes

Los riesgos característicos de este tipo de máquinas, se centran fundamentalmente en el hecho de que existe una muela que gira normalmente a gran velocidad y puede romperse. Asimismo, existen otro tipo de riesgos tales como los atrapamientos en la zona de operación, proyección de partículas, etc.

**Riesgos mecánicos por proyección de partículas:** La proyección de partículas o fragmentos de la muela suele ser debida a las siguientes causas:

- Velocidad excesiva del elemento abrasivo.
- Elección incorrecta del abrasivo.
- Falta de equilibrio o apriete excesivo de la muela.
- Excesiva distancia del porta piezas de la muela.
- Excesiva fuerza de incidencia de la pieza.

- Paradas bruscas.
- Falta de protecciones.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Instalar protecciones adecuadas.
- Comprobar la velocidad y calidad de la muela.
- Efectuar la prueba de sonido y equilibrar la muela.
- Ajustar las protecciones y porta piezas
- Utilizar las protecciones personales.

**Riesgos mecánicos por contacto con muela abrasiva:** la protección de objetos y atrapamientos en las máquinas que trabajan por abrasión, son debidos a las siguientes causas:

- Acuñamientos involuntarios de la pieza entre el porta piezas y la muela.
- La no utilización de herramientas especiales para piezas pequeñas.
- Distracciones.
- Utilización de prendas no ajustadas.
- Montajes defectuosos de las piezas, y giros invertidos.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Prestar atención durante el trabajo.
- Utilizar herramientas auxiliares para el mecanizado manual de piezas pequeñas.
- Utilizar prendas de trabajo ajustadas.
- Regular la distancia entre soportes y muela.

**Riesgos mecánicos por cortes:** Este tipo de riesgos está dado por varias causas:

- Contacto con la muela abrasiva.
- Utilización inadecuada de máquinas.
- Proyección de elementos de corte y accesorios en movimiento.
- Máquinas sin protección.
- Máquinas defectuosas.
- Retroceso imprevisto y violento de la pieza.
- Falta de concentración del operador.
- No usar elementos auxiliares.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Antes de utilizar cualquier máquina, ésta debe ser revisada, prestando especial atención a que estén colocados todos los dispositivos de protección.
- Empleo de elementos auxiliares.
- Usar elementos de protección personal adecuados al trabajo.
- Generar procedimiento de trabajo.

**Riesgo eléctrico por contacto con la maquina:** Descargas eléctricas debidas a contactos directos o indirectos producidos en las máquinas.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Conectar la máquina a un sistema de tierra eficaz. Resguardar las partes activas del circuito eléctrico.
- Prohibir que personas no cualificadas accedan a las instalaciones eléctricas y las manipulen. Solo accederá personal capacitado y autorizado para ello.

## 5.2 TEMPLADORAS POR INDUCCION

El templado por inducción consiste en exponer la pieza de acero a un campo magnético alterno, el cual penetra el calor superficialmente (efecto pelicular). Cuanto mayor es la frecuencia de trabajo, menor es la penetración sobre la pieza, la energía del campo magnético se transforma en calor (efectos de histéresis y corrientes de Foucault sobre materiales ferromagnéticos), aumentando la temperatura de la superficie de la pieza hasta llegar en pocos segundos a la temperatura de templado (900°C aprox.).

Cuando sobrepasa determinada temperatura (Temperatura de Curie) el material pierde las propiedades ferromagnéticas y deja en gran medida la producción de calor.

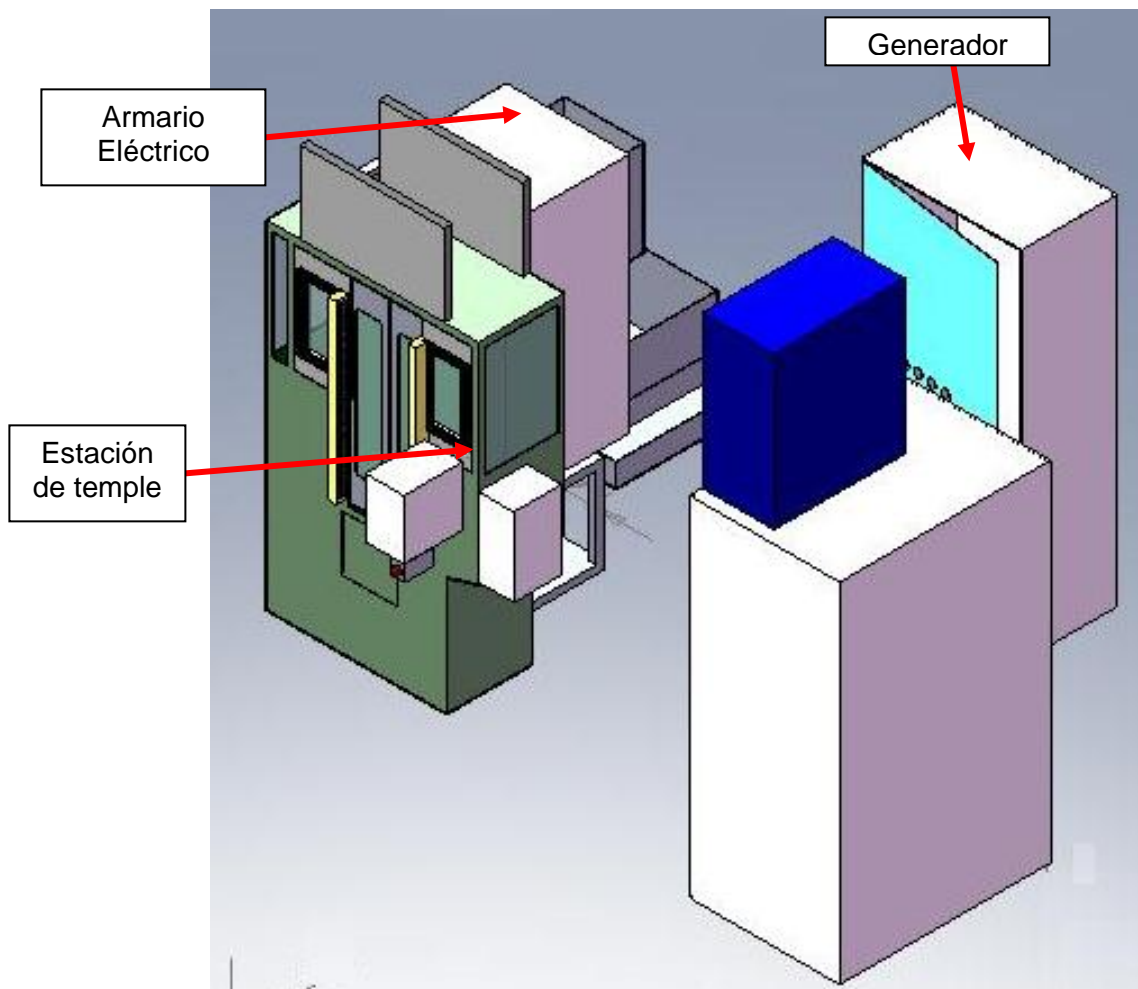
Llegado a este punto se elimina el campo magnético y se enfría la pieza de diversas maneras (corrientes de aire, agua, soluciones acuosas, aceite, y otros) controlando de esta manera la velocidad de enfriamiento. A mayores velocidades se obtienen mayores durezas.

**5.2.1 Presentación de la máquina.** Dentro de la planta se encuentran 2 templadoras por inducción TOCCO, en la línea de interejos.

Las templadoras Tocco I y II (Ver figura 62) hacen parte de la línea de producción de interejos, su función es el tratamiento térmico de las piezas, el cual consiste en calentar y mantener el intereje a temperaturas adecuadas durante cierto tiempo, y enfriarlas luego en las condiciones convenientes, con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas y las características de los aceros. La energía para el calentamiento de la pieza la suministra un generador rotativo. El puesto dispone de inductores propios, pero estos toman su alimentación del mismo generador.

La instalación de temple por inducción en enfilada o estático está compuesta por un único puesto de trabajo con doble funcionalidad. En él se lleva a cabo el temple por inducción de las piezas teniendo lugar un desfile vertical de las mismas por el interior de los inductores que le aportan la energía necesaria o mediante un posicionamiento estático único en el que la energía es aportada a la pieza completa. El puesto de trabajo tiene los siguientes elementos:

Figura 61. Templadora por inducción TOCCO II.



Fuente: Autora.

Figura 62. Estación de trabajo TOCCO II.



Fuente: Autora.

El proceso inicia cuando se carga el intereje en la templadora (Ver figura 63), proveniente de la lavadora, y se ancla entre puntos para iniciar el ciclo de templado.

Figura 63. Zona de trabajo



Zona de trabajo, punto y contrapunto para posicionamiento de la pieza, ingreso y extracción de interejes.

Fuente: Autora.

Una vez templado el intereje se retira y lleva a la prensa Flex para enderezarlo luego del tratamiento térmico.

Tabla 6. Sistema de la templadora por etapas.

<b>(1) AJUSTAR MÁQUINA</b>	<b>(2) ALIMENTACIÓN</b>	<b>(3) TEMPLADO</b>	<b>(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO</b>
Se configuran los parámetros de operación.	Se alimenta manualmente, el operario ubica los interejes entre puntos y ancla la pieza. Por cada ciclo se trabajan 2 piezas.	Se inicia el ciclo que calienta la pieza a una temperatura adecuada durante un periodo de tiempo, y luego la enfría para mejorar las propiedades mecánicas y características del material.	Se retiran las piezas manualmente del área de trabajo y se llevan a al siguiente proceso donde se enderezan en la prensa Flex.

Fuente: Autora.

Figura 64. Sistema de la rectificadora.



Fuente: Autora.

## 5.2.2. Desarrollo Conceptual

- **Identificación de necesidades**

- **Encuestas y trabajo con los empleados.**

Mediante encuestas y trabajo con los empleados se logró identificar que existía una máquina que representa un alto riesgo de accidentalidad debido a las condiciones extremas de temperatura y energía que maneja. Al realizar las encuestas los empleados expresaron:

“En alguna ocasión en una máquina de tratamiento térmico ocurrió un accidente, al activar la energía de la maquina mientras un técnico de mantenimiento aun trabajaba en ella, no hubo accidente mortal, pero si fue un incidente grave”.

“La puertas no funcionan bien, constantemente se activa la alarma de puertas abiertas y la maquina no da ciclo, se requiere la presencia de un técnico de mantenimiento para que engrase la guía y arranque la maquina”

“La puertas le faltan vidrios y el encerramiento tiene lados partidos, se riega el refrigerante”

- **Aplicación del protocolo**

Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la maquina identificada el cual se observa en el anexo, obteniendo como resultado que esta representa altos riesgos para el personal, por lo tanto se procede con el diseño de alternativas de solución que permitan eliminar el riesgo mecánico presente en ella.

- **Análisis retrospectivo.**

De acuerdo a los datos suministrados por el personal, se puede observar que existen reportes de accidentes graves en la máquina identificada anteriormente, hubo un incidente en el que un empleado del área de mantenimiento por

accidente conecto la energía de la maquina mientras otro empleado manipulaba la parte eléctrica provocándole una descarga, por fortuna no provocó la muerte, pero si consecuencias graves, por esta razón esta máquina se considera fuente potencial de riesgo.

### 5.2.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:

**Protectores o guardas de seguridad:** La máquina tiene encerramiento completo (Ver figura 62) que aísla completamente la máquina y sirve como cuba para le recogida del agua de las duchas de la pieza, por lo que no hay elementos en movimiento expuestos y evita la proyección de partículas, y protege al operario de las sustancias del proceso.

El inconveniente con el encerramiento de la Tocco II son las condiciones en que se encuentra: el lado lateral está deteriorado (Ver figura 65) al igual que los vidrios de seguridad para observar el proceso (Ver figura 66), falta el vidrio de una puerta y el de la otra permite el escape de líquido, lo que obliga a los operarios a usar protectores provisionales que impiden ver el proceso.

Figura 65. Vista lateral del encerramiento de la Tocco II.



Fuente: Autora.

El sistema automático de puertas está bastante deteriorado lo que dificulta la apertura y cierre de la guarda, el operario en ocasiones debe acomodar la puerta para que cierre correctamente y no siempre abre completamente las puertas por lo que no se puede iniciar ciclo.

Figura 66. Vista general del encerramiento de la Tocco II.



Fuente: Autora.

**Mandos:** Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.

Tiene doble botonera dispuesta de modo que requiere que el operario tenga ambas manos ocupadas, pero el tiempo en el que la maquina cierra la puerta y aísla el riesgo es mayor del que demora el operario en liberar sus manos de los botones, dando lugar a un posible accidente si el operario introduce sus manos por accidente antes del cierre de la puerta.

Los bonotes de accionamiento de arranque o puesta en tensión no deben ser rojo, es posible el blanco, negro, verde o gris.

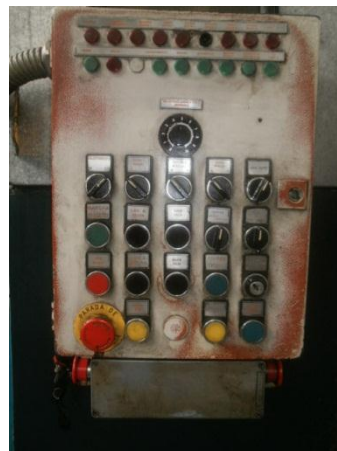
Figura 67. Doble pulsador de inicio de ciclo



Fuente: Autora.

Los mandos no cumplen con las normas, algunos tableros están identificados con letreros o pictograma que indican su función (Ver figura 68), pero por el contrario otros no poseen ninguna etiqueta o con el tiempo se han desaparecido los nombres, por lo cual puede llevar a equivocaciones al momento de operarlos (Ver figura 69).

Figura 68. Tablero de control de la máquina Tocco



Fuente: Autora.

Figura 69. Tablero del generador de la Tocco.



Fuente: Autora.

El paro de emergencia provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves, el paro de emergencia si implica una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.

El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

**Bloqueos:** Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

#### **5.2.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención:**

Principales riesgos específicos derivados de la utilización de este tipo de máquinas, susceptibles de provocar accidentes.

Los riesgos característicos de este tipo de máquinas, se centran fundamentalmente en el hecho de que maneja grandes cantidades de energía, y por la peligrosidad de la misma se comprobó que cumple con las normas existentes en materia de instalaciones eléctricas por lo que se consideraran otro tipo de riesgos tales como los atrapamientos en la zona de operación, proyección de partículas, y demás riesgo mecánico.

**Riesgos mecánicos por atrapamientos:** El atrapamiento entre partes en movimiento como puertas automáticas puede ser debido a las siguientes causas:

- Descuido del operario.
- Ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado.
- Reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas.
- Desconocimiento de la maquinaria.
- Utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Reparar o mejorar las protecciones en los puntos de las maquinarias que posibiliten la introducción voluntaria de las manos.
- Instalar en las máquinas que lo requieran, sistemas de parada automática con sensores en los puntos de operación donde es necesaria la intervención del operario.
- Reparar, dar mantenimiento y vigilar el adecuado desempeño de los sistemas de seguridad.
- Evitar las prácticas de reparación de las maquinarias en funcionamiento.

- Capacitación del personal en la operación y limpieza adecuada y segura de la maquinaria.
- No utilizar prendas de vestir sueltas, ni joyas u otros objetos.

**Riesgos mecánicos por proyección de fragmentos o partículas:** La proyección de partículas o fragmentos de intereje puede ser debido a las siguientes causas:

- Mala alineación del intereje al momento de anclar.
- Fragmentación del intereje.
- Deterioro de guardas de protección colectiva contra las proyecciones de fragmentos y partículas.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Repara las protecciones presentes en la máquina.
- Utilizar las protecciones personales.
- Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros y las medidas de prevención.

### 5.3 PRENSA VELTRI

**5.3.1 Presentación de la máquina.** Dentro de la planta hay varias prensas distribuidos en las líneas de producción. Se selección la prensa Veltri accionada por servomotor y tornillo de bolas, de la línea de ensamble de ejes homocinéticos cuya función es ensamblar el trípode con el intereje.

En una operación anterior se subensamble el intereje, las abrazaderas y dos botas de junta fija.

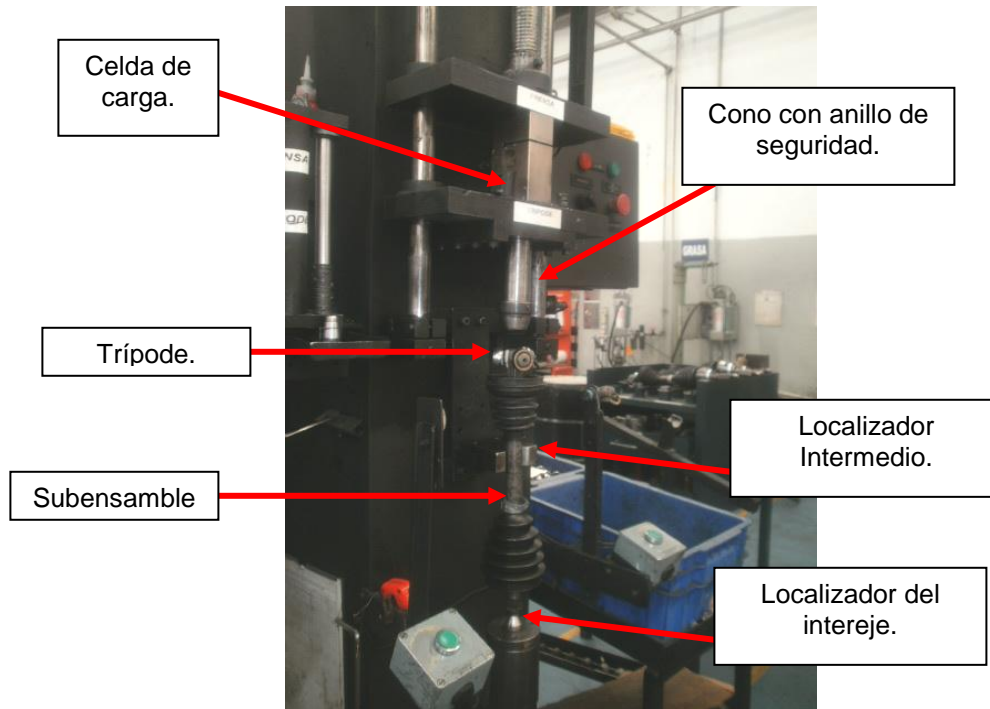
Figura 70. Subensamble: intereje, abrazaderas y botas.



Fuente: Autora.

Se alimenta la prensa de trípodes con el subensamble, ubicando el intereje en el dispositivo localizador de la prensa y alineándolo con el trípode por medio de un cono con anillo de seguridad se procede a prensar el eje, la función del cono es alinear y sujeta la pieza para evitar que se salga entre los puntos de aplicación de la fuerza.

Figura 71. Zona de trabajo.



Fuente: Autora.

Tabla 7. Sistema de prensado por etapas.

<b>(1) AJUSTAR MÁQUINA</b>	<b>(2) ALIMENTACIÓN</b>	<b>(3) Prensado</b>	<b>(4) EXTRACCIÓN PRODUCTO</b>
Se configuran los parámetros de operación de acuerdo al tipo de pieza a trabajar. Y se ajusta cada vez que hay cambio de modelo.	Del banco de ensamble bota y abrazadera llega el eje homocinético y se posiciona en el dispositivo localizar el intereje y dispositivo intermedio.	Se inicia ciclo y con el cono con anillo de seguridad se alinea el trípode y el intereje y se prensa.	Se retira manualmente el eje homocinético ensamblado del área de trabajo y se llevan a al siguiente proceso donde se le une la junta fija.

Fuente: Autora.

Figura 72. Sistema de la prensa Veltri.



Fuente: Autora.

### 5.3.2. Desarrollo Conceptual

- **Identificación de necesidades**

- **Encuestas y trabajo con los empleados.**

Mediante encuestas y trabajo con los empleados se logró identificar que existía una máquina que representa riesgo de accidentalidad debido a las condiciones de operación. Al realizar las encuestas los empleados expresaron:

“Si el operario se descuida y da inicio de ciclo y pone su mano en la pieza de trabajo corre el riesgo de que le atrape las manos”

“Si no alinea correctamente el cono o el localizador del intereje la pieza puede pegarle al operario”

“Si se rompe el intereje la pieza puede pegarle al operario”

- **Aplicación del protocolo**

Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la máquina identificada el cual se observa en el anexo, obteniendo como resultado que esta representa altos riesgos para el personal, por lo tanto se procede con el diseño de alternativas de solución que permitan eliminar el riesgo mecánico presente en ella.

- **Análisis retrospectivo.**

De acuerdo a los datos suministrados por el personal, se puede observar que no existen reportes de accidentes graves en la máquina identificada anteriormente, pero si un alto potencial de accidentalidad.

Partiendo de la información obtenida por parte de los empleados, se aplicó el protocolo sobre la maquina identificada (Ver anexo F).

**5.3.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:**

- **Protectores o guardas de seguridad:** La máquina no tiene una guarda en la zona de peligro o sistema de sujeción que evite la proyección de partículas en caso de rotura del intereje o expulsión del mismo por mal alineamiento (Ver figura 73).

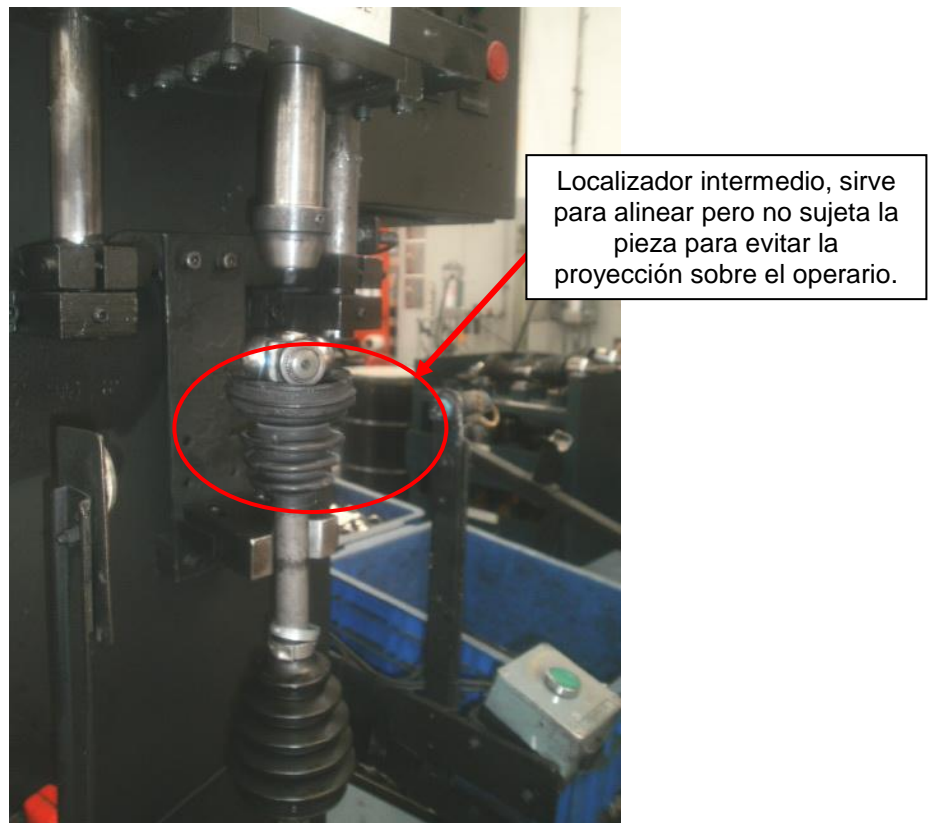
Figura 73. Cono con anillo de seguridad.



Fuente: Autora.

El sistema de sujeción que tiene actualmente utiliza un cono que se pone y retira cada vez que se inicia y termina el prensado y no es muy seguro, además en el centro solo tiene un apoyo para ayudar a alinear el intereje, pero no puede evitar que la pieza de trabajo golpee al operario si sale expulsada, generando de esta forma un alto riesgo de accidente.

Figura 74. Localizar intermedio.



Fuente: Autora.

Todos los órganos de transmisión (volantes, poleas, tambores, engranajes) deben estar protegidos. Y en este caso el sistema de transmisión de movimiento tiene un tornillo expuesto que puede generar atrapamientos.

Figura 75. Tornillo de bolas de precisión

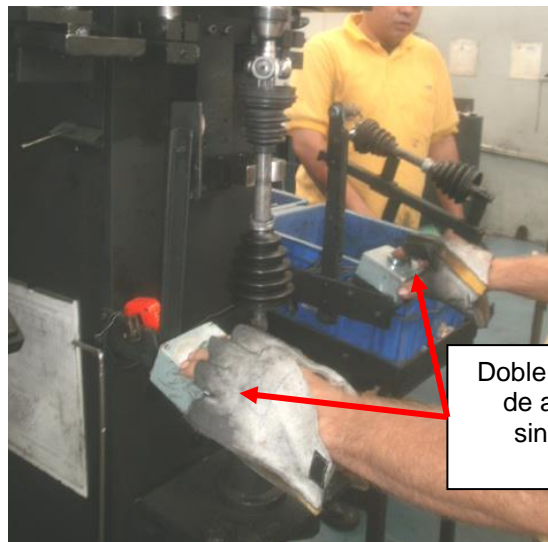


Partes móviles descubierta, generan peligro de atrapamientos.

Fuente: Autora.

- **Mandos:** Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas, pero una vez activado el ciclo el operador puede retirar sus manos y ponerlas en el punto de operación de la prensa.

Figura 76. Doble botón pulsador.



Doble botón pulsador, de accionamiento sincronizado no sostenido

Fuente: Autora.

Los tableros están identificados con letreros o pictograma que indican su función, por lo que no genera equivocaciones al momento de operarlos.

Figura 77. Tablero de control de la prensa.



Fuente: Autora.

El paro de emergencia provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.

El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

- **Bloqueos:** Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

#### **5.3.4 Identificación de riesgos específicos y medidas de prevención:**

Principales riesgos específicos derivados de la utilización de este tipo de máquinas, susceptibles de provocar accidentes tales como los atrapamientos en la

zona de operación, proyección de partículas, etc. No se consideran los riesgos generales comunes a otras máquinas.

- **Riesgos mecánicos por atrapamientos:** El atrapamiento entre partes en movimiento puede ser debido a las siguientes causas:

- Descuido del operario.
- Ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado.
- Reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas.
- Elementos móviles con energía acumulada.
- Desconocimiento de la maquinaria.
- Utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Proteger o aislar los puntos de las maquinarias que posibiliten la introducción voluntaria de las manos.
- Instalar en las máquinas que lo requieran, sistemas de parada automática en los puntos de operación donde es necesaria la intervención del operario.
- Reparar, dar mantenimiento y vigilar el adecuado desempeño de los sistemas de seguridad contra atrapamientos en las máquinas.
- Evitar las prácticas de reparación de las maquinarias en funcionamiento.
- Capacitación del personal en la operación y limpieza adecuada y segura de la maquinaria.
- Toda maquinaria con riesgo de golpe o de atrapamiento, debe estar debidamente identificada y con señalización de seguridad en español.
- No utilizar prendas de vestir sueltas, ni joyas u otros objetos.

- **Riesgos mecánicos por proyección de fragmentos o partículas:** La proyección de partículas o fragmentos de intereje puede ser debido a las siguientes causas:

- Mala alineación del intereje con el localizador y el cono con anillo de seguridad.
- Excesiva fuerza de incidencia de la pieza.
- Fragmentación del intereje.
- Ausencia de guardas de protección colectiva contra las proyecciones de fragmentos y partículas.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Rediseñar el sistema de sujeción y alineación.
- Instalar protecciones adecuadas.
- Comprobar los parámetros de operación de la prensa.
- Ajustar las protecciones y porta piezas
- Utilizar las protecciones personales.
- Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros y las medidas de prevención.

- **Riesgo eléctrico por contacto con la maquina:** Descargas eléctricas debidas a contactos directos o indirectos producidos en las máquinas.

Las medidas preventivas a tomar en estos casos son:

- Conectar la máquina a un sistema de tierra eficaz. Resguardar las partes activas del circuito eléctrico.
- Antes de manipular equipos o instalaciones en tensión, siempre desconectar la corriente.
- Los trabajos eléctricos sólo pueden ser realizados por personal cualificado e instruido.

## 6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION Y DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño conceptual es una parte fundamental en el proceso de diseño de una máquina o dispositivo ya que en este se generan las posibles opciones a tomar en cuenta para el diseño final.

Cuando la evaluación de riesgos muestra que una máquina o proceso tiene el riesgo de causar lesiones personales, la fuente de peligro debe eliminarse o contenerse. La manera de hacer esto depende del tipo de máquina y la fuente de peligro. En términos básicos, esto significa evitar cualquier acceso a las piezas pertinentes mientras están en una condición peligrosa. La mejor selección de una medida de protección es un dispositivo o sistema que proporcione la máxima protección con la mínima obstrucción de la operación normal de la máquina.

A continuación, se relaciona una serie de prescripciones y medidas de seguridad que, a mi juicio, se podrían implantar en el puesto de trabajo objeto de este estudio, con el fin de alcanzar el nivel de seguridad más alto posible y evitar el mayor número posible de accidentes. Cada máquina tiene necesidades específicas de seguridad que necesitan una mejora, y se analizó cada caso teniendo en cuenta tres criterios importantes a la hora de cumplir con requerimientos de seguridad:

- Evitar el acceso durante un movimiento peligroso
- Evitar el movimiento peligroso durante el acceso
- Otros riesgos mecánicos

En primer lugar se deben tomar en cuenta los requerimientos planteados para la necesidad a cubrir y las alternativas para darle solución. La necesidad a cubrir en este caso es el diseño de un sistema de seguridad adecuado para cada máquina y

los requerimientos y posibles soluciones planteadas para el diseño de las mismas se presentan a continuación.

### **6.1 REQUERIMIENTOS GENERALES**

- El diseño debe ser capaz de asegurar que los accesos y la permanencia en la maquina sean totalmente seguros.
- Se debe realizar una selección adecuada de los materiales de fabricación de los resguardos para cumplir con el grado seguridad requerido.
- Los sistemas de seguridad deben constituir parte integrante de las máquinas y actuar libres de entorpecimiento.
- Los sistemas de seguridad no deben interferir, innecesariamente, el proceso productivo normal, ni limitar la visualización del área operativa.
- El diseño debe ser capaz de proteger eficazmente de las proyecciones.

### **6.2 OPCIONES DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD:**

- Detectores de posición eléctricos en resguardos de enclavamientos.
- Enclavamiento de tipo mecánico.
- Enclavamientos de seguridad mediante cerraduras.
- Resguardos de protección fijos.
- Resguardos de protección móviles.
- Resguardos de protección regulables.

- Órganos de servicio.
- Pulsadores de parada de emergencia.
- Dispositivos contra contactos eléctricos.
- Dispositivos de disparo y detección de presencia
- Dispositivos de doble pulsación sincrónica.
- Dispositivos de sujeción.

### **6.3 RECTIFICADORAS LANDIS.**

#### **6.3.1 Requerimientos específicos.**

- La muela deberá estar dotada de una carcasa envolvente que proteja de los contactos fortuitos en la zona de giro.
- En la rectificadora no deberá instalarse parada de emergencia, ya que un frenado brusco podría provocar riesgos de fragmentación de la muela.
- En la parte frontal de la maquina se deberá disponer una protección móvil.

#### **6.3.2 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad**

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente despliegue de la función de la calidad:

Tabla 8. Despliegue de la función de la calidad de las Rectificadoras

QFD MAQUINAS RECTIFICADORAS LANDIS			Prioridad cliente	Características Técnicas							
				Diseño de la guarda	Material de fabricación	Normas de seguridad	Resistencia de la guarda	Dispositivos de seguridad (Sensores)	Dispositivos de enclavamiento	Peso de guarda	
Requisitos del cliente	Evitar el movimiento durante el acceso	Permite observar el proceso	2,5	1							
		Permite intervenir el proceso	5				9	9			
	Evitar el acceso durante un movimiento peligroso	Mantiene al operario fuera de zonas de operación	4	3			9	9			
		Aísla adecuadamente el riesgo mecánico	5	9			1	1			
		Protege de riesgos a terceras personas	4	3			9	3			
	Seguridad	Cumple con normas de seguridad	5	3		9	1	1			
	Ergonomía y funcionalidad	Inspira confianza	3,5			9	3		1		
		Fácil manejo	3,5	3	1					3	
		No genera retrasos en los tiempos de proceso	5	3							
		No genera riesgos adicionales	5	9						1	
		Fácil mantenimiento	3	3						1	
		Bajo costo	2,5	1	9		1	9	9		
		Permite realizar fácilmente el mantenimiento de la maquina	3,5	1							
	<b>Weighted Importance</b>				<b>172</b>	<b>26</b>	<b>76,5</b>	<b>13</b>	<b>149,5</b>	<b>129</b>	<b>18,5</b>
	<b>Relative Importance (%)</b>				<b>29,4</b>	<b>4,4</b>	<b>13,1</b>	<b>2,2</b>	<b>25,6</b>	<b>22,1</b>	<b>3,2</b>

Fuente: Autora.

Con base en el anterior despliegue de la matriz de calidad podemos decir que las características técnicas a las que se les debe prestar mayor atención son el diseño de la guarda y los dispositivos de seguridad y enclavamiento.

Mediante un buen diseño de la guarda se logra responder a las necesidades del proceso con un buen aislamiento del riesgo, sin generar riesgos adicionales o retrasos en el proceso, que tienen prioridad, logrando esto se podrá considerar el diseño como exitoso, por otro lado, los dispositivos de enclavamiento cumplen también una función vital en los diseños, ya que sin estos se podría violar la seguridad de los resguardos y perderían totalmente su funcionalidad.

**6.3.3 Generación de conceptos.** Debido a los riesgos identificados, los cuales consisten principalmente en partes móviles peligrosas (muela abrasiva, volantes) sin protección, en el momento de realizar la intervención de estos, lo más indicado es el uso de resguardos fijos en las partes donde no se requiere acceso frecuente, y guardas móviles donde es completamente necesario el acceso constante, por lo que se tienen los siguientes conceptos:

- Resguardo fijo particular: Diseñar resguardos para cada elemento del sistema de transmisión que se encuentre expuesto y de esa forma evitar una interacción directa con el riesgo por parte del operario.
- Aislamiento general de la máquina: Diseñar guardas fijas que permitan un total aislamiento de la máquina, agregando guardas móviles con dispositivos de enclavamiento sobre estas para que el operario tenga acceso a las partes que necesite intervenir de la máquina.

**6.3.4 Prueba de conceptos.** Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- Para aplicar resguardos fijos particulares se debe invertir más tiempo en el proceso de diseño, ya que se deben buscar soluciones que aislen cada uno de los elementos expuestos.

- El proceso de instalación de los resguardos fijos particulares demanda mayor cantidad de tiempo, además de que es necesario realizar un desmontaje de estos en el momento que se deba intervenir sobre los elementos de transmisión.
- Luego de su instalación, el aislamiento general permite realizar fácilmente intervenciones sobre la máquina cuando sea necesario, lo cual se logra gracias a las guardas móviles que esta debe presentar, evitando invertir tiempo en el desmontaje y montaje de los resguardos.
- Al aplicar un aislamiento general se deben instalar estructuras más grandes, por lo que se ocupará mayor espacio que en el caso de usar resguardos particulares.

### **6.3.5 Selección de conceptos y propuesta de solución.**

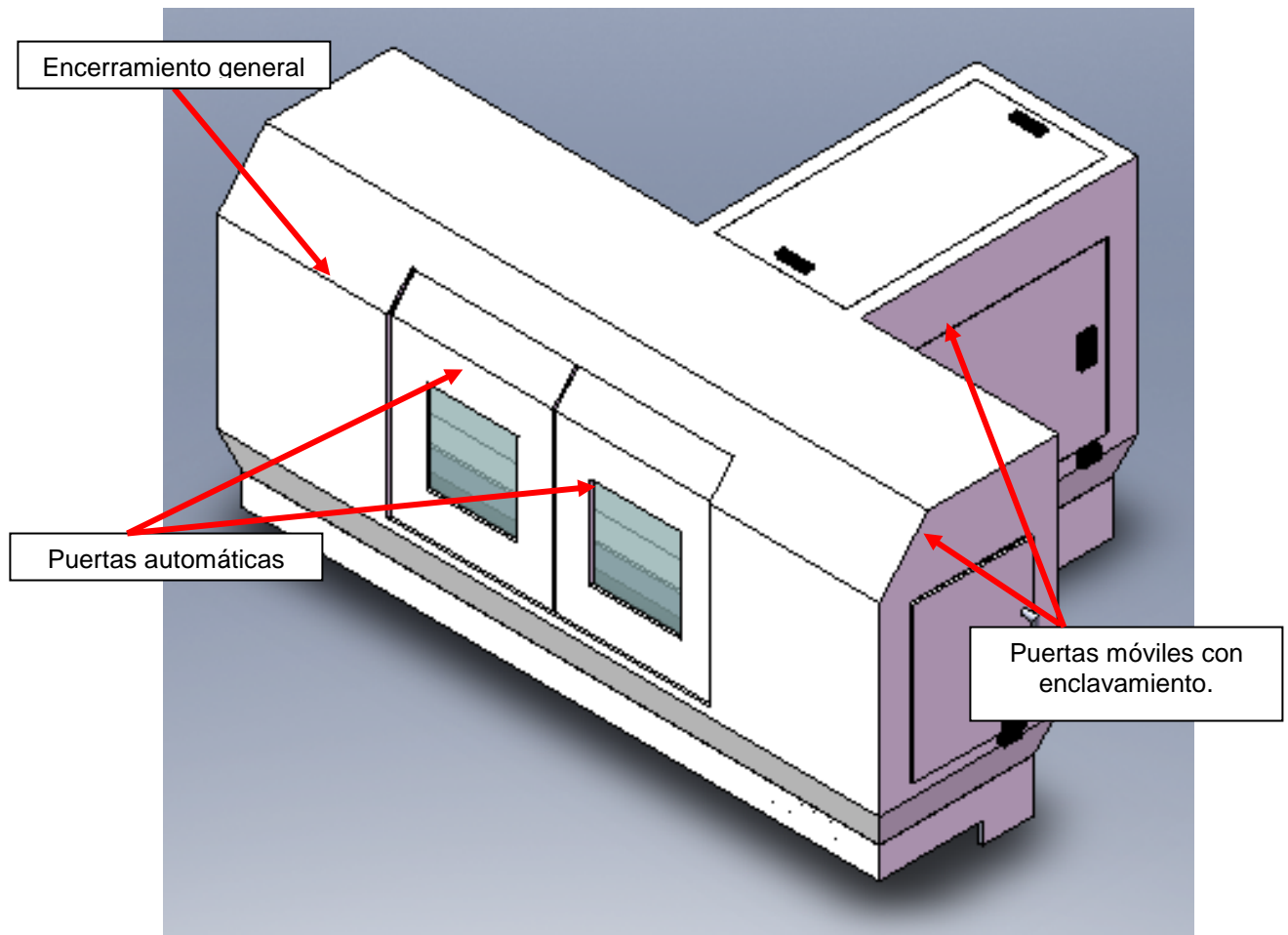
- **Rectificadoras Landis.** Debido a que la máquina posee partes móviles expuestas y a que se realizan mantenimientos periódicamente sobre la máquina, la mejor opción para intervenir esta problemática es el aislamiento general de la máquina con puertas automáticas y sensores de enclavamiento, para aislar de una forma efectiva los peligros de la operación.

Las rectificadoras Landis no permite diseñar un resguardo completamente general, que aisle totalmente la máquina del medio exterior, debido a la estructura y el funcionamiento casi 100% manual, hay demasiados elementos sueltos como mangueras y cables que impiden una guarda completa, por lo que la mejor opción es una guarda general en la parte frontal y lateral con resguardos fijos que las zonas peligrosas, y puertas automáticas activadas neumáticamente que permiten el ingreso en condición segura en el punto de operación y restringen el acceso cuando la máquina esté funcionando y solo se pueda retirar en caso de mantenimiento u otra circunstancia especial. La fuente de peligro se encuentra en una zona que requiere frecuente acceso, debido a esto la mejor opción es una

guarda movable (que pueda abrirse), e incorporar al resguardo dos tipos de guardas móviles:

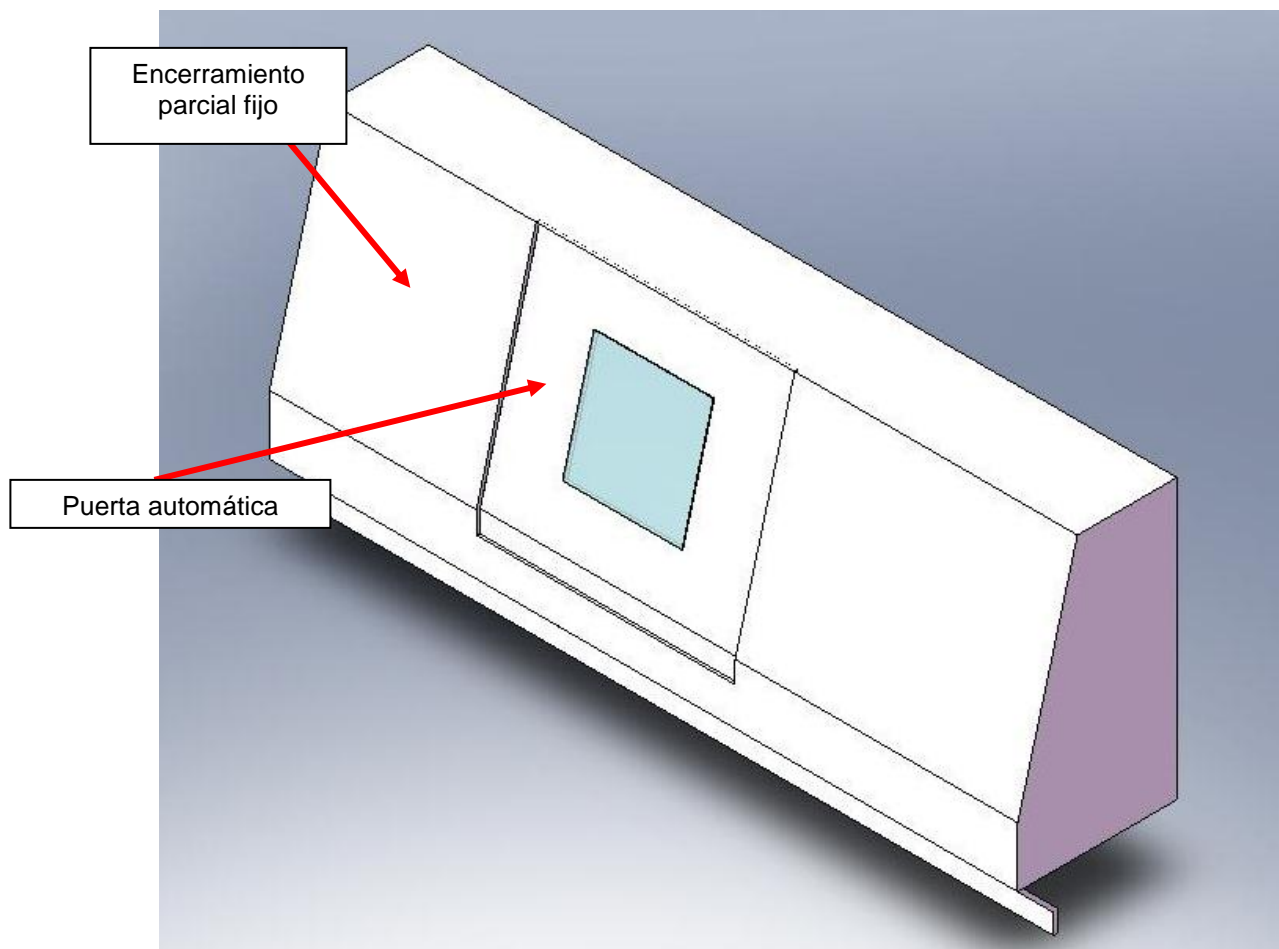
- Guardas automáticas: Para el acceso frontal donde está ubicado el punto de operación se dispondrá de puertas activadas neumáticamente con sensores que identifican cuando la puerta de la zona de operación se abre o cierra mediante finales de carrera en los cilindros neumáticos que activan o desactivan una barrera física en el elemento peligroso para proteger al operario.

Figura 78. Opción 1 guarda completa general.



- Guardas interconectadas o con enclavamiento: en el acceso lateral o posterior se necesitan puertas que se puedan retirar y permitan el fácil acceso a ciertas partes de la máquina donde el ingreso es menos frecuente, El propósito del resguardo de interconexión es evitar la operación del control que pone en marcha la máquina, hasta que el resguardo se coloca en posición a fin de que el operador no pueda alcanzar la zona de operación o la zona de peligro.

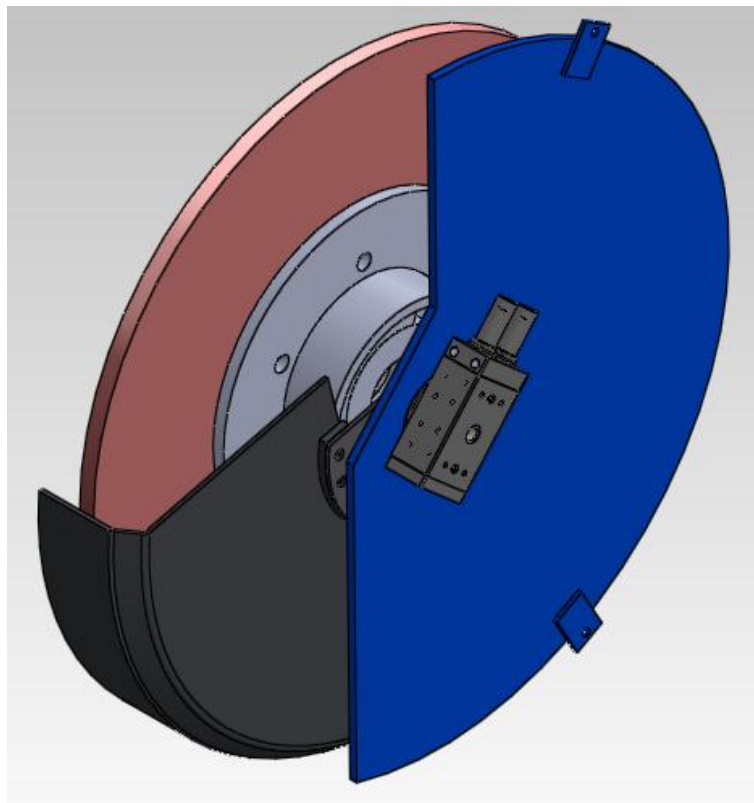
Figura 79. Opción 2 Guarda general frontal y lateral.



Fuente: Autora.

Además, es recomendable una guarda móvil particular para la operación de la muela abrasiva, a fin de proteger al operario cuando tenga que ingresar en el punto de operación, de este modo mientras las puertas se abran la guarda de la piedra se activa y cuando cierre la puerta la piedra queda descubierta.

Figura 80. Guarda particular de la muela abrasiva.



Para evitar la apertura o cierre de las puertas automáticas mientras exista el riesgo de aplastar o atrapar partes del cuerpo del operario se utilizan sensores de presencia que interrumpen la operación normal hasta garantizar que la zona de peligro esta despejada o situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro y para esto se utilizan cortinas de luz.

## 6.4 TEMPLADORAS POR INDUCCION TOCCO

### 6.4.1 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente despliegue de la función de la calidad:

Tabla 9. Despliegue de la función de la calidad de las Templadoras

QFD MAQUINAS TEMPLADORAS POR INDUCCION TOCCO			Prioridad cliente	Características Técnicas						
				Reparación de la guarda	Material de fabricación	Normas de seguridad	Resistencia de la guarda	Dispositivos de seguridad (Sensores de presencia)	Dispositivos de enclavamiento	
Requisitos del cliente	Evitar el movimiento peligroso durante el acceso	Permite observar el proceso	1	1						
		Permite intervenir el proceso	3				9	1		
	Evitar el acceso durante un movimiento peligroso	Aísla adecuadamente el riesgo	5	9						
		Protege de riesgos a terceras personas	4	3			9	3		
		Mantiene al operario fuera de zonas de operación	4	3			9	9		
	Seguridad	Cumple con normas de seguridad	5	3		9	1	1		
	Ergonomía y funcionalidad	Inspira confianza	4			9				
		No genera retrasos en los tiempos de proceso	5	1						
		Bajo costo	2	1	9		1	9	3	
		Fácil mantenimiento	3	3						
Weighted Importance					100	18	81	2	95	59
Relative Importance (%)					28,2%	5,1%	22,8%	0,6%	26,8%	16,6%

Fuente: Autora.

Con base en el anterior despliegue de la matriz de calidad podemos decir que las características técnicas a las que se les debe prestar mayor atención son reparación de la guarda y los dispositivos de seguridad.

Debido a los riesgos identificados y los requerimientos técnicos prioritarios, lo más indicado es la reparación del encerramiento, cambio del sistema automático de las puertas, y la instalación de sensores de presencia como cortinas de luz.

**6.4.2 Generación de conceptos.** Debido a los riesgos identificados, los cuales consisten principalmente en una guarda general deteriorada, en el momento de realizar la intervención de estos, lo más indicado es reemplazar el sistema de puertas automáticas por uno que no tenga tantos problemas para mantenerlas alineadas y reemplazar el material de las partes que se quebraron por materiales más resistentes y que permitan buena visibilidad del proceso, por lo que se tienen los siguientes conceptos:

- Una puerta corrediza o puerta corredera es un tipo de puerta que se abre de manera horizontal con un movimiento de deslizamiento sobre un espacio predeterminado, paralelo al lugar en el que se encuentra
- Puerta corrediza, con movimiento paralelo, puede ser aérea cuando el riel cuelga del techo o estructura, volada cuando se mueve con rieles de proyección o de piso cuando va sobre una guía o riel.
- Al construir las guardas de materiales transparentes, o incorporar paneles de visión en las guardas encontramos en el mercado dos tipos diferentes de material, el vidrio templado o laminado y el policarbonato alveolar o compacto.
- El vidrio laminado se obtiene al unir varias láminas simples mediante láminas interpuestas de butiral de polivinilo (PVB), que es un material plástico con muy buenas cualidades de adherencia, elasticidad, transparencia y resistencia. La

característica más sobresaliente del Vidrio Laminado es la resistencia a la penetración.

- El vidrio templado es el resultado del calentamiento de una hoja de vidrio común que luego se enfría rápidamente otorgándole una resistencia de entre 3 a 5 veces más que un vidrio común. Cuando por algún motivo se rompe, lo hace totalmente y en pequeñas partículas sin filo evitando así las cortaduras. No se puede cortar ni perforar una vez que ha sido templado.

- Con respecto al policarbonato, en el mercado encontraremos dos tipos diferentes: el alveolar y el compacto. El alveolar es traslúcido y está formado por varias capas como un cartón corrugado. El policarbonato es transparente y lo más parecido al vidrio. Ambas variedades son livianas y muy resistentes además de constituir una buena respuesta térmica. No resisten el fuego y poseen caras no muy duras lo que los vuelve vulnerables frente a las raya y demás. No presenta peligro ante su rotura.

**6.4.3 Prueba de conceptos.** Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- Diseñar una puerta aérea como la que tiene presenta los mismos problemas de alineación y requiere constante intervención del área de mantenimiento para corregir problemas.

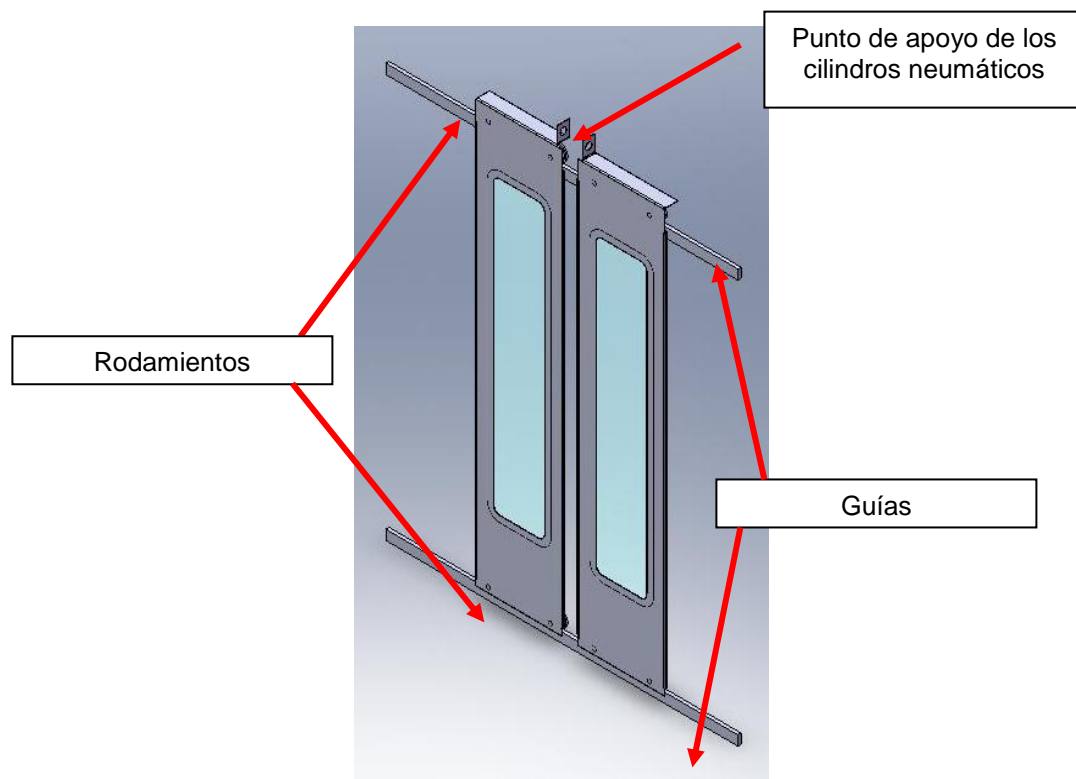
- Implementar una puerta de piso con guía superior e inferior corrige los problemas de alineación y requiere menos mantenimiento y es más fácil de diseñar.

- Seleccionar para las guardas materiales resistentes, que asimilen los cambios de temperatura, no generen más peligros en caso de rotura y que brinden visibilidad en donde se requiere supervisar constantemente el proceso, dentro de estos materiales encontramos el vidrio y el policarbonato.

· Escoger entre el vidrio y el policarbonato evidencia que ambos cumplen con los requerimientos de seguridad para la guarda, la diferencia radica en que el policarbonato es mucho más económico y no soporta el fuego, pero es muy liviano y resistente, permitiendo una instalación sencilla.

**6.4.4 Selección de conceptos y propuesta de solución.** Teniendo en cuenta criterios como, en su orden de importancia: aislar la iteración directa del operario en zonas de peligro, costo y aprovechamiento de material, las mejores opciones para intervenir esta problemática es cambiar el sistema de puertas automáticas por uno que demande menos atención y que este mejor alineado y correctamente apoyado, por eso se opta por un sistema de puerta corrediza de piso, que da mayor soporte con la guía superior e inferior, utilizando el mismo sistema neumático.

Figura 81. Sistema de puertas en las templadoras.



Fuente: Autora.

Además, es recomendable reemplazar los vidrios de las puertas por láminas de policarbonato compacto que es más económico y tiene muy buena resistencia y las láminas laterales por acero en vez de policarbonato, puesto que en ese lugar no requiere visibilidad.

Para evitar la apertura o cierre de las puertas automáticas mientras exista el riesgo de aplastar o atrapar partes del cuerpo del operario se utilizan barreras ópticas que proporcionan protección situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro.

La función de la cortina es impedir iniciar el ciclo mientras haya una obstrucción del haz de luz o que falle la puerta y los sensores, y debido a esto se instala en la entrada al punto de operación enfrente de las puertas automáticas.

## **6.5 PRENSA VELTRI**

### **6.5.1 Requerimientos específicos.**

- Se tendrá especial atención al acceso de operarios ajenos al proceso productivo, para ello se colocarán sistemas de protección para evitar accidentes graves por acceso a la zona de peligro.
- Si el sistema de protección se realiza mediante sistema optoelectrónico se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:
  - Cuando sea posible permanecer entre los haces fotoeléctricos y la zona de peligro, se instalarán medios adicionales.
  - El acceso a la zona peligrosa solo será posible a través de la zona de detección del sistema optoelectrónico.

- Otras protecciones deben impedir en su totalidad el acceso a la zona peligrosa desde cualquier otra dirección.

### 6.5.2 Consideraciones para el diseño de los sistemas de seguridad

Con base en la anterior identificación de necesidades se realizó el siguiente despliegue de la función de la calidad:

Tabla 10. Despliegue de la función de la calidad de la prensa veltri.

QFD PRENSA VELTRI			Prioridad cliente	Características Técnicas				
				Diseño de la guarda	Diseño del sistema de sujeción	Material de fabricación	Normas de seguridad	Dispositivos de seguridad (Sensores de presencia)
Requisitos del cliente	Evitar el acceso durante un movimiento peligroso	Aísla adecuadamente el riesgo mecánico	5	9	9			9
		Mantiene al operario fuera de zonas de operación	4	3				9
		Protege de riesgos a terceras personas	3	1				9
	Ergonomía y Funcionalidad	Fácil mantenimiento	3					
		Fácil manejo	3	1	9	3		
		No genera retrasos en los tiempos de proceso	5	3	9			
		No genera riesgos adicionales	5	3	1			
		Bajo costo	1	1	9	9		9
	Seguridad	Cumple con normas de seguridad	5	3	9		9	
	<b>Weighted Importance</b>				<b>109</b>	<b>176</b>	<b>18</b>	<b>45</b>
<b>Relative Importance</b>				<b>23,4%</b>	<b>37,8%</b>	<b>3,9%</b>	<b>9,7%</b>	<b>25,2%</b>

Fuente: Autora.

Con base en el anterior despliegue de la matriz de calidad podemos decir que las características técnicas a las que se les debe prestar mayor atención son el diseño del sistema de sujeción, la guarda y los dispositivos de seguridad.

Mediante un buen diseño del sistema de sujeción se logra eliminar el riesgo presente en esta máquina, y se refuerza el sistema de seguridad con dispositivos como sensores de presencia y guardas fijas o móviles.

**6.5.3 Generación de conceptos.** Debido a los riesgos identificados, los cuales consisten principalmente en la falta de un sistema seguro de sujeción de la pieza, y posibilidad de golpes con objetos en movimientos se tienen los siguientes conceptos:

- Los acoplamientos, poleas, correas, engranajes, mecanismos de fricción, vástagos, émbolos, manivelas u otros elementos móviles que sean accesibles al trabajador por la estructura de las máquinas, se deben proteger o aislar adecuadamente.
- El material preferible para resguardos es, en la mayoría de los casos, el metal. Los armazones de los resguardos se hacen generalmente con hierro estructural, tubo, soleras, barras, o material redondo. El material de recubrimiento generalmente es lámina de metal sólido o desplegado o perforado o malla metálica. El uso de plástico o de cristal de seguridad donde se requiere visibilidad, es también una práctica generalizada.
- La malla metálica es ideal para procesos donde no hay proyección de fluidos, tiene buena resistencia, es económica y fácil de integrar en un diseño con perfilaría.
- Se pueden utilizar medidas de protección para detectar el acceso a una zona de peligro, muchos dispositivos alternativos están disponibles para detectar la

presencia de una persona que entra o que está dentro del área peligrosa. La mejor opción para una aplicación en particular depende de una serie de factores: frecuencia de acceso, tiempo de parada del peligro, importancia de completar el ciclo de la máquina, y contención de proyectiles, fluidos, nubes tóxicas, vapores, etc.

**6.5.4 Prueba de conceptos.** Al aplicar los conceptos generados sobre la problemática, se pueden obtener las siguientes apreciaciones:

- Escoger entre la malla metálica y el policarbonato evidencia que ambos cumplen con los requerimientos de seguridad para la guarda, la diferencia radica en que la malla metálica es más fácil de manejar y soporta condiciones extremas, además permite una instalación más sencilla.
- Par instalar guardas alrededor de toda la maquina requiere que sea demasiado grande, puesto que el punto de operación debe estar completamente abierto para alimentar la pieza, las puertas automáticas serían muy incómodas y no hay suficiente espacio para la guarda general.
- Se necesita limitar el acceso al punto de operación solo operario que maneja la máquina, para proteger a terceros de daños, es necesario cubrir los laterales.
- Se requiere un resguardo autoajutable en el tornillo de bolas descubierto, que permita la libre operación del sistema de transmisión.

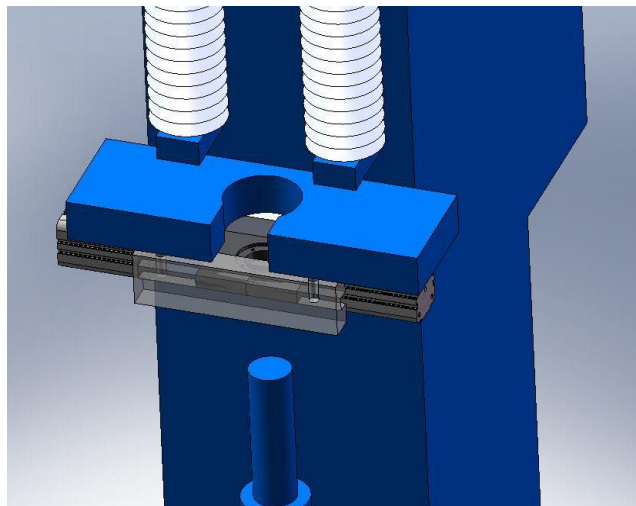
Implementar detectores de presencia complementa el sistema de doble botonera, y evita la necesidad de una guarda física.

**6.5.5 Selección de conceptos y propuesta de solución.** La mejor opción para intervenir esta problemática es diseñar un sistema de sujeción seguro, que garantice la correcta sujeción de la pieza y elimine el peligro de proyección del intereje, el sistema de sujeción consta de dos placas que se desplazan sobre unas

guías, que a su vez están atornilladas a una placa fija a la estructura de la máquina, ubicada en medio de los puntos extremos de apoyo.

Los encargados del movimiento para abrir y cerrar las dos placas, son dos cilindros neumáticos, que se encargan de asegurar el intereje cuando se inicia el ciclo de prensado.

Figura 82. Sistema de sujeción de la prensa Veltri.



Fuente: Autora.

El sistema actual de accionamiento de la prensa requiere pulsar dos botones separados al mismo tiempo, para evitar que el operario tenga las manos en el punto de operación, el problema es que el avance de la prensa es lento y da el tiempo suficiente para que el operario introduzca sus manos en el punto de operación después de iniciar el ciclo, es por esta razón que la mejor solución es reforzar el sistema de seguridad con dispositivos de detección de presencia.

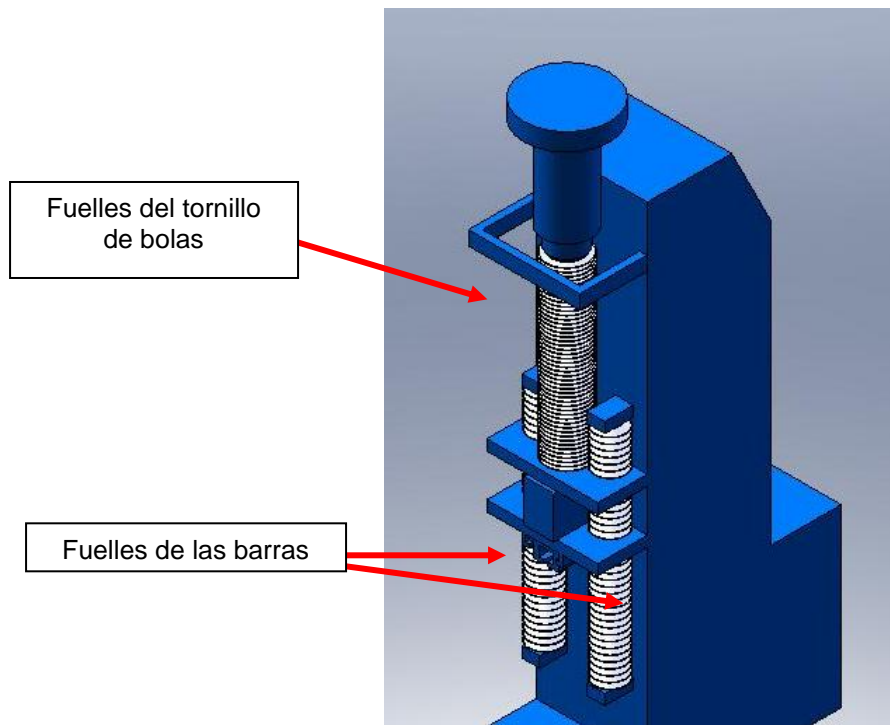
Para nuestro caso la mejor opción son las barreras ópticas son un componente del equipamiento eléctrico utilizado en máquinas que presentan riesgos de lesiones personales. Proporciona protección situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro.

La función del dispositivo de detección es parar el avance de la prensa una vez detecte interferencia en su haz de luz, y reanude cuando este libre el punto de operación.

Además de la implementación de los dispositivos ópticos se requiere instalar un resguardo fijo parcial en la parte lateral construido con perfil y malla metálica que evite el acceso de terceras personas al punto de operación por otro lugar diferente al protegido por el haz de luz (Ver figura 115).

En la prensa veltri hay elementos en movimiento sin protección que pueden llegar a generar accidentes, como es el caso de el tornillo de bolas y las barras que dan el movimiento ascendente de le prensa, y para solucionar este inconveniente se puede utilizar fuelles circulares recocidos, resistentes a la rotación, para evitar el fácil acceso de cualquier persona y la suciedad en los elementos de transmisión.

Figura 83. Fuelle redondo.



Fuente: Autora.

## **7. DISEÑO DETALLADO**

Con la elección previa del diseño a desarrollar y a construir finalmente, surge la fase de diseño detallado del proyecto. En esta etapa se genera y recopila la información necesaria que dará forma a los sistemas de seguridad, para que a su vez valiéndose de la información obtenida en el presente capítulo, se alcance la fase siguiente del proyecto que consiste en la construcción que no corresponde al alcance del presente proyecto.

El diseño detallado presentado a continuación, se sustenta con la generación de cálculos y decisiones de diseño sobre los componentes de los sistemas de seguridad a implementar. Para el caso del diseño de los componentes en que se consideró importante y necesaria la sustentación detallada, se presentan los mismos por medio de análisis y cálculos. En el caso de los componentes en los que no se presenta un análisis mediante cálculos, la justificación de los mismos se basa en decisiones de diseño conforme a evaluación de su funcionalidad y a la situación mínima de fuerzas y esfuerzos a los que se encontrarán sometidos con respecto a las propiedades mecánicas que proporcionan los materiales de los que estarán elaborados respectivamente.

### **7.1 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LAS RECTIFICADORAS LANDIS.**

El sistema de seguridad diseñado para este tipo de maquina consta de un resguardo general de la máquina en la parte frontal con puertas automáticas para aislar de una forma efectiva los peligros de la operación y utiliza sensores finales de carrera para garantizar la apertura o cierre de las puertas por medio del sistema neumático.

Además, de una guarda móvil particular envolvente en la muela abrasiva, a fin de proteger al operario cuando tenga que ingresar en el punto de operación, como sistema suplementario se debe instalar sensores para advertir la presencia de objetos o personas en el punto de operación y para esto lo más adecuado son las cortinas de luz que interrumpen la operación normal hasta garantizar que la zona de peligro esta despejada o situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro, una vez despejada la zona la maquina continua su ciclo.

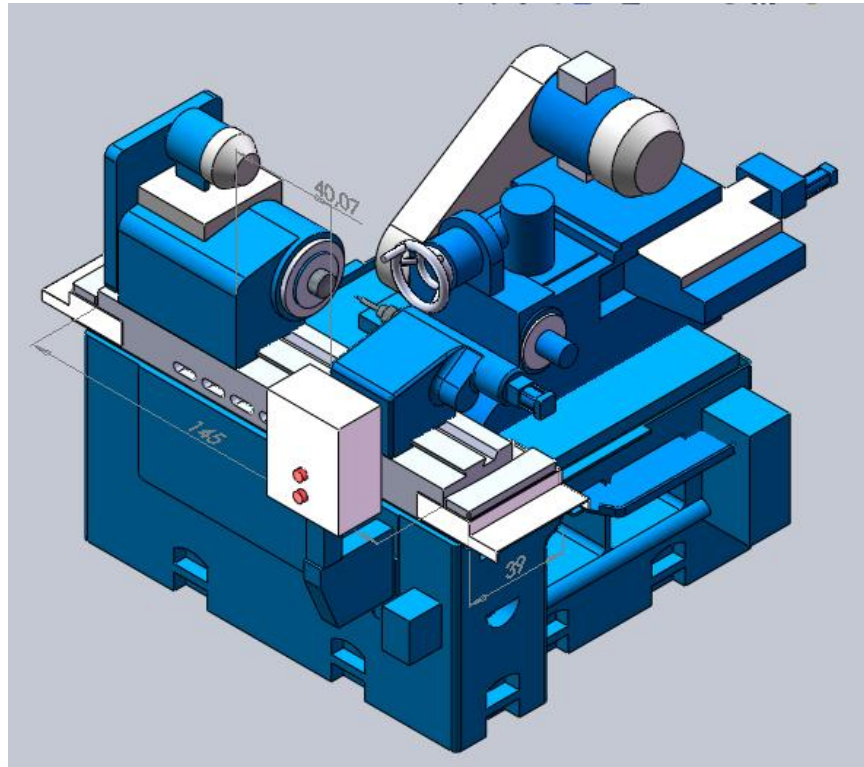
### **7.1.1 Diseño del resguardo general.**

El resguardo de seguridad general se componen de una sólida carcasa sobre una estructura rígida en perfilaría soldada, la carcasa se fabrica en láminas de acero unidas a la estructura con tornillos, posee un sistemas de puertas automáticas que se mueven sobre guías activadas con un sistema neumático y utiliza sensores de enclavamiento para verificar la posición abierta o cerrada de las puertas automáticas del frente y móviles de la parte lateral y posterior.

El origen de las dimensiones del resguardo se fue dando por las dimensiones del punto de operación, la configuración de la máquina y selección del sistema neumático.

El punto de operación requiere mínimo 40 cm de ancho entre cabezales y una tolerancia de 20 cm para permitir el recorrido del cabezal derecho sobre la mesa de la máquina, esto define el tamaño de la puerta automática y tamaño de los cilindros, la longitud total del resguardo es entre 10 y 20 cms más ancho que la longitud entre extremos de los cabezales que es 145 cm y profundidad de 39 cm con una tolerancia de 20 cm que permita superficies inclinadas para evitar la deposición de viruta y refrigerante en lugares difíciles de evacuar.

Figura 84. Dimensiones del punto de operación y configuración de la máquina.



Básicamente el resguardo general consta de:

- **Soporte o bastidor del resguardo.** El bastidor es el encargado de soportar la totalidad del peso del resguardo, a continuación se listan las cargas que va a soportar:

Peso de la puerta y guías de la puerta 71,5 N

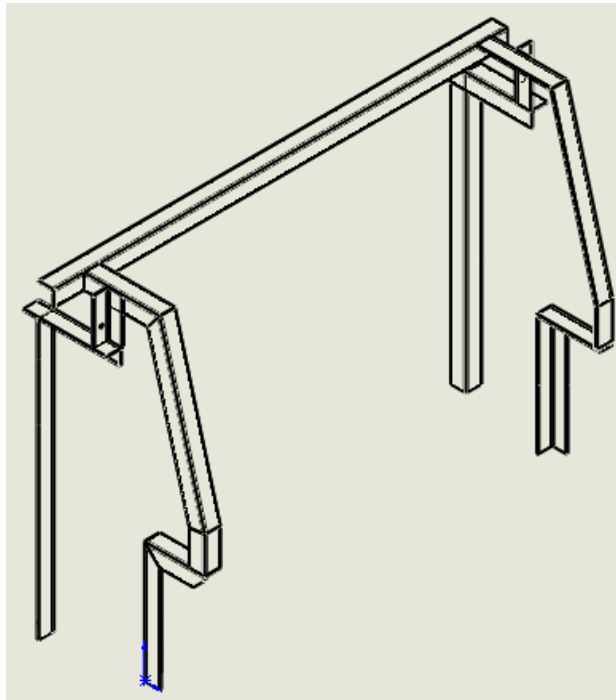
Peso de las láminas de la estructura exterior 300 N

Peso del sistema neumático 26 N

El total del peso máximo que debe soportar es de 397,5 N. Esta carga no está concentrada sobre un solo punto en específico sino que se reparte a lo largo del perfil en todos los puntos de apoyo destinados para cada uno de los componentes.

El bastidor está compuesto por 2 largueros en la parte posterior que son los encargados de permitir la fijación de la estructura a la base de la rectificadora por medio de 2 tornillos en cada larguero, en la parte frontal se usaron secciones de perfil para dar forma a la estructura que soporta el sistema neumático, las guías de la puerta y las láminas que cubren el bastidor y se unen de la misma forma en la parte frontal de la base de la máquina, estas estructuras están unidas mediante el travesaño que soporta el techo de la estructura.

Figura 85. Estructura en perfil.

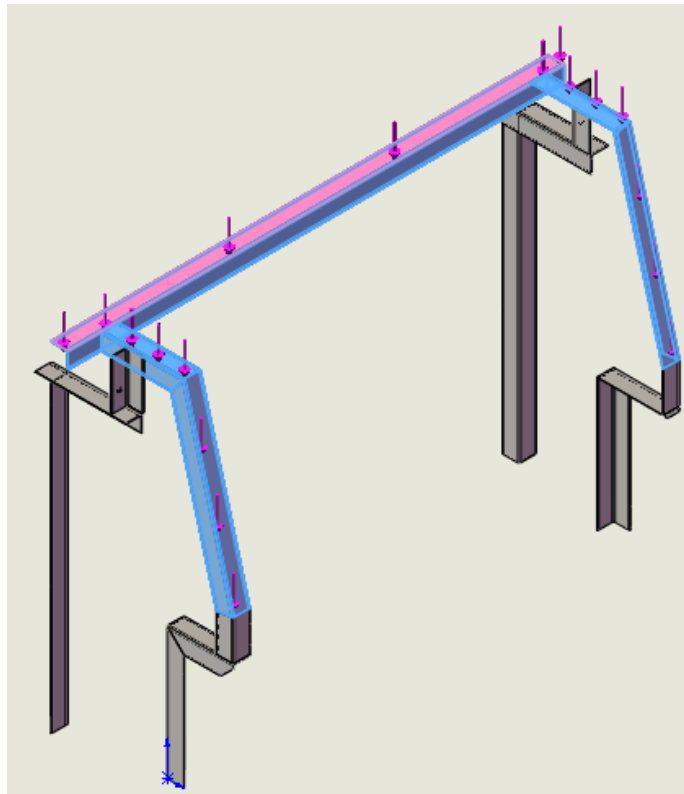


Existen varios tipos de materiales para realizar una estructura, entre ellos se encuentran a los perfiles circulares (tubería estructural), rectangulares (PTR), ángulos, soleras, entre otros y de todas estas alternativas se optó por el perfil angular estructural 2"X1/4" por ofrecer en su geometría una buena facilidad de empotramiento entre sus uniones y la lámina que conforma el resguardo, pero principalmente por su buena resistencia, por ser este tipo de perfiles hechos de un acero estructural. Otra consideración en la cual se pensó, es que con este tipo de

perfiles se forman estructuras a la cual se le pueden adaptar todos los subsistemas de una manera fácil con la ayudas de tornillos o soldadura, aprovechando las caras planas de sus lados.

El software de análisis utilizado tiene la capacidad de analizar una estructura en su comportamiento más real posible, una vez que se introduce la estructura en forma tridimensional (ver figura 85). El programa selecciona las uniones como una unión continua del mismo material, lo que significaría, una unión soldada. La estructura se analiza con una fuerza de 400 N y se distribuye en el travesaño y perfil delantero (Ver figura 86), se fijan los 4 largueros y se realiza el análisis para determinar esfuerzos y desplazamientos.

Figura 86. Distribución de fuerzas para el análisis del perfil.



Una vez realizado el análisis, el software proporciona los resultados acorde a la figura 87 y 88. En ella se muestra, en variación de colores, los diferentes esfuerzos que se producen debido a las dimensiones de las cargas aplicadas. En el recuadro ubicado en la parte derecha, se encuentra el listado de los esfuerzos, y se puede ver que el valor máximo 157.405.552 N/m<sup>2</sup>, menor al coeficiente la resistencia a la fluencia de un Acero ASTM A36 es de un valor de  $2 \times 10^{11}$ , que comparado con los valores que arrojan los resultados se puede observar que no se tiene ningún problema con los esfuerzos que se ejercen, por lo que la estructura seleccionada es satisfactoriamente aceptable. Incluso, la figura 88 muestra el desplazamiento de los nodos en donde el máximo valor indicado es de 3 mm (Ver figura 88) que no significaría mayor problema para la estructura y el mínimo factor de seguridad es mayor de 2.

Figura 87. Análisis de esfuerzos.

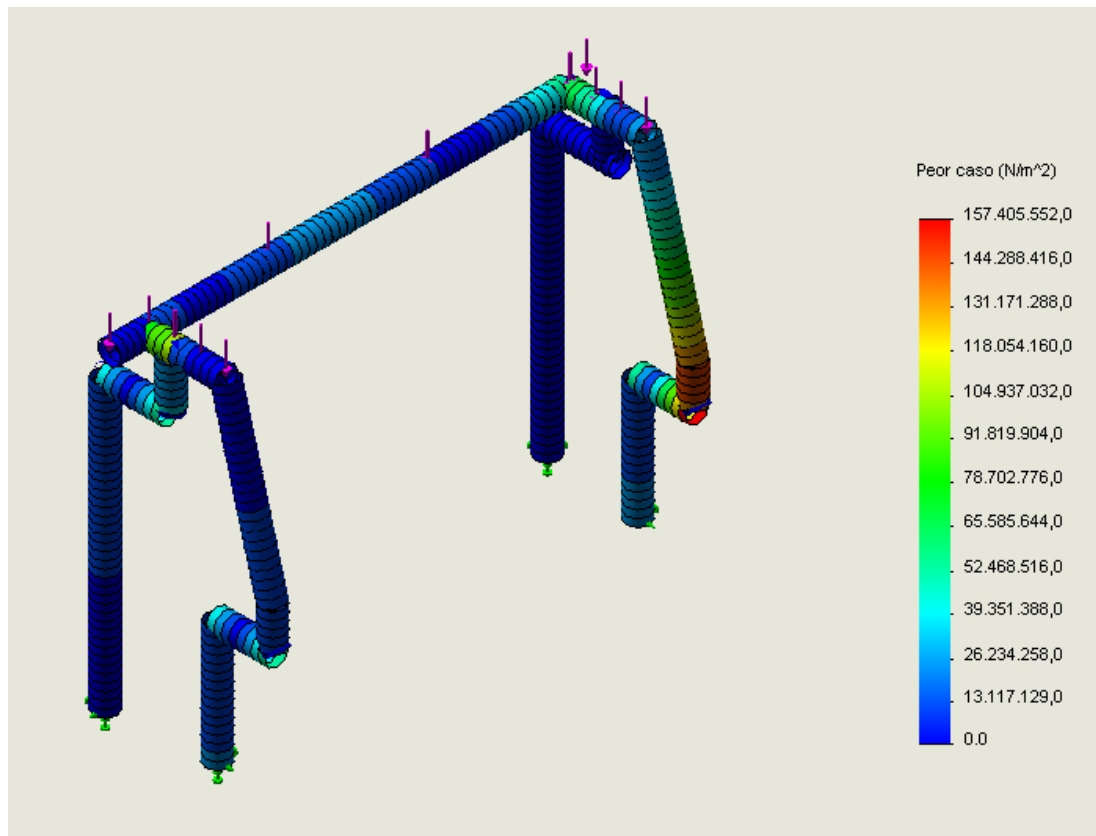
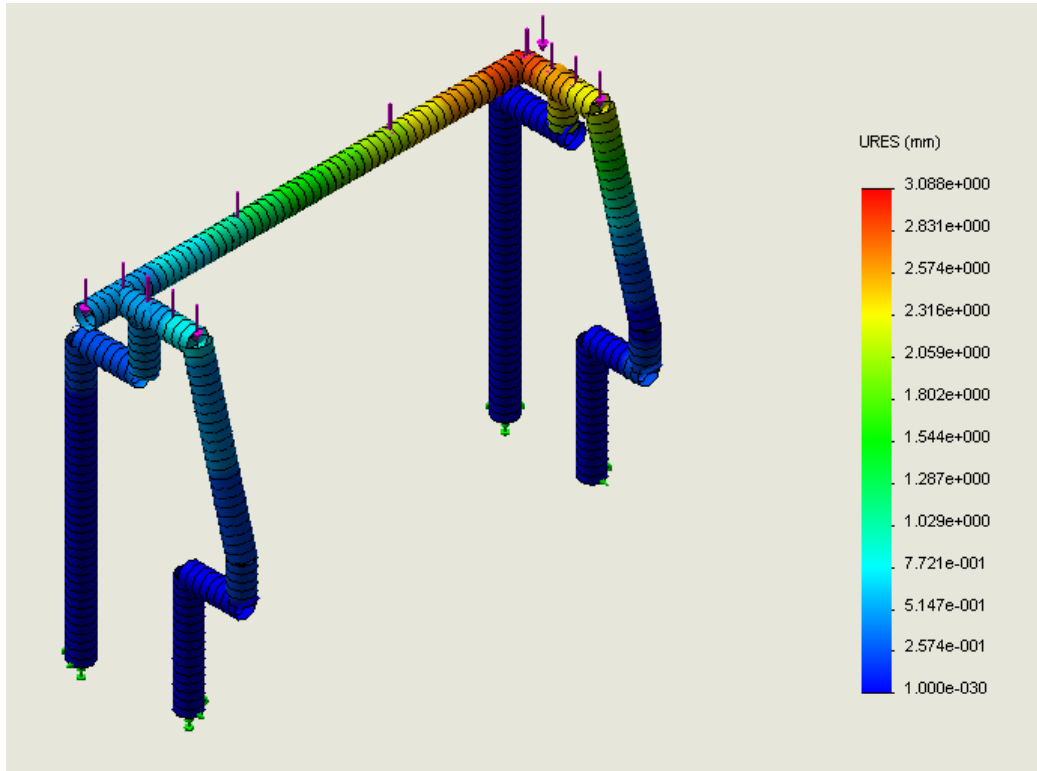


Figura 88. Análisis de deformación.



- Encerramiento exterior.** El encerramiento es el encargado de mantener al operario fuera de la zona de peligro, además de contener el refrigerante que se proyecta hacia el operario, debido a esto debe resistir condiciones húmedas, ser lo más liviano posible y lo suficientemente económico y resistente. Debido a esto se decidió utilizar lamina de acero en frio calibre 16 (Ver tabla 11) Sus principales características son su resistencia, durabilidad y versatilidad además de ser económica permite doblarse para formar diferentes perfiles.

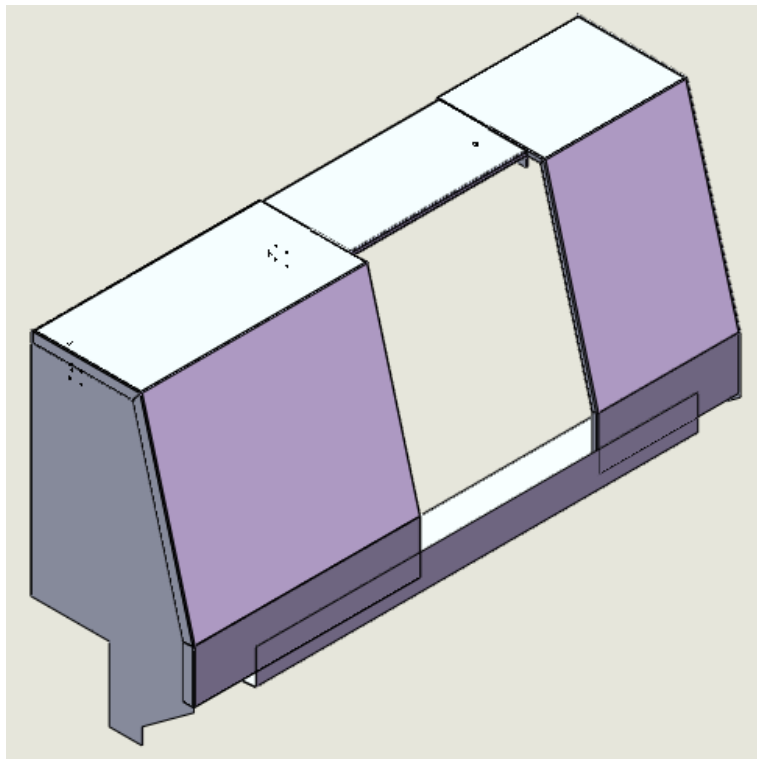
Tabla 11. Lamina cold rolled

CALIBRE	ESPESOR (mm)	PESO (Kg.)	
		1 X 2 metros	4 X 8 pies
12	2.66	42.73	63.60
14	1.90	30.51	45.41

16	1.52	24.43	36.36
18	1.21	19.52	29.06
20	0.91	14.67	21.83
22	0.76	12.21	18.17
24	0.61	9.76	14.53

Se requiere cortar y doblar 7 láminas diferentes para cubrir el bastidor y encerrar la parte frontal y lateral de la máquina (Ver anexo E) y se unen mediante tornillo a los perfiles angulares.

Figura 89. Placas de la estructura.

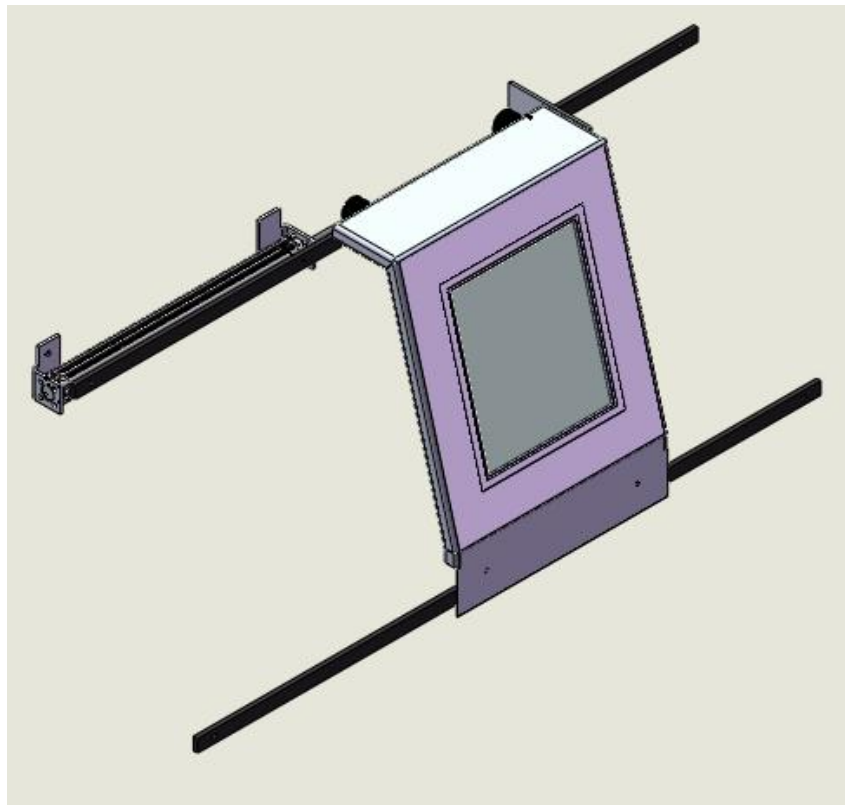


- **Sistema de puertas automáticas** Las dimensiones del sistema de puertas está definido por el espacio necesario para ingresar al punto de operación y manipular cómodamente la máquina la longitud de la puerta es de 50 cm al igual que el recorrido del cilindro, este sistema se compone de dos guías a lo largo del

travesaño del bastidor, una puerta corrediza accionada por el vástago de un cilindro neumático y cuadro ruedas fijadas a la puerta que se deslizan por las guías.

La puerta se fabrica en la misma lámina doblada del resto del encerramiento, con una ventana que permite visibilidad a través de una lámina de policarbonato compacto transparente.

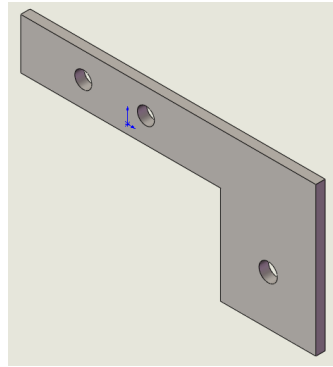
Figura 90. Sistema automático de puertas.



Las guías inferior y superior están unidas a la estructura de soporte por medio de 2 tornillos cada una, y se fabricaron el platina cold rolled de 1 cm de espesor sobre las que deslizan cuadro ruedas que soportan el peso de la puerta, las ruedas son fabricadas en acero con rodamiento para facilitar el desplazamiento.

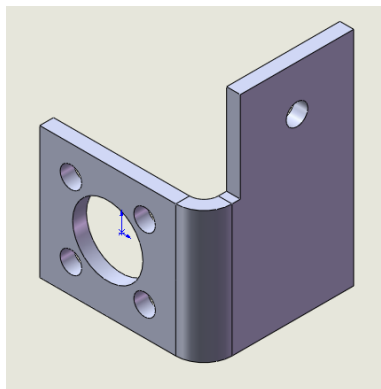
El elemento de unión entre la puerta y el cilindro es de platina de  $\frac{1}{4}$  pul unida al final del cilindro por una tuerca y dos tornillos a la puerta (Ver figura 91).

Figura 91. Elemento de unión puerta cilindro.



El cilindro neumático se fija a la estructura por medio de pies de fijación con tornillo de  $\frac{3}{8}$ .

Figura 92. Pie de fijación.



- **Sistema neumático de las puertas.** El principal motivo de utilizar el sistema neumático en lugar de utilizar uno hidráulico es porque el sistema no requiere mover gran cantidad de peso, además de que requiere menor mantenimiento.

El funcionamiento del sistema inicia con la unidad de mantenimiento que filtra, lubrica y regula el aire comprimido que viene una fuente común que sustenta la totalidad de los sistemas neumáticos de la planta, ingresa a una válvula 5/2 que se encarga de direccionar el aire, a continuación se regula el caudal a la salida del cilindro para mantener una velocidad constante.

Figura 93. Circuito neumático de la puerta automática de las rectificadoras.

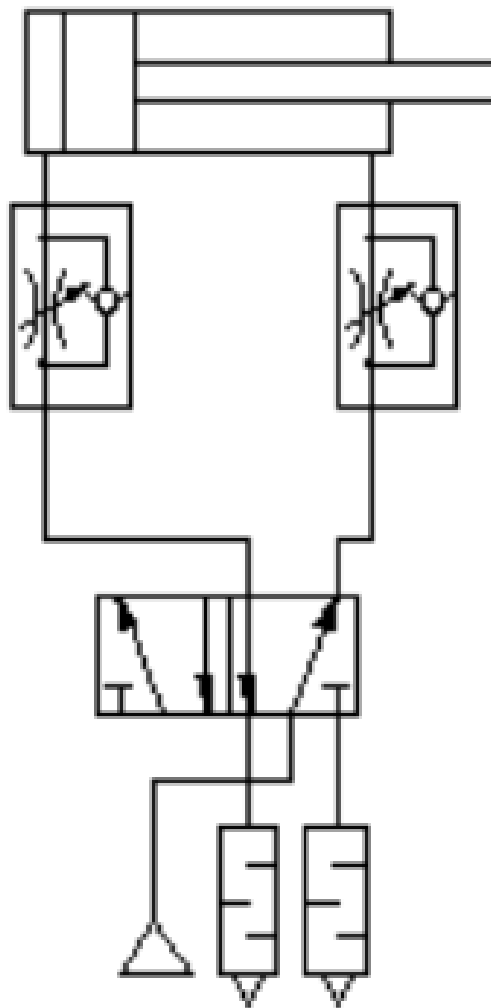


Figura 94. Fuerza del cilindro.

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]							
Díámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar en avance	483	754	1 178	1 870	3 016	4 712	7 363
S2/S20	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
S2/S20	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Energía máx. de impacto en las posiciones finales <sup>1)</sup>	0,1	0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	5

1) Con las variantes K10 S20 disminuye aprox. un 10% la energía admisible del impacto.

Los parámetros del sistema son el tiempo de apertura de 1 s con un recorrido de 50 cm, peso de la puerta de una masa de 7154.81 gramos son 71.5 N, y una presión de 6 bares, debido al recorrido el cilindro debe ser como mínimo de un diámetro de 32 mm y a partir de la carrera se selección el cilindro DNC-32-500-PPV con suficiente fuerza para mover una puerta (Ver figura 94)

Se seleccionan los siguientes componentes:

Cilindro	DNC-32-500-PPV
Válvula de estrangulación de retención	GRLA-1/8-QS-8-D
Tubo flexible [Cil. > Válvula]	PUN-8x1,25-BL (1 m)
Válvula de vías	VUVG-L14-B52-T-G18-1P3
Tubo flexible [Fuente > Válvula]	PUN-8x1,25-BL (1 m)
Racor rápido roscado	QS-1/8-8
Silenciador	U-1/8
Finales de carrera o detector de proximidad	SME-8M-DS-24V-K-2.5-OE

Utilizando el catálogo de selección se obtuvieron los siguientes resultados para esta configuración neumática en la extensión del cilindro:

Tiempo total de posicionamiento de 1.03 s,

Velocidad promedio de 0.49 m/s  
Velocidad de impacto de 0.20 m/s  
Máxima velocidad de 0.73 m/s  
Energía dinámica de impacto de 0.10 J  
Consumo de aire mínimo de 3.25 l  
Regulación PPV del 20.00%

Figura 95. Diagramas del sistema neumático en extensión.

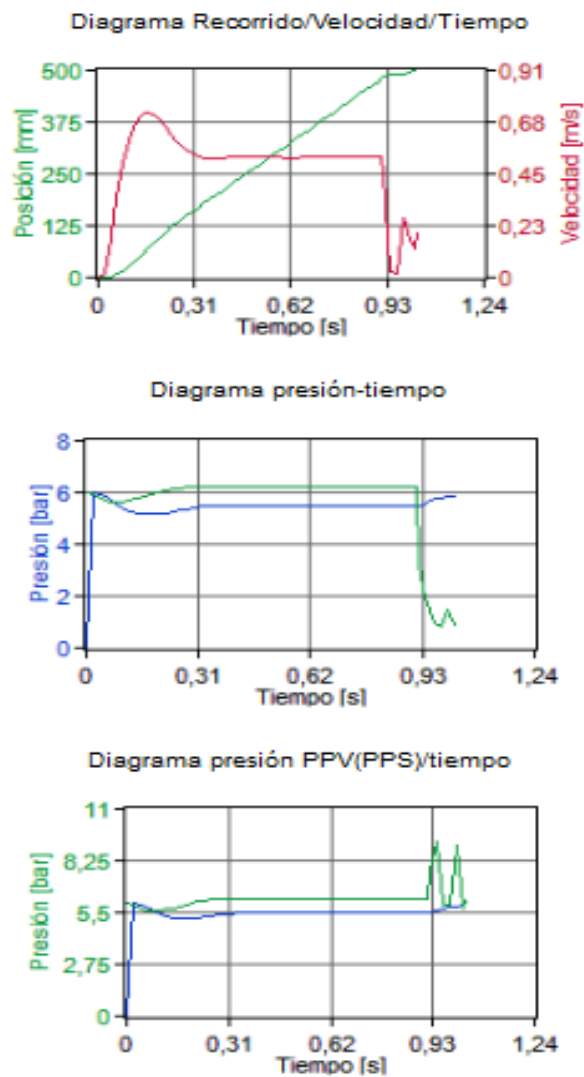
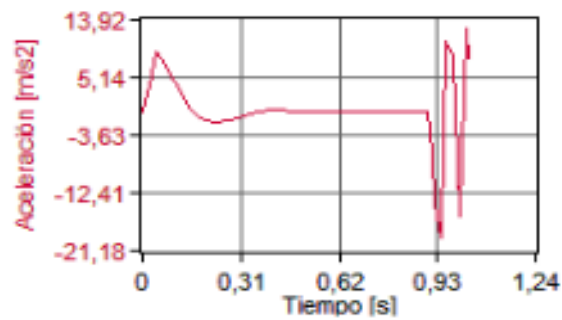


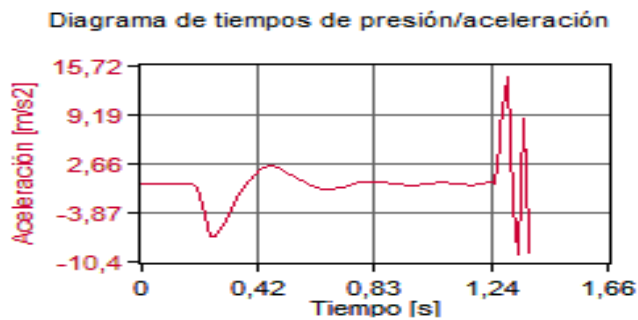
Diagrama de tiempos de presión/aceleración

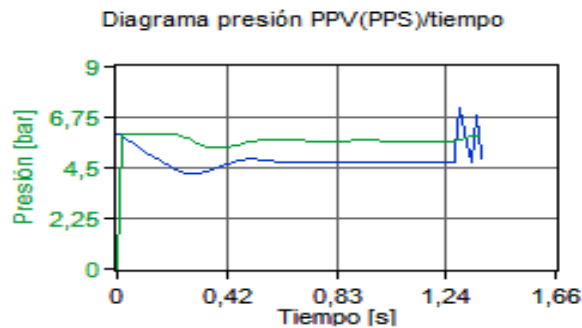
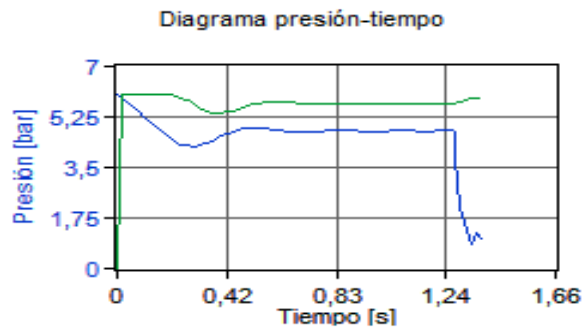
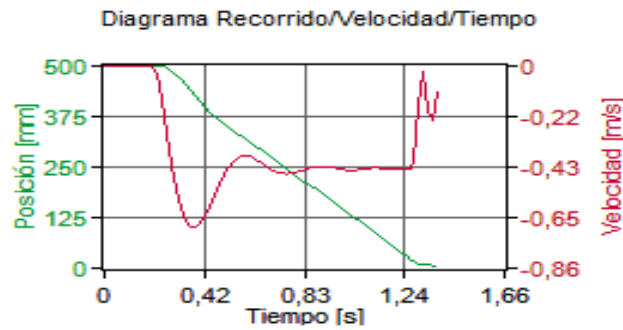


Con la misma configuración con el cilindro en retroceso:

- Tiempo total de posicionamiento de 1.38 s,
- Velocidad promedio de 0.36 m/s
- Velocidad de impacto de -0.13 m/s
- Máxima velocidad de 0.69 m/s
- Energía dinámica de impacto de 0.06 J
- Consumo de aire mínimo de 2.83 l
- Regulación PPV del 20.00%

Figura 96. Diagramas del sistema neumático en retroceso.



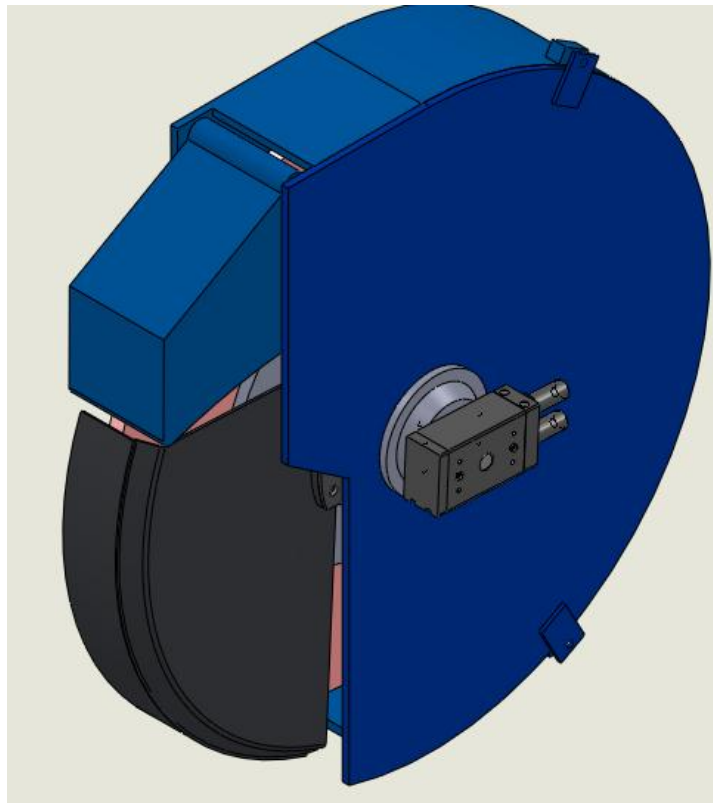


### 7.1.2 Elementos que conforman el resguardo particular de la piedra.

- **Guarda envolvente de la muela abrasiva.** El protector debe cubrir la piedra siempre que el operario necesite ingresar al punto de operación, para esto se necesita automatizar la guarda independientemente de la acción directa del operario.

El sistema original cuenta con una guarda fija alrededor del punto donde se ubica la muela, partiendo de esto se diseñó un complemento de guarda que aísla poco más del 50% de la muela y dos guardas ajustables que cubren la otra mitad, la guarda ubicada sobre el punto de contacto entre la muela y la pieza es una guarda automática que se activa por medio de sensores y un cilindro neumático, mientras la otra se mantiene fija (Ver figura 97)

Figura 97. Guarda particular de la piedra.



El cilindro rotativo conecta la guarda móvil por medio de un eje con un cuñero que atraviesa un refuerzo en la guarda similar a una brida sujeta por pernos a la guarda fija frontal (Ver figura 98), el sistema que sujeta la guarda móvil está compuesto por un brazo conectado por 3 tornillos (Ver figura 99), y a su vez conectado al elemento que recibe el movimiento directamente del eje.

Figura 98. Refuerzo en la guarda que soporta el sistema de rotación.

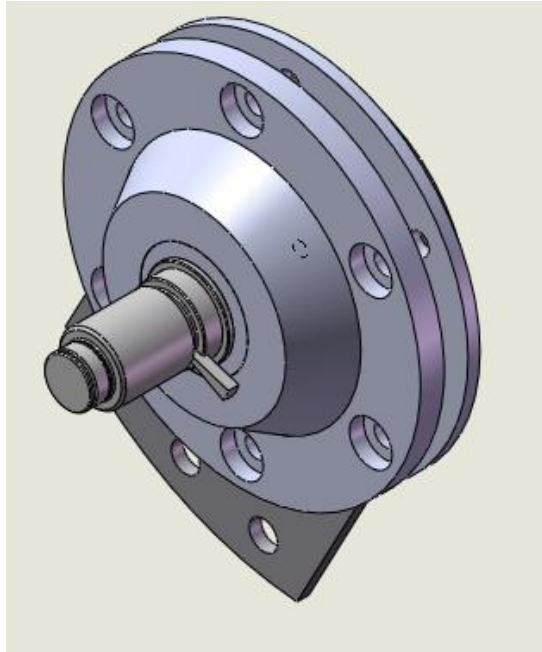
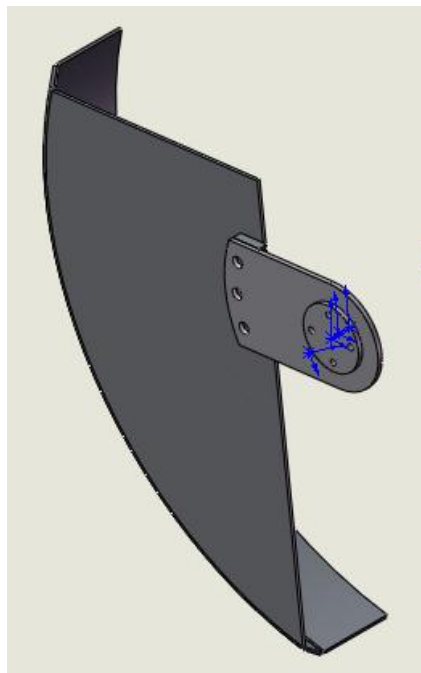


Figura 99. Brazo y guarda envolvente.



Los resguardo fijo se fabrica en platina cold rolled de ¼ pulgada y la guarda automática en lámina cold rolled doblada y soldada calibre 10, que garantiza la resistencia y fiabilidad que se necesita, la brida y el eje se fabrican en 1045 para garantizar la resistencia.

- **Sistema de accionamiento neumático de las guarda.** La guarda se activa con un sistema neumático por medio de un actuador rotativo seleccionado de acuerdo a los siguiente parámetros:

El tiempo de apertura está dado por el tiempo que demora la puerta en abrir de 1,5 seg con un recorrido de 90 grados, masa del conjunto de la guarda es de 6.05 Kg, y una presión de 6 bares, calculado con las propiedades físicas en el software SolidWorks:

Centro de masa: (metros)

$$X = -0.03$$

$$Y = -0.09$$

$$Z = 0.22$$

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (kilogramos \* metros<sup>2</sup>)

Medido desde el centro de masa.

$$I_x = (0.10, 0.98, -0.18) \quad P_x = 0.09$$

$$I_y = (-0.14, 0.19, 0.97) \quad P_y = 0.12$$

$$I_z = (0.99, -0.07, 0.15) \quad P_z = 0.21$$

Momentos de inercia: (kilogramos \* metros<sup>2</sup>)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$$\begin{aligned}
 L_{xx} &= 0.20 & L_{xy} &= 0.01 & L_{xz} &= -0.01 \\
 L_{yx} &= 0.01 & L_{yy} &= 0.10 & L_{yz} &= -0.00 \\
 L_{zx} &= -0.01 & L_{zy} &= -0.00 & L_{zz} &= 0.12
 \end{aligned}$$

Momentos de inercia: (kilogramos \* metros<sup>2</sup>)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$$\begin{aligned}
 I_{xx} &= 0.40 & I_{xy} &= 0.02 & I_{xz} &= -0.05 \\
 I_{yx} &= 0.02 & I_{yy} &= 0.30 & I_{yz} &= -0.12 \\
 I_{zx} &= -0.05 & I_{zy} &= -0.12 & I_{zz} &= 0.17
 \end{aligned}$$

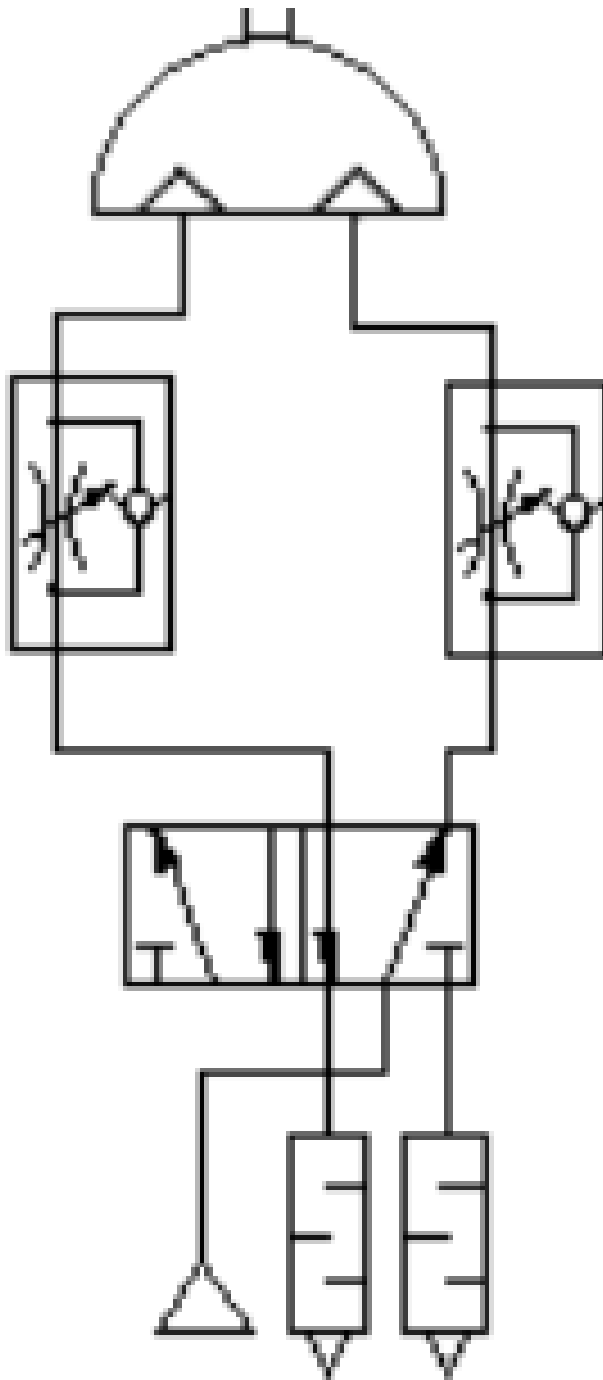
Se necesita un cilindro rotatorio que soporte un momento de inercia máximo de 0,4 kilogramos \* metros<sup>2</sup>, y gire un ángulo de 90 grados.

Figura 100. Propiedades de los cilindros DRQ.

Fuerzas y momentos de giro										
Díámetro del émbolo	16	20	25	32	40	50	63	80	100	
Momento de giro teórico con 6 bar [Nm]	0,5	1	2,5	5	9	19	37	75	150	
Carga radial máx. admisible <sup>1)</sup> [N]	60	80	100	120	60	200	300	800	1 500	
Carga axial máx. admisible <sup>1)</sup> [N]					150	300	500	1 000		
Momento de inercia máx. admisible <sup>1)</sup> [kgm <sup>2</sup> ]	2x10 <sup>-4</sup>	3,5x10 <sup>-4</sup>	7,8x10 <sup>-4</sup>	20x10 <sup>-4</sup>	50x10 <sup>-4</sup>	160x10 <sup>-4</sup>	400x10 <sup>-4</sup>	1 200x10 <sup>-4</sup>	2 000x10 <sup>-4</sup>	

El funcionamiento del sistema inicia con la unidad de mantenimiento que filtra, lubrica y regula el aire comprimido que viene una fuente común que sustenta la totalidad de los sistemas neumáticos de la planta, ingresa a una válvula 5/2 que se encarga de direccionar el aire, a continuación se regula el caudal a la salida del cilindro para mantener una velocidad de rotación constante (Anexo D).

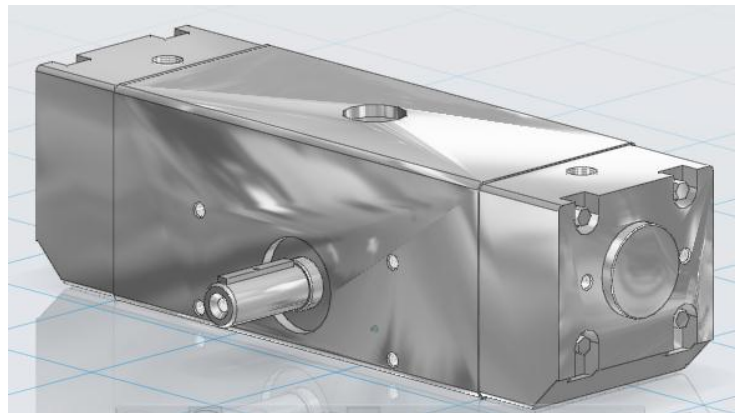
Figura 101. Circuito neumático de la guarda particular de la piedra.



Se seleccionan los siguientes componentes:

Cilindro	DRQ-63-90-PPV-A
Válvula de estrangulación de retención	GRLA-3/8-B
Tubo flexible [Cil. > Válvula]	PUN-6x1-BL
Válvula de vías	CPE24-M1H-5LS-3/8
Tubo flexible [Fuente > Válvula]	PUN-6x1-BL
Racor rápido roscado	QS-3/8-6
Silenciador	U -3/8
Finales de carrera o detector de proximidad	SME-8M-DS-24V-K-2.5-OE

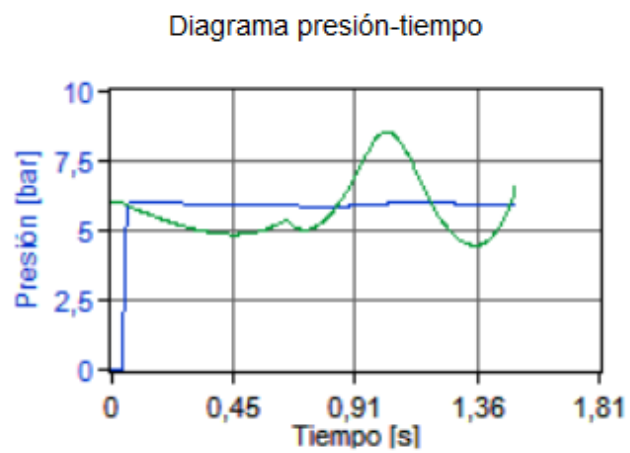
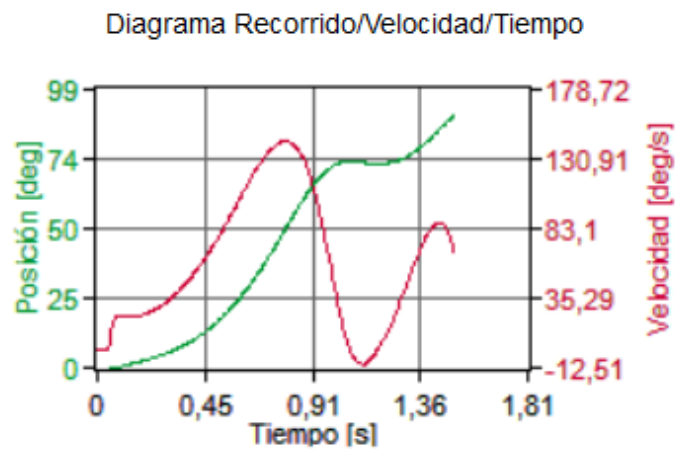
Figura 102. Cilindro neumático rotatorio DRQ-63-90-PPV-A.



Se obtuvieron los siguientes resultados para esta configuración neumática en la extensión del cilindro:

Tiempo total de posición amiento	1.5033 s
Velocidad promedio	59deg/s
Velocidad de impacto	65deg/s
Max velocidad	142 deg/s
Consumo de aire mínimo	0.8911431

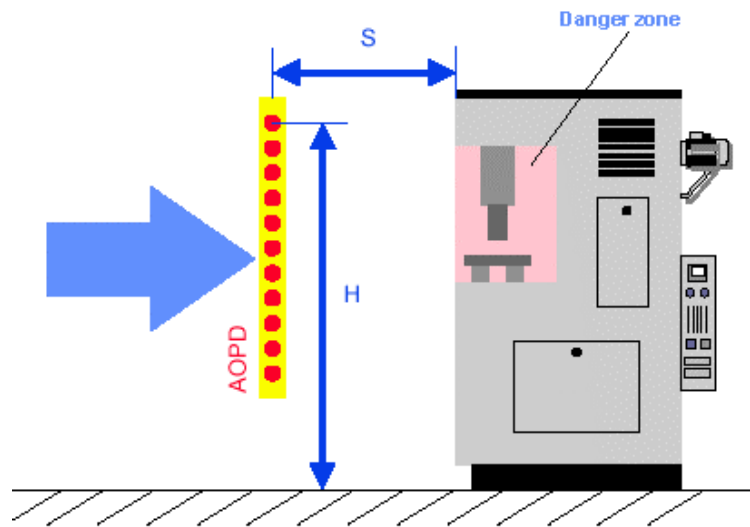
Figura 103. Diagramas del sistema neumático.



### 7.1.3 Sensores de detección de presencia o cortinas de luz.

Los parámetros de selección para este tipo de maquina parten del hecho de que la aproximación es normal por lo que se necesita calcular la distancia mínima desde la zona de peligro y se usan las siguientes ecuaciones:

Figura 104. Aproximación normal



$$S = (K * T) + C$$

$$C = 8(d - 14)$$

Dónde:

S es la distancia mínima en mm que se calcula a partir de los parámetros:

K es un parámetro en mm/s, derivado de los datos de velocidad de aproximación del cuerpo humano o de alguna parte del mismo,  $k=1600$

T el tiempo de parada global del sistema en segundos, como el fin de la cortina es evitar que la maquina inicie ciclo lo que indica que esta inicialmente detenida el

tiempo de parada de la maquina es cero y solo se toma en cuenta el de respuesta de la cortina de luz, que es de 0,008 seg.

C es una distancia adicional, en mm, en función de la intrusión en la zona de peligro antes del accionamiento del equipo de protección.

d es la capacidad de detección del sensor, para este caso en particular es de 30 mm.

$$C = 8(30 - 14) = 128 \text{ mm}$$

$$S = (1600 * 0,008) + 128 = 140 \text{ mm}$$

El personal no debe poder aproximarse ni por la parte de arriba ni por la parte de abajo, ni tampoco alrededor de la cortina de luz de seguridad para acceder al peligro, de acuerdo a esto las dimensiones de la cortina dependen exclusivamente de las dimensiones de la puerta.

Las cortinas deben ir ubicadas a una distancia mínima de 14 cm de la zona de operación y distanciamiento horizontal de 50 cm de una longitud no menor de 57 cm de larga, pudiéndose ubicar perfectamente a los extremos de puerta automática, en este caso el uso de una cortina de luz es redundante, y se hace solo en caso de que todos los demás sistemas de seguridad fallen y especialmente para evitar que la maquina inicie su ciclo con presencia de alguien dentro del punto de operación.

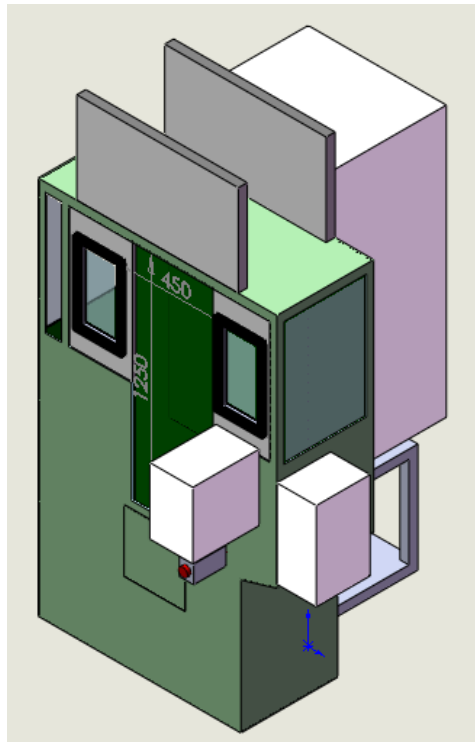
**Selección de la cortina de luz:** Se seleccionó una cortina de luz para protección de manos de la marca ifm Electronic referencia OYA0460-30-2-12-P-1 (Ver anexo B).

## 7.2 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LAS TEMPLADORAS POR INDUCCION.

### 7.1.1 Sistema de puertas automáticas.

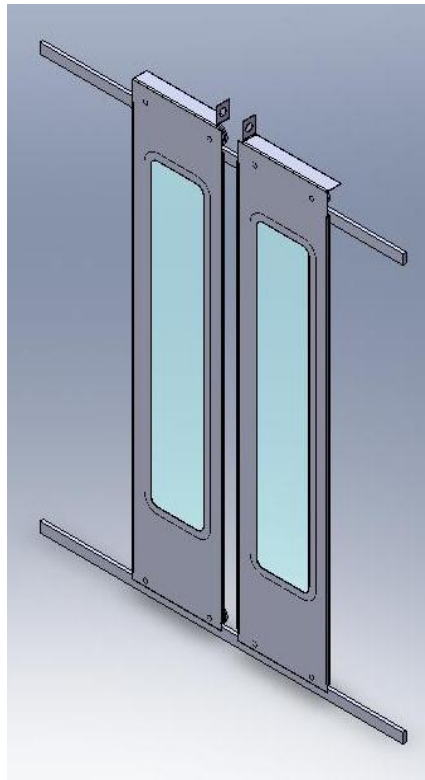
Las dimensiones del sistema de puertas está definido por el espacio necesario para ingresar al punto de operación y manipular cómodamente la máquina, la longitud total del espacio es de 50 cm, como se usan dos puertas la longitud es la es la mitad del espacio 25 cm y para este recorrido están instalados los cilindros neumáticos, las puertas necesitan ser rediseñadas debido a los continuos problemas que presentan por lo que se debe cambiar el modo de desplazamiento, el sistema diseñado se compone de dos guías a lo largo del bastidor, una puerta corrediza accionada por el vástago de un cilindro neumático y cuadro ruedas fijadas a la puerta que se deslizan por las guías.

Figura 105. Dimensiones para las puertas.



Las guías inferior y superior están unidas a la estructura de soporte por medio de 2 tornillos cada una, y se fabricaron el placa cold rolled de 1 cm de espesor sobre las que deslizan cuadro ruedas que soportan el peso de la puerta, las ruedas son fabricadas en acero al carbono con rodamiento en el centro para facilitar el desplazamiento.

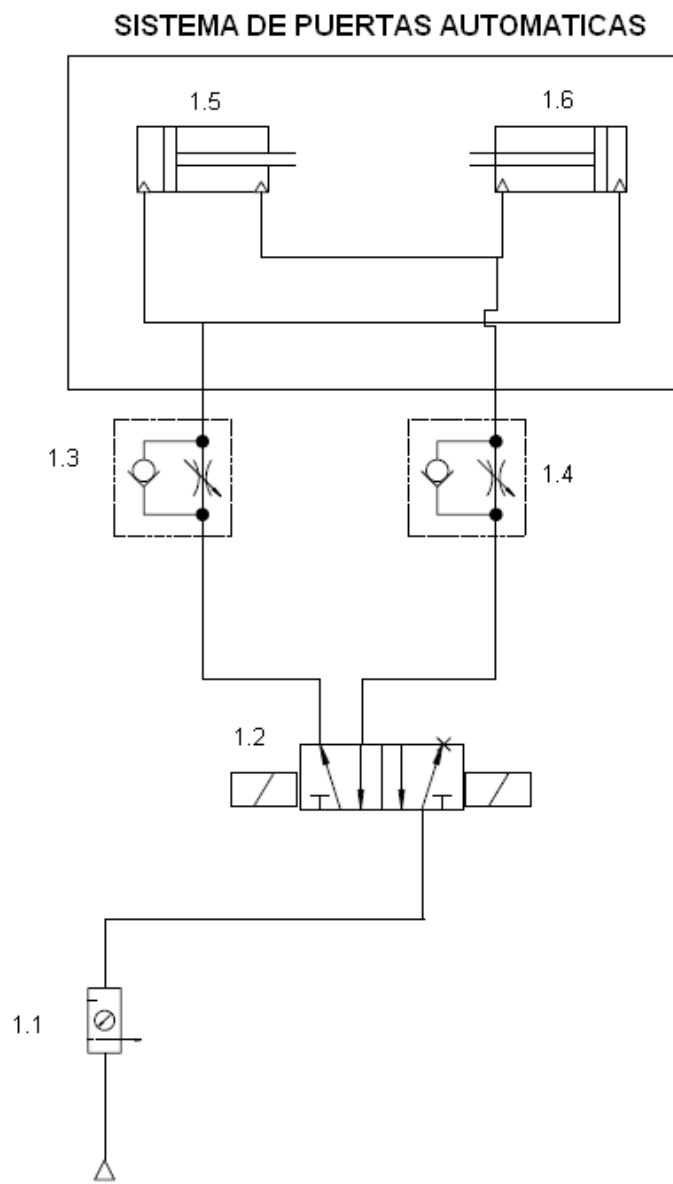
Figura 106. Sistema automático de puertas.



- **Construcción y materiales.** La puerta se fabrica lámina doblada cold rolled calibre 16, con una ventana que permite visibilidad a través de una lámina de policarbonato compacto transparente.
- **Sistema neumático de las puertas automáticas.** El funcionamiento del sistema es similar al de la guarda automática de las rectificadoras, inicia con la unidad de mantenimiento que filtra, lubrica y regula el aire comprimido que viene

una fuente común que sustenta la totalidad de los sistemas neumáticos de la planta, ingresa a una válvula 5/2 que se encarga de direccionar el aire, a continuación se regula el caudal a la salida del cilindro para mantener una velocidad constante, para este caso en específico no se requiere seleccionar el sistema debido a que se utilizara el mismo que ya está instalado (Anexo D).

Figura 107. Circuito neumático de las puertas automáticas.



### 7.1.3 Sensores de detección de presencia.

Los parámetros de selección para este tipo de maquina parten del hecho de que la aproximación en normal (Ver figura 104) por lo que se necesita calcular la distancia mínima desde la zona de peligro con los siguientes parámetros:

$$S = (K * T) + C$$

$$S = (1600 * 0,008) + 128 = 140 \text{ mm}$$

$$C = 8(d - 14)$$

$$C = 8(30 - 14) = 128 \text{ mm}$$

Dónde:

S es la distancia mínima en mm que se calcula a partir de los parámetros:

K es un parámetro en mm/s, derivado de los datos de velocidad de aproximación del cuerpo humano o de alguna parte del mismo,  $k=1600$

T el tiempo de parada global del sistema en segundos, como el fin de la cortina es evitar que la maquina inicie ciclo lo que indica que esta inicialmente detenida el tiempo de parada de la maquina es cero y solo se toma en cuenta el de respuesta de la cortina de luz, que es de 0,008 seg.

C es una distancia adicional, en mm, en función de la intrusión en la zona de peligro antes del accionamiento del equipo de protección.

d es la capacidad de detección del sensor, para este caso en particular es de 30 mm

El personal no debe poder aproximarse ni por la parte de arriba ni por la parte de abajo, ni tampoco alrededor de la cortina de luz de seguridad para acceder al peligro, de acuerdo a esto las dimensiones de la cortina dependen exclusivamente de las dimensiones de la puerta.

Las cortinas deben ir ubicadas a una distancia mínima de 14 cm de la zona de operación y distancia horizontal de 50 cm y un largo no menor a 125 cm, pudiéndose ubicar perfectamente a los extremos de puerta automática, en este caso el uso de una cortina de luz es redundante, y se hace solo en caso de que todos los demás sistemas de seguridad fallen y especialmente para evitar que la maquina inicie su ciclo con presencia de alguien dentro del punto de operación.

**Selección de la cortina de luz:** Para la máquina de temple TOCCO I se seleccionó una cortina de luz para protección de manos de la marca ifm Electronic referencia OYA1060-30-4-12-P-1 (Ver anexo B).

Para la máquina de temple TOCCO II se seleccionó una cortina de luz para protección de manos de la marca ifm Electronic referencia OYA1210-30-2-12-P-1 (Ver anexo B).

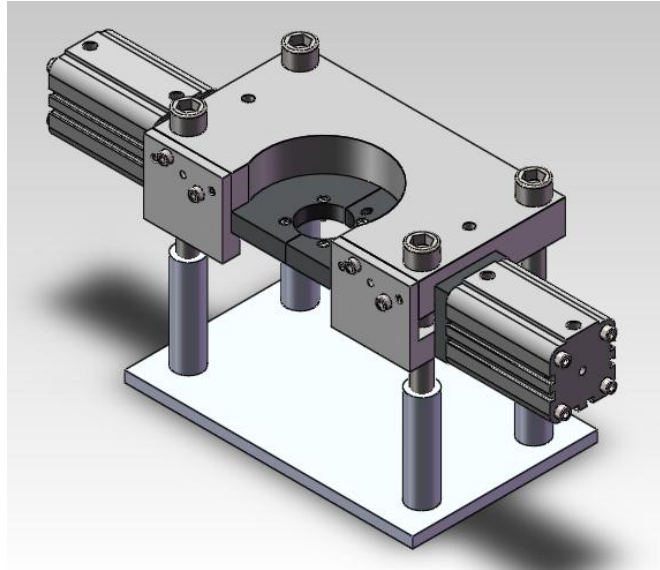
### **7.3 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LA PRENSA.**

#### **7.3.1 Elementos que conforman el sistema de sujeción.**

El sistema de sujeción se ubica a la altura del centro del intereje, para esto se soporta sobre una base ajustable apoyada en la estructura ya existente, el sistema de sujeción consta de dos placas que se desplazan sobre unas guías que hacen la función de mordaza, las guías están atornilladas a una placa encargada de alinear el intereje, para garantizar el correcto funcionamiento se agregar pines de alineación para evitar desajustes.

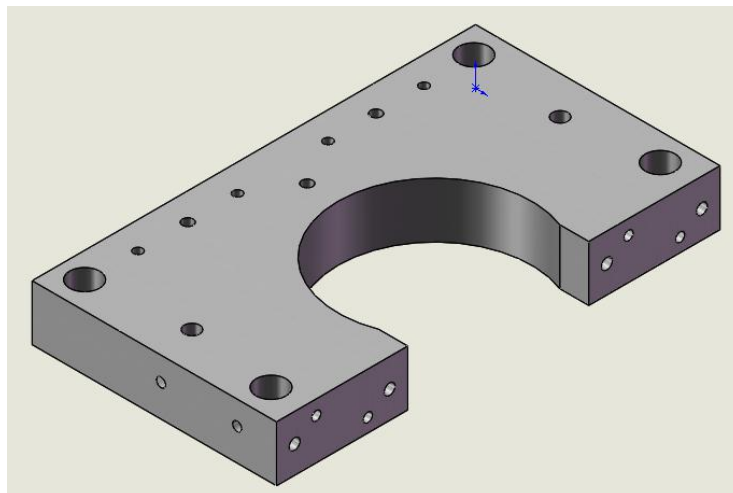
Los encargados del movimiento para abrir y cerrar las dos placas, son dos cilindros neumáticos con una carrera de 25 mm, que se encargan de asegurar el intereje cuando se inicia el ciclo de prensado.

Figura 108. Dispositivo de sujeción.



- **Placa de alineación.** Su función es ubicar el intereje fácilmente en el centro del sistema y soportar las guías inferiores sobre las que se desplazan las mordazas, fabricado en acero 1020 su masa es de 5,772 kg, los cilindros se fijan por medio de tornillo los atraviesan y roscan en la placa.

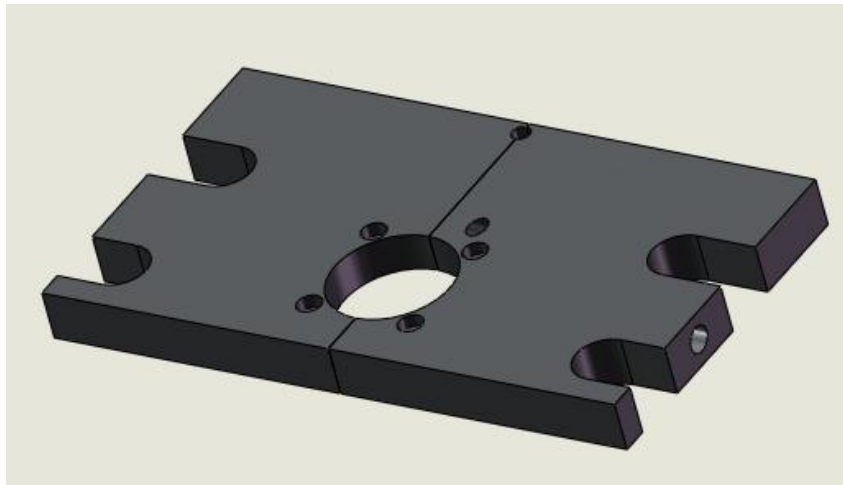
Figura 109. Placa de alineación.



- **Placas sujeción o mordazas.** Fabricadas en acero 1045 acero al carbón son las que se encargan de mantener alineado el intereje y no permitir que se proyecte sobre el operario, es el elemento crítico que debe soportar las fuerzas ejercidas por el vástago del cilindro y contacto con su la otra placa.

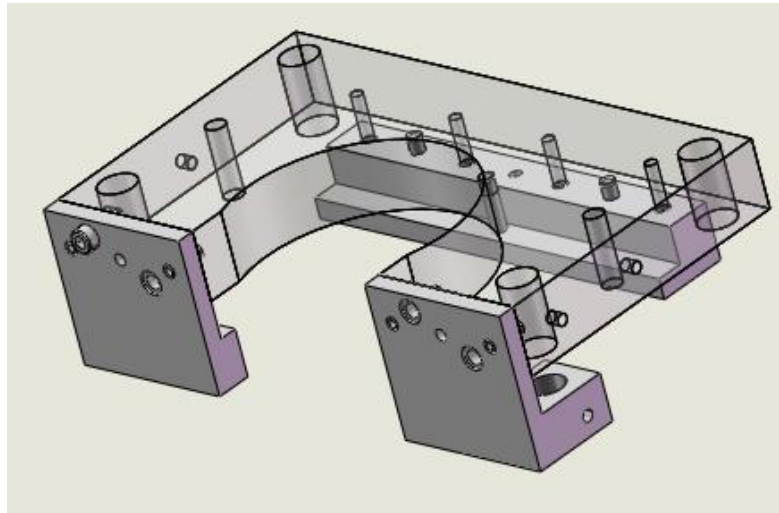
Se analizó con la fuerza ejercida por el cilindro ADN-16-25-A-P-A la cual en la extensión alcanza valores de 121 N y se comprobó mediante análisis de deformación y tensiones que el material y la forma resisten sin ningún problema las cargas aplicadas, la máxima tensión es de 2.001.609 y una deformación de 2,47e-004.

Figura 110. Circuito neumático de las puertas automáticas.



- **Guías de las placas de sujeción.** Fabricadas en acero 1045 acero al carbón son las que se encargan de mantener alineado las mordazas y sostener el peso de las mismas (2,28 Kg) están ancladas por medio de tornillos a la placa de alineación, dividida en tres partes dos frontales y una trasera y alineadas mediante pines.

Figura 111. Sistema de guías.

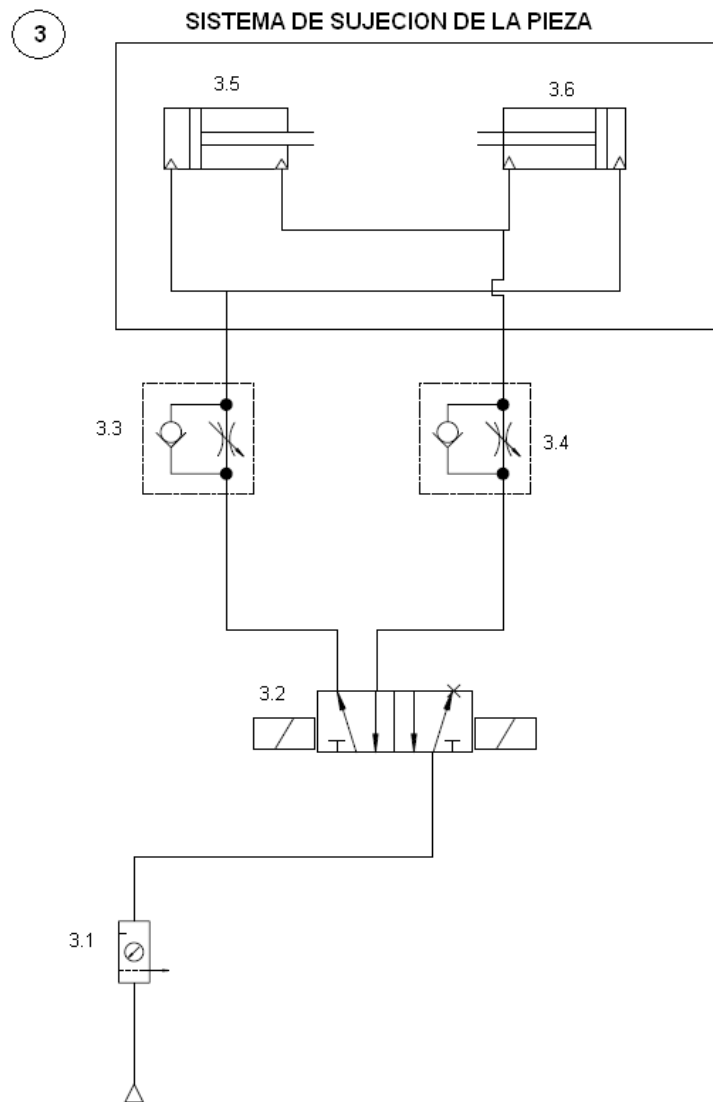


- **Sistema neumático del sistema de sujeción**

El funcionamiento del sistema es similar al de la guarda automática de las rectificadoras, inicia con la unidad de mantenimiento que filtra, lubrica y regula el aire comprimido que viene una fuente común que sustenta la totalidad de los sistemas neumáticos de la planta, ingresa a una válvula 5/2 que se encarga de direccionar el aire, a continuación se regula el caudal a la salida del cilindro para mantener la velocidad constante (Anexo D).

Se necesitan dos cilindros que cubra un desplazamiento de 2,5 cm a cada lado, para que muevan las mordazas sobre la guía, el vástago no soporta carga vertical en el extremo debido a que el peso de las mordazas lo soportan las guías, el circuito debe completar su recorrido en aproximadamente en 0,5 s.

Figura 112. Circuito neumático de las mordazas.



**Selección de los elementos del circuito del catálogo de FESTO:**

Cilindro	ADN-16-25-A-P-A
Válvula de estrangulación de retención	GRLA-M5-QS-4-D
Tubo flexible [Cil. > Válvula]	PUN-4x0,75-BL
Válvula de vías	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3
Tubo flexible [Fuente > Válvula]	PUN-4x0,75-BL

Racor rápido roscado

QSM-M5-4

Silenciador

U -M5

Finales de carrera o detector de proximidad

SME-8M-DS-24V-K-2.5-OE

Figura 113. Cilindro neumático ADN-16-25-A-P-A.

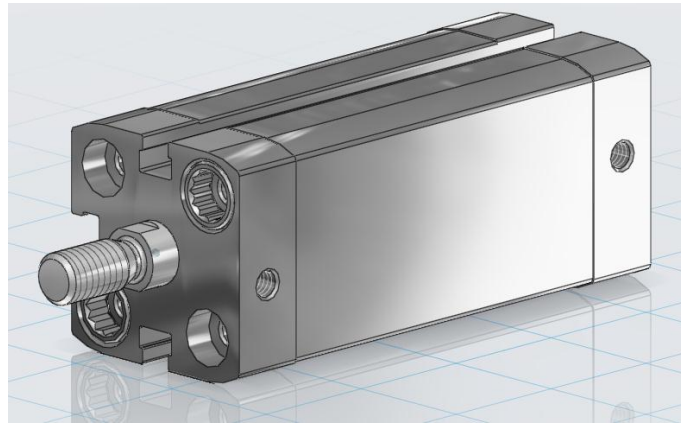


Figura 114. Diagramas del sistema neumático para un cilindro.



Diagrama Recorrido/Velocidad/Tiempo

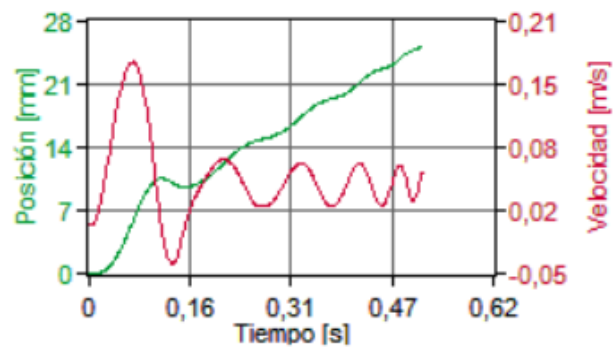
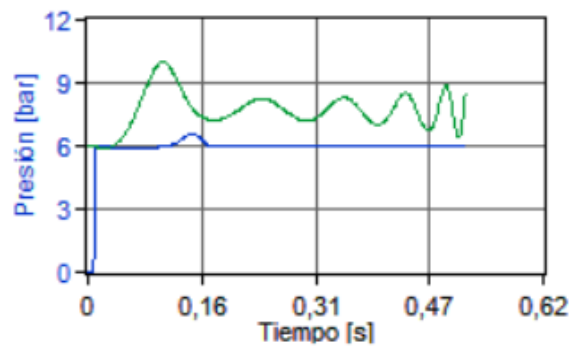


Diagrama presión-tiempo



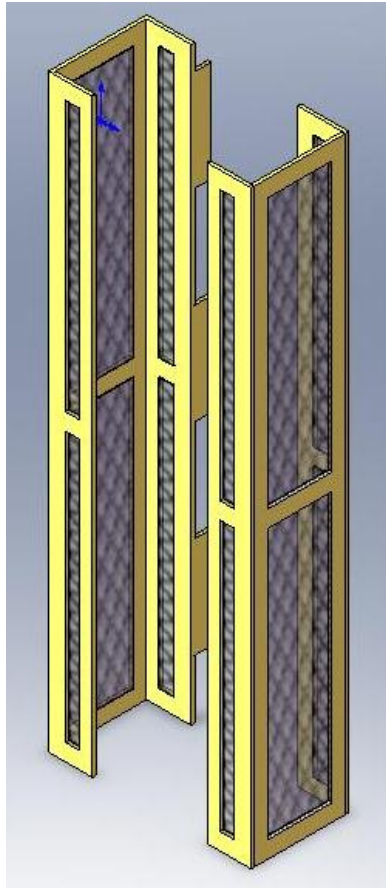
Obteniendo los siguientes resultados para el recorrido de un cilindro:

Tiempo total de posicionamiento	0.51 s
Velocidad promedio	0.05 m/s
Velocidad de impacto	0.005 m/s
Max velocidad0	0.17 m/s
Consumo de aire mínimo	0.04 l

### 7.3.2 Elementos que conforman el resguardo lateral.

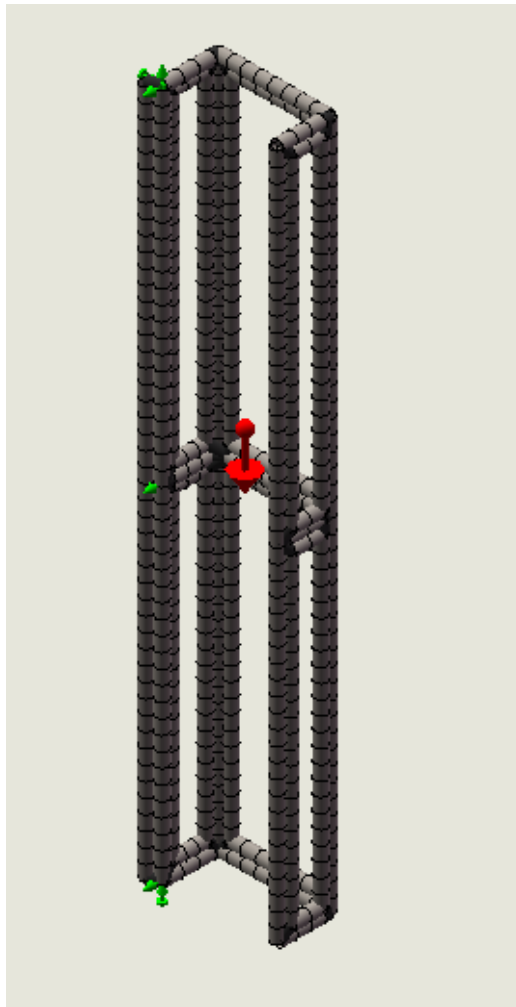
- **Estructura del resguardo.** La prensa veltri tiene un bastidor rígido de acero estructural que permite añadir un guarda lateral a cada lado de la máquina, la guarda diseñada en perfil cuadrado consta de cuatro largueros unidos y reforzado por travesaños en las esquinas y centro de los largueros y unida al bastidor general por medio de tornillos que permiten montar y desmontar en cualquier momento, cada lado es independiente el uno del otro para facilitar el ensamble, la malla va soldada a perfiles angulares 3,8x3,8x0,5 y esta a su vez soldada al perfil cuadrado, también se usa un perfil angular para unir la estructura completa al bastidor de la máquina.

Figura 115. Guarda lateral en la prensa Veltri.



El software de análisis utilizado tiene la capacidad de analizar una estructura en su comportamiento más real posible, una vez que se introduce la estructura en forma tridimensional (ver figura 115). El programa selecciona las uniones como una unión continua del mismo material, lo que significaría, una unión soldada. La estructura se analiza con la fuerza que ejerce en peso de la estructura en el centro de masa y se fija (Ver figura 116), se fija el perfil angular donde se ponen los pernos y se realiza el análisis para determinar esfuerzos y desplazamientos.

Figura 116. Distribución de fuerzas para el análisis del perfil.



Una vez realizado el análisis, el software proporciona los resultados acorde a la figura 117 y 118. En ella se muestra, en variación de colores, los diferentes esfuerzos que se producen debido a las dimensiones de las cargas aplicadas. En el recuadro ubicado en la parte derecha, se encuentra el listado de los esfuerzos, y se puede ver que el valor máximo 4.272.084 N/m<sup>2</sup>, menor al coeficiente la resistencia a la fluencia de un Acero ASTM A36 es de un valor de  $2 \times 10^{11}$ , que comparado con los valores que arrojan los resultados se puede observar que no se tiene ningún problema con los esfuerzos que se ejercen, por lo que la estructura seleccionada es satisfactoriamente aceptable. Incluso, la figura 118 muestra el desplazamiento de los nodos en donde el máximo valor no alcanza a desplazarse 1 mm (Ver figura 118).

Figura 117. Análisis de esfuerzos.

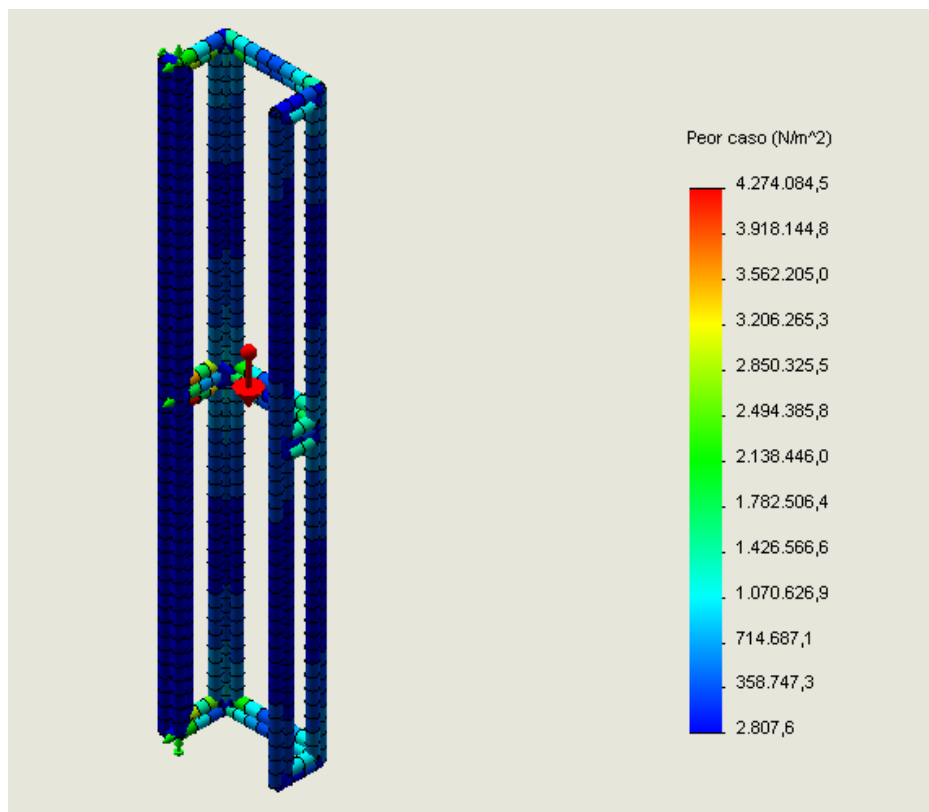
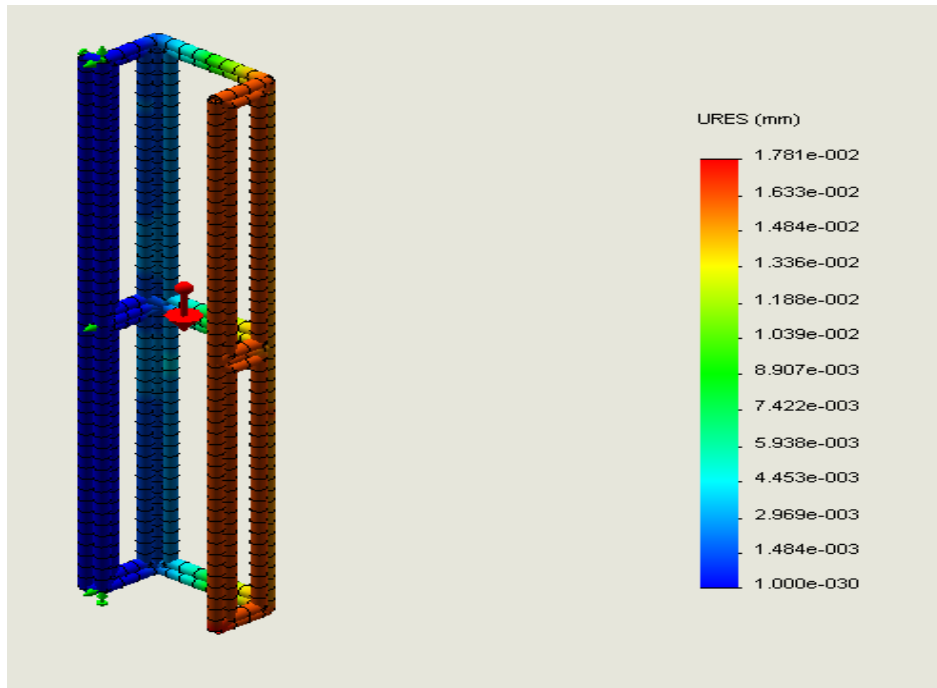


Figura 118. Análisis de deformación.

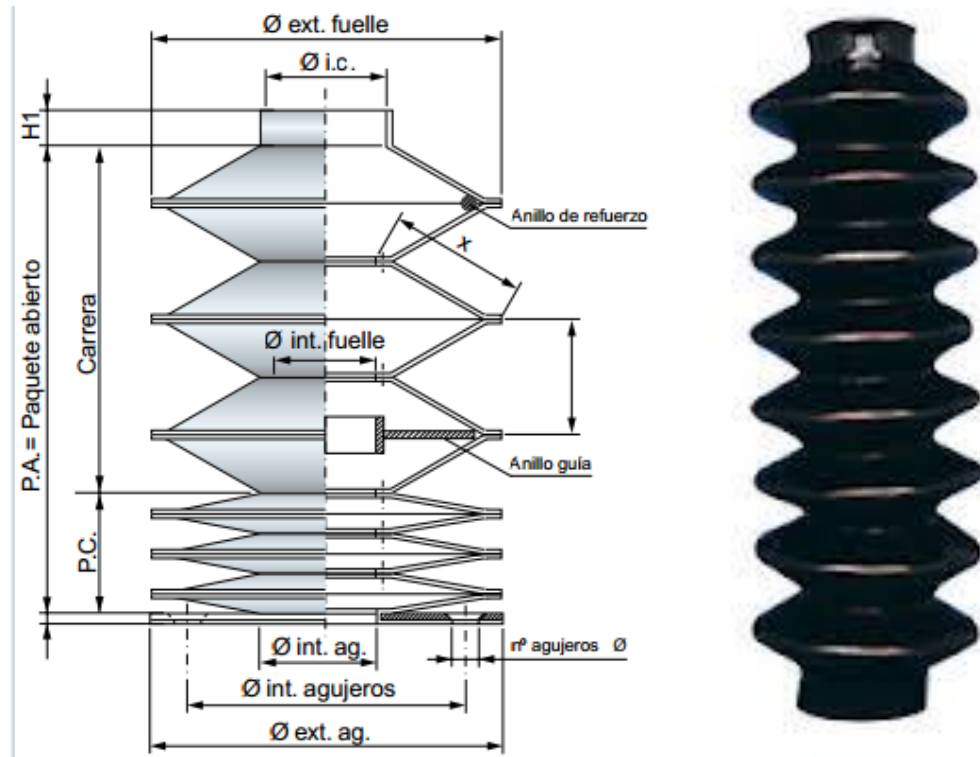


- **Materiales de la guarda.** Los armazones de los resguardos se fabricaran con perfil estructural cuadrado de 40x40x4, con un travesaño horizontal para brindar soporte al largo de la guarda. El material de recubrimiento es malla cuadrada en metal desplegado SQR 1/4" 18PR calibre 18 con una abertura de 1/4" soldada a perfil angular 3,8x3,8x0,5.

### 7.3.3 Resguardo autoajustable del tornillo de bolas.

En la prensa veltri hay elementos en movimiento sin protección que pueden llegar a generar accidentes, como es el caso de el tornillo de bolas y las barras que dan el movimiento ascendente de le prensa, y para solucionar este inconveniente se puede utilizar fuelles circulares recocidos, resistentes a la rotación, para evitar el fácil acceso de cualquier persona y la suciedad en los elementos de transmisión (Ver anexo C).

Figura 119. Fuelle redondo.



Fórmula para calcular el paquete cerrado:

$$PC = NP * SP$$

$$NP = \frac{PA}{AP} + 1$$

$$AP = \left( \frac{\phi_{ext} - \phi_{int}}{2} - 6 \right) * 1,2$$

Dónde:

PA es la longitud del paquete abierto

PC es la longitud del paquete cerrado

NP es el número de pasos

AP es la longitud de la apertura de 1 paso

SP es el espesor de 1 paso equivalente a 1mm

El tornillo requiere cubrir una longitud de 50 cm en posición abierta, con un diámetro interior de 9 cm y uno exterior de 12 cm con espesor de 1 mm, para el diseño se requiere calcular:

$$PC = 47 * 1 = 47$$

$$NP = \frac{50}{10,8} + 1 = 47,3$$

$$AP = \left( \frac{120 - 90}{2} - 6 \right) * 1,2 = 10,8$$

Las barras superiores y centrales requieren cubrir una longitud de 12 cm en posición abierta, con un diámetro interior de 5 cm y uno exterior de 9 cm con espesor de 1 mm, para el diseño se requiere calcular:

$$PC = 8 * 1 = 8$$

$$NP = \frac{120}{16,8} + 1 = 8,1$$

$$AP = \left( \frac{90 - 50}{2} - 6 \right) * 1,2 = 16,8$$

Las barras inferiores requieren cubrir una longitud de 34 cm en posición abierta, con un diámetro interior de 5 cm y uno exterior de 9 cm con espesor de 1 mm, para el diseño se requiere calcular:

$$PC = 21 * 1 = 21$$

$$NP = \frac{340}{16,8} + 1 = 21,2$$

$$AP = \left( \frac{90 - 50}{2} - 6 \right) * 1,2 = 16,8$$

### 7.3.4 Sensores de detección de presencia o cortinas de luz.

Los parámetros de selección para este tipo de maquina parten del hecho de que la aproximación en normal (Ver figura 104) y debe proteger las manos requiere una capacidad de detección mayor, por lo que se necesita calcular la distancia mínima desde la zona de peligro con los siguientes parámetros:

$$C = 8(d - 14)$$
$$C = 8(14 - 14) = 0 \text{ mm}$$

$$S = (K * T) + C$$
$$S = (1600 * (0,008 + 0,06)) + 0 = 108,8 \text{ mm}$$

Dónde:

S la distancia mínima en mm

K es un parámetro en mm/s, derivado de los datos de velocidad de aproximación del cuerpo humano o de alguna parte del mismo  $k=1600$

T el tiempo de parada global del sistema en segundos que es medido por la capacidad del sistema de transmisión de parar por completo el avance es aproximadamente 0,06 s

C es una distancia adicional, en mm, en función de la intrusión en la zona de peligro antes del accionamiento del equipo de protección.

d: capacidad de detección del sensor para proteger manos es menor o igual a 14 mm

La distancia entre el peligro y la cortina de luz de seguridad debe ser tal que el tiempo que requiere el operador para llegar al peligro (con respecto a las velocidades de aproximación de partes del cuerpo humano) debe ser mayor que el tiempo de paro de la máquina

El personal no debe poder aproximarse ni por la parte de arriba ni por la parte de abajo, ni tampoco alrededor de la cortina de luz de seguridad para acceder al

peligro, de acuerdo a esto las dimensiones de la cortina dependen exclusivamente de las dimensiones de la entrada al punto de operación.

Las cortinas deben ir ubicadas a una distancia mínima de 10 cm de la zona de operación y se colocan una arriba y otra abajo a un distanciamiento vertical a 1250 cm y 50 cm de longitud, pudiéndose anclar a cada guarda lateral, en este caso el uso de una cortina de luz es necesario, para evitar que la maquina inicie su ciclo con presencia de alguien dentro del punto de operación, o detener el proceso en caso de que algo ingrese a la zona de operación.

**Selección de la cortina de luz:** Se seleccionó una cortina de luz para protección de manos de la marca ifm Electronic referencia OYA0460-30-2-12-P-1 (Ver anexo C).

## 8. CONCLUSIONES

- Gracias al desarrollo de este proyecto se ayudó de manera importante en la identificación de falencias e implementación de mejoras en los sistemas de seguridad, bajo los requisitos normativos vigentes del país, para contribuir con el bienestar de los trabajadores, minimizar los factores de riesgo a los que se exponen día a día sus empleados y mejorar la productividad.
- Se realizó un reconocimiento y recopilación de la información de las máquinas identificadas como riesgo potencial para la valoración y evaluación de riesgos que permitió obtener un diagnóstico del estado actual de las máquinas en lo referente a sistemas de seguridad.
- Se identificaron, valoraron y determinaron los requisitos de seguridad aplicables a cada máquina para prevenir lesiones y accidentes que cumplen con los principios básicos de evitar el acceso durante un movimiento peligroso y el movimiento peligroso durante el acceso.
- Se diseñaron resguardos de seguridad fijos y móviles para cada máquina de acuerdo a la naturaleza de su operación que cumplen con los siguientes requisitos:
  - ✓ Fabricados en materiales sólidos y resistentes.
  - ✓ No ocasionan riesgos suplementarios.
  - ✓ La fijación de los resguardos fijos está garantizada por sistemas para cuya apertura se necesite utilizar herramientas.
  - ✓ Están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
  - ✓ El acceso al punto de operación de la máquina se efectúa únicamente a través de la zona protegida por los resguardos móviles o dispositivos.
  - ✓ No limitan más de lo imprescindible la observación del ciclo de trabajo

- Se diseñaron sistemas de sujeción resistentes, seguros y fácilmente integrables en las maquinas con riesgo de proyección de partículas para prevenir errores de montaje y alineación que garantizan y agilizan el proceso debido al sistema de apertura neumático de actuación rápida que ayuda a reducir los tiempos de ciclo y el desgaste de la máquina.
- Se elaboró un reporte técnico con la descripción, valoración e identificación de riesgos, diagnóstico de los sistemas de seguridad y alternativas de solución viables para cada una de las condiciones inseguras presentes en las maquinas evaluadas en este proyecto.
- Se elaboraron los planos mecánicos, neumáticos y simulaciones CAD de los nuevos diseños y alternativas de solución propuestas, documentando las especificaciones técnicas para su futura implementación.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de esta tesis, se lograron a satisfacción todos los objetivos planteados en la propuesta.

## BIBLIOGRAFÍA

**ASFAHL, C. Ray.** Seguridad industrial y salud. 4 ed. México: Prentice Hall, 2000.

**BARON ROBLES, Javier Orlando y GOMEZ ACEVEDO, Libardo.** Estudio de Mejoramiento de la Productividad y calidad en la línea de producción de juntas fijas en TRANSEJES Transmisiones Homocinéticas de Colombia s.a.; Proyecto de Grado Universidad Industrial de Santander. 1999.

**CAPUZ RIZO, S.** Ingeniería Concurrente para el diseño de productos. Alfaomega. 2001.

**CHILES, BLACK, LISSMAN AND MARTIN.** Principios de Ingeniería de Manufactura. México: CECOSA, 1999.

**ECHAVES, Luis Fernando.** Rediseño del Mantenimiento Preventivo de las máquinas cuellos de botella en la Planta Dana Transejes Colombia.; Proyecto de Grado Universidad Industrial de Santander. 2004.

**FAIRES, Virgil.** Diseño de Elementos de Máquinas. México: Limusa, 1998. 802 p.

**GÓMEZ GONZÁLEZ, Sergio.** El Gran Libro de SolidWorks Office Professional. Barcelona, España: Marcombo, 2008. 698 p.

**GROOVER, Mikel.** Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales Procesos y Sistemas. México: Mc Graw Hill, 2007. 1022 p.

**HIDRÁULICA INDUSTRIAL PARKER.** Manual de Oleohidráulica Industrial. México: 1995. 309 p.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARIZATION.** Seguridad de las máquinas. Principios de evaluación de riesgos: ISO 14121,2007.

**INSHT** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas: NTP 325, 2005.

**Normas UNE.** Seguridad de las Máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles: UNE-EN 953,1998.

**SHIGLEY, Joseph AND UICKER Jhon.** Teoría de Máquinas y Mecanismos. México: Mc Graw Hill, 1999. 613 p.

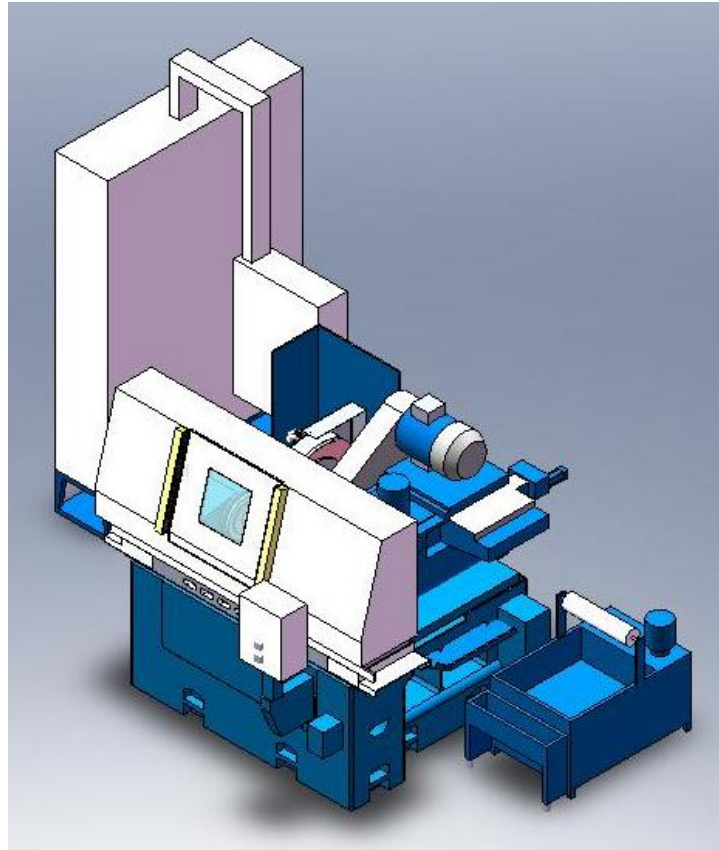
**ROCKWELL AUTOMATION.** Diseño y desarrollo de productos.

**VICKERS – EATON FLUID POWER TRAINING.** Manual de Oleohidráulica Industrial. México: 2003. 302 p.

## **ANEXOS**

## Anexo A. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD DE LAS RECTIFICADORAS

### SISTEMAS DE SEGURIDAD



#### 1. Evitar el acceso durante un movimiento peligroso:

- Encerramiento general de la parte frontal y lateral de la maquina
- Cilindros neumáticos para apertura y cierres de puertas automáticas
- Guarda automática para la piedra

#### 2. Evitar el movimiento peligroso durante el acceso

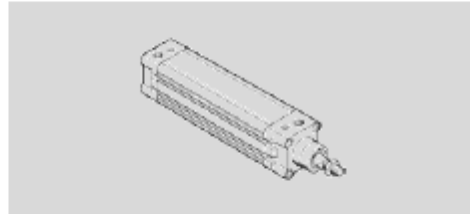
- Instalación de cortinas de luz para evitar el acceso del operario o terceros cuando la maquina este en operación.

# 1. SELECCIÓN DE LOS CILINDROS NEUMATICOS DE LAS PUERTAS AUTOMATICAS EN LAS RECTIFICADORAS

Hoja de datos: Cilindros normalizados DNC-32- -- #163302

FESTO

Función



Caracter.	Propiedades
Carrera	2 ... 2.000 mm
Diámetro del émbolo	32 mm
En base a la norma	ISO 15552 (hasta ahora también VDMA 24662, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Amortiguación	P: Amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados PPV: Amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	indistinto
Construcción	Émbolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	Sin Para detectores de posición
Variantes	<p>Bloqueo de posiciones finales: en ambas posiciones finales Con bloqueo de final de carrera por detrás Con bloqueo de final de carrera por delante Mayor duración Rosca exterior en el vástago prolongado Rosca interior del vástago Rosca especial en el vástago Vástago con hexágono exterior Vástago prolongado unidad de bloqueo en el vástago Con seguridad torsional todas las superficies de conexión del cilindro cumplen los requisitos especificados en la clase de resistencia a la corrosión KBK3 (gran resistencia a la corrosión)</p> <p>Protección contra el polvo Movimiento lento constante Mínima fricción Vástago doble doble vástago hueco Juntas termorresistentes hasta máx. 120 °C Margen de temperatura: de -40 a 80 °C válvula monoestable, montada en el lado derecho, vástago retraído en posición normal válvula monoestable, montada en el lado derecho, vástago avanzado en posición normal válvula monoestable, montada en el lado derecho, vástago retraído en posición normal válvula monoestable, montada en el lado izquierdo, vástago retraído en posición normal válvula monoestable, montada en el lado izquierdo, vástago avanzado en posición normal</p>

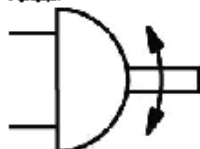
Caracter.	Propiedades
	válvula monoestable, montada en el lado izquierdo, vástago retraído en posición normal vástago simple
Antigiro/Guía	Vástago cuadrado
Presión de funcionamiento	0,2 ... 12 bar
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Categoría ATEX para gas	II 2G
Tipo de protección contra explosión de gas	c T4
Categoría ATEX para polvo	II 2D
Tipo de protección contra explosión por polvo	c 120°C
Temperatura ambiente explosiva	-20°C <= Ta <= +60°C
Fluido	Aire comprimido según ISO8573-1:2010 [7:4.4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento <i>f</i> de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Marcado CE (ver declaración de conformidad)	Según la normativa UE sobre protección contra explosión (ATEX)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2 3
Temperatura ambiente	-40 ... 120 °C
Homologación	Germanischer Lloyd
Energía del impacto en las posiciones finales	0,1 J
Momento de giro máximo del antigiro	0,8 Nm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	416 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	416 ... 483 N
Tipo de fijación	con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Fundición infectada de aluminio recubierto
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

## 2. SELECCIÓN DE LOS CILINDROS NEUMATICOS DE LA GUARDA DE LA MUELA ABRASIVA

Hoja de datos: Actuador glratorio DRQ-63-90-PPV-A – #30588

FESTO

Función



Caracter.	Propiedades
Tamaño	B3
Ángulo de amortiguación	85 deg
Ángulo de giro	90 deg
Tolerancia en las posiciones finales	4 deg
Amortiguación	PPV: Amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	Inclinado
Construcción	Plán y cremallera
Detección de la posición	Para detecciones de posición
Presión de funcionamiento	2,5 ... 10 bar
Frecuencia de giro máxima con 8 bar	1,5 Hz
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Fluido	Aire comprimido según ISO8573-1:2010 [7:4]
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Momento de giro con 8 bar	57 Nm
Momento de inercia admisible de la masa	0,04 kgm <sup>2</sup>
Peso del producto	8.860 g
Tipo de fijación	con rosca interior
Conexión neumática	G3/8
Información sobre el material del eje de salida	Acero cromado
Información sobre el material de las juntas	TPE-L(PU)

### 3. SELECCIÓN DE LAS CORTINAS DE LUZ DE LAS RECTIFICADORAS

**efector200**

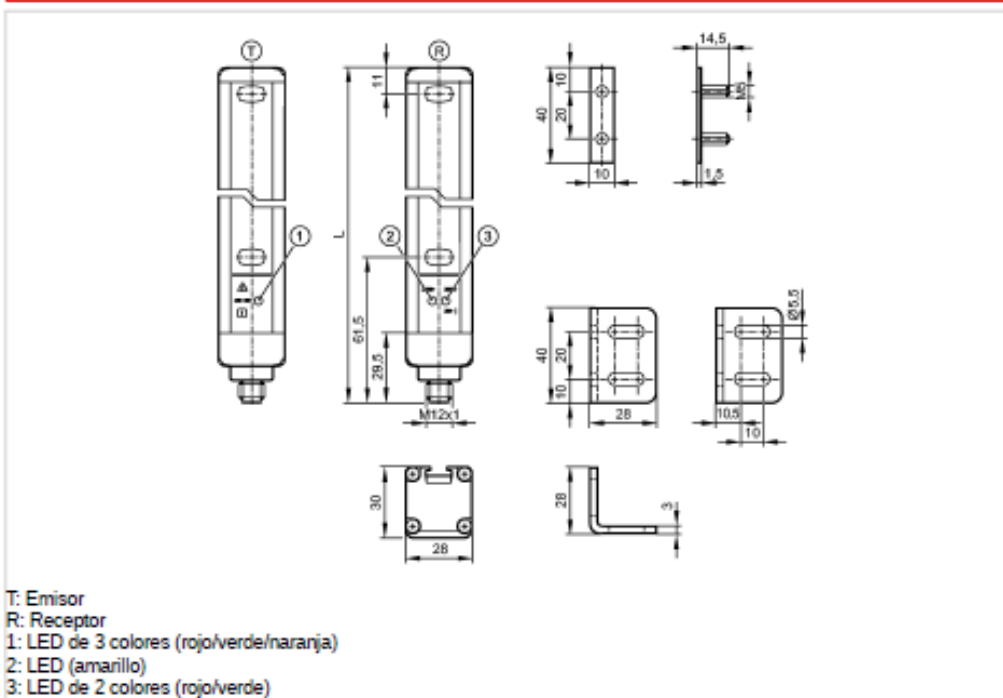


OY033S

OYA0460-30-2-12-P-1

Sensores fotoeléctricos

Dado que los colores de los hilos en los conectores hembra de 8 polos no están estandarizados, tenga siempre en cuenta el conexionado del sensor y de los conectores hembra (véase ficha).



#### Características del producto

Cortina fotoeléctrica de seguridad

Longitud L: 513 mm

Conexión por conector

Cumple con los requisitos:

tipo 2 (IEC 61496-1)

SIL 2 (IEC 61508)

SILcl 2 (IEC 62061)

PL d (EN ISO 13849-1)

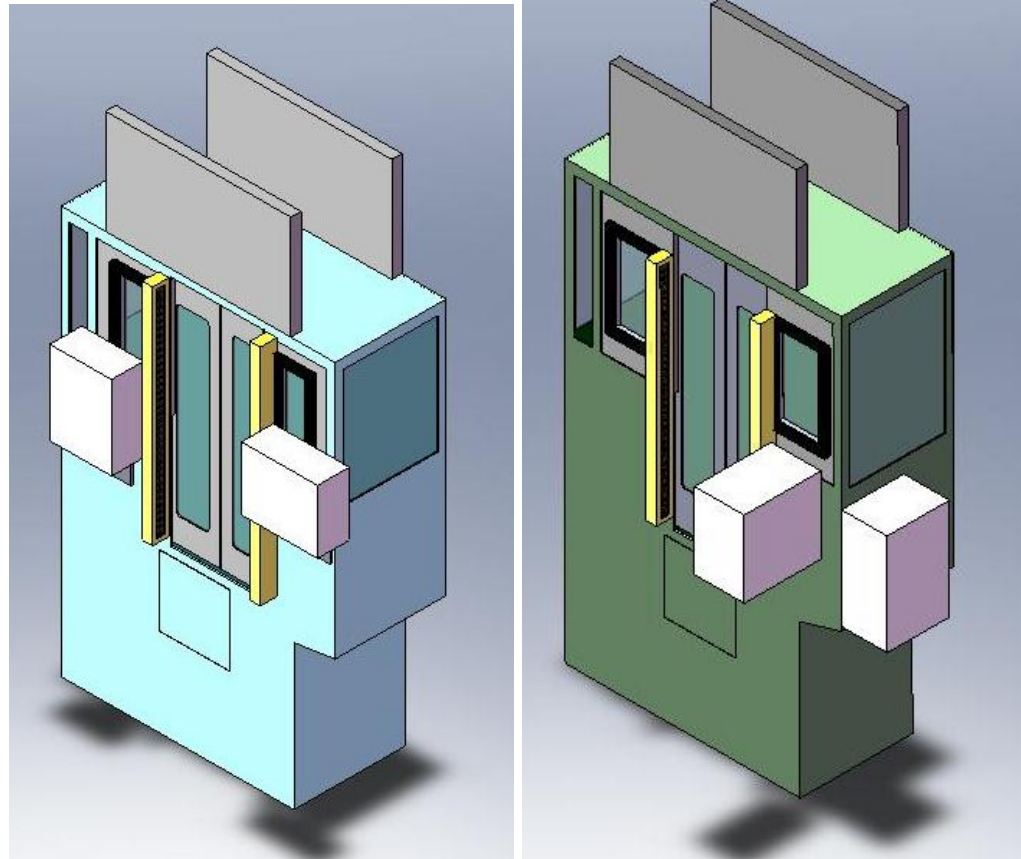
#### Datos eléctricos

Alimentación		DC PNP
Tensión de alimentación [V]		24 DC (19,2...28,8)
Consumo		
- Emisor [mA]		42
- Receptor [mA]		83
Tipo de luz		luz infrarroja 950 nm
Clase de protección		III
Protección contra inversiones de polaridad		sí
Retardo a la disponibilidad [s]		< 2

Salidas	
Salidas (OSSDs)	2 x PNP
Corriente máx. de carga por salida [mA]	400 (24 V)
Protección contra cortocircuitos	sí
Rango de detección	
Altura de la zona protegida [mm]	460
Resolución (capacidad de detección d) [mm]	30
Ancho de la zona protegida (alcance) [m]	0...4 / 3...12
Tiempos de reacción	
Tiempo de respuesta [ms]	8
Condiciones ambientales	
Lugar de utilización	Clase C según EN 60654-1, lugar protegido de la intemperie
Temperatura ambiente [°C]	-10...55
Temperatura de almacenamiento[°C]	-20...70
Humedad relativa del aire máx. [%]	95
Grado de protección	IP 65 / IP 67
Homologaciones / pruebas	
CEM	IEC 61496-1
Resistencia a los choques	IEC 61496-1
Resistencia a las vibraciones	IEC 61496-1
Parámetros de seguridad	
Vida útil TM (Mission Time) [h]	175200
Intervalo de prueba T1 [años]	20
Fiabilidad relativa a la seguridad PFHd [1/h]	3,3E-08
MTTFd [años]	100
DC/CCF/Cat.	90,87% / 80 % / 2
Datos mecánicos	
Longitud L [mm]	513
Materiales de la carcasa	Carcasa: aluminio; visor frontal: PC
Peso [kg]	2,264
Indicaciones / elementos de mando	
Indicador	LED amarillo LED verde LED rojo
Conexión eléctrica	
Emisor	
Conexionado	Conector M12
Conexionado Emisor	

## Anexo B. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD DE LAS TEMPLADORA POR INDUCCION

### SISTEMAS DE SEGURIDAD



1. **Evitar el acceso durante un movimiento peligroso:**

- Reparar el encerramiento completo de la máquina que está deteriorado
- Cambien el sistema de alineación de las puertas automáticas.

2. **Evitar el movimiento peligroso durante el acceso:**

- Instalación de cortinas de luz para evitar el acceso del operario o terceros cuando la maquina este en operación.

# 1. SELECCIÓN DE LAS CORTINAS DE LUZ DE TOCCO I

**efector200**

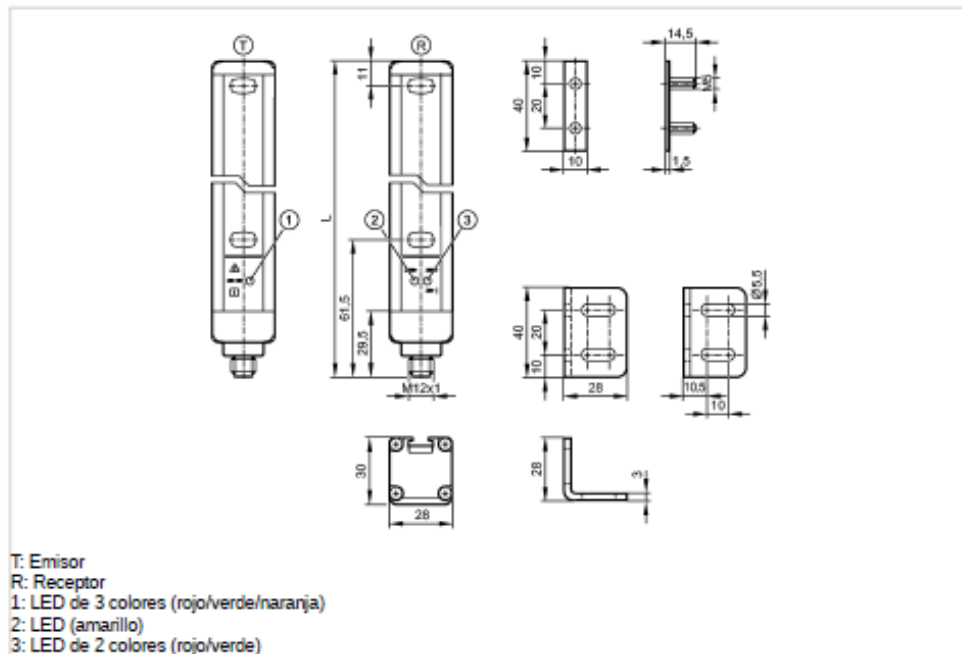


**OY047S**

OYA1060-30-4-12-P-1

Sensores fotoeléctricos

Dado que los colores de los hilos en los conectores hembra de 8 polos no están estandarizados, tenga siempre en cuenta el conexionado del sensor y de los conectores hembra (véase ficha).



Características del producto	
Cortina fotoeléctrica de seguridad	
Longitud L: 1113 mm	
Conexión por conector	
Cumple con los requisitos:	
tipo 4 (IEC 61496-1)	
SIL 3 (IEC 61508)	
SILcl 3 (IEC 62061)	
PL e (EN ISO 13849-1)	
Datos eléctricos	
Alimentación	DC PNP
Tensión de alimentación [V]	24 DC (19,2...28,8)
Consumo	
- Emisor [mA]	42
- Receptor [mA]	83
Tipo de luz	luz infrarroja 950 nm
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	sí
Retardo a la disponibilidad [s]	< 2

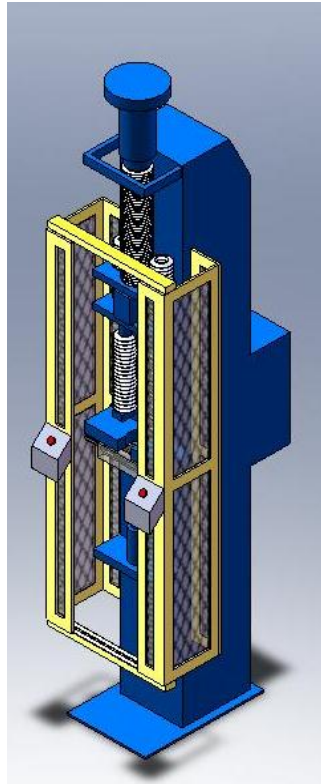
<b>Salidas</b>	
Salidas (OSSDs)	2 x PNP
Corriente máx. de carga por salida [mA]	400 (24 V)
Protección contra cortocircuitos	sí
<b>Rango de detección</b>	
Altura de la zona protegida [mm]	1060
Resolución (capacidad de detección d) [mm]	30
Ancho de la zona protegida (alcance) [m]	0...4 / 3...12
<b>Tiempos de reacción</b>	
Tiempo de respuesta [ms]	14
<b>Condiciones ambientales</b>	
Lugar de utilización	Clase C según EN 60654-1, lugar protegido de la intemperie
Temperatura ambiente [°C]	-10...55
Temperatura de almacenamiento[°C]	-20...70
Humedad relativa del aire máx. [%]	95
Grado de protección	IP 65 / IP 67
<b>Homologaciones / pruebas</b>	
CEM	IEC 61496-1
Resistencia a los choques	IEC 61496-1
Resistencia a las vibraciones	IEC 61496-1
<b>Parámetros de seguridad</b>	
Vida útil TM (Mission Time) [h]	175200
Intervalo de prueba T1 [años]	20
Fiabilidad relativa a la seguridad PFHd [1/h]	1,4E-08
MTTFd [años]	100
DC/CCF/Cat	97,57% / 80 % / 4
<b>Datos mecánicos</b>	
Longitud L [mm]	1113
Materiales de la carcasa	Carcasa: aluminio; visor frontal: PC
Peso [kg]	3,726
<b>Indicaciones / elementos de mando</b>	
Indicador	LED amarillo LED verde LED rojo
<b>Conexión eléctrica</b>	
Emisor	
Conexionado	Conector M12
Conexionado Emisor	



Salidas	
Salidas (OSSDs)	2 x PNP
Corriente máx. de carga por salida [mA]	400 (24 V)
Protección contra cortocircuitos	sí
Rango de detección	
Altura de la zona protegida [mm]	1210
Resolución (capacidad de detección d) [mm]	30
Ancho de la zona protegida (alcance) [m]	0...4 / 3...12
Tiempos de reacción	
Tiempo de respuesta [ms]	16
Condiciones ambientales	
Lugar de utilización	Clase C según EN 60654-1, lugar protegido de la intemperie
Temperatura ambiente [°C]	-10...55
Temperatura de almacenamiento[°C]	-20...70
Humedad relativa del aire máx. [%]	95
Grado de protección	IP 65 / IP 67
Homologaciones / pruebas	
CEM	IEC 61496-1
Resistencia a los choques	IEC 61496-1
Resistencia a las vibraciones	IEC 61496-1
Parámetros de seguridad	
Vida útil TM (Mission Time) [h]	175200
Intervalo de prueba T1 [años]	20
Fiabilidad relativa a la seguridad PFHd [1/h]	6,4E-08
MTTFd [años]	100
DC/CCF/Cat.	90,47% / 80 % / 2
Datos mecánicos	
Longitud L [mm]	1263
Materiales de la carcasa	Carcasa: aluminio; visor frontal: PC
Peso [kg]	4,28
Indicaciones / elementos de mando	
Indicador	LED amarillo LED verde LED rojo
Conexión eléctrica	
Emisor	
Conexionado	Conector M12
Conexionado Emisor	

## Anexo C. HOJA DE DATOS COMPONENTES DE SEGURIDAD PRENSA VELTRI

### SISTEMAS DE SEGURIDAD



#### 1. Evitar el acceso durante un movimiento peligroso:

- Encerramiento lateral de la maquina

#### 2. Evitar el movimiento peligroso durante el acceso

- Instalación de cortinas de luz para evitar el acceso del operario o terceros cuando la maquina este en operación.

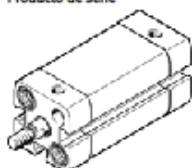
#### 3. Otro tipo de riesgo

- Rediseñar el sistema de sujeción de la pieza para evitar proyecciones sobre el operario.
- Cubrir las partes móviles como el husillo con guardas auto ajustables que permitan el movimiento libre.

# 1. SELECCIÓN DE LOS CILINDROS NEUMATICOS DEL SISTEMA DE SUJECION DE LA PRENSA VELTRI

## Cilindro compacto ADN-16-25-A-P-A

Número pieza: 536223  
Disponible desde almacén  
Producto de serie



FESTO



### Hoja de datos

Caracter.	Propiedades
Carrera	25 mm
Diámetro del émbolo	16 mm
Rosca del vástago	M6
Amortiguación	P: Amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 21287
Extremo del vástago	Rosca exterior
Detección de la posición	Para detectores de posición
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 10 bar
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Fluido	Aire comprimido según ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,15 J
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	90 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	121 N
Tipo de fijación	a elegir: con taladro pasante con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	M5
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio anodizado
Información sobre el material de las juntas	TPE-U (PU)
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

## 2. SELECCIÓN DE LAS CORTINAS DE LUZ DE LA PRENSA VELTRI

**efector200**

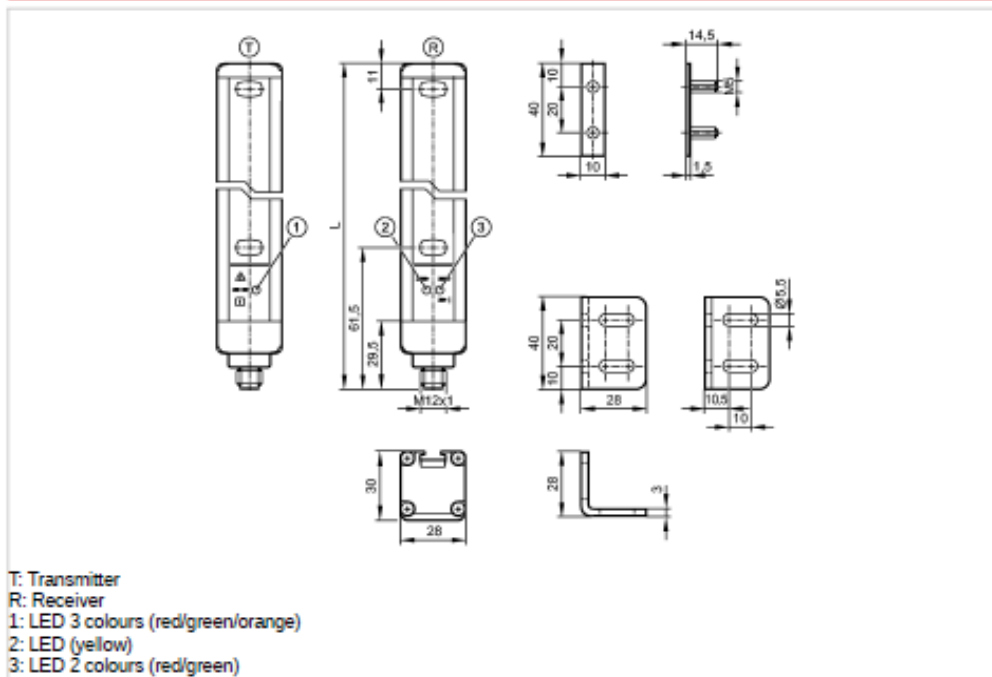


**OY033S**

OYA0460-30-2-12-P-1

Photoelectric sensors

Please note the wiring of the sensor and the sockets (see data sheet) as for 8-pole sockets the core colours are not standardised.



### Product characteristics

Safety light curtain

Length L: 513 mm

Quick disconnect

Complies with the requirements:

type 2 (IEC 61496-1)

SIL 2 (IEC 61508)

SILcl 2 (IEC 62061)

PL d (EN ISO 13849-1)


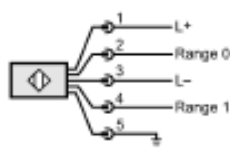
### Electrical data

Electrical design		DC PNP
Operating voltage [V]		24 DC (19.2...28.8)
Current consumption		
- Transmitter [mA]		42
- Receiver [mA]		83
Type of light		Infrared light 950 nm
Protection class		III
Reverse polarity protection		yes
Power-on delay time [s]		< 2

### Outputs

**OY033S**

OYA0460-30-2-12-P-1

Outputs (OSSDs)	2 x PNP
Max. current load per output [mA]	400 (24 V)
Short-circuit protection	yes
<b>Monitoring range</b>	
Protected area height [mm]	460
Resolution (detection capacity d)[mm]	30
Protected area width (range) [m]	0...4 / 3...12
<b>Reaction times</b>	
Response time [ms]	8
<b>Environment</b>	
Applications	Class C to EN 60654-1 weatherproof application
Ambient temperature [°C]	-10...55
Storage temperature [°C]	-20...70
Max. relative air humidity [%]	95
Protection	IP 65 / IP 67
<b>Tests / approvals</b>	
EMC	IEC 61496-1
Shock resistance	IEC 61496-1
Vibration resistance	IEC 61496-1
<b>Safety classification</b>	
Mission time TM [h]	175200
Test interval T1 [Years]	20
Safety-related reliability PFHd [1/h]	3.3E-08
MTTFd [Years]	100
DC/CCF/Cat.	90.87% / 80 % / 2
<b>Mechanical data</b>	
Length L [mm]	513
Housing materials	housing: aluminum; window: PC
Weight [kg]	2.264
<b>Displays / operating elements</b>	
Display	LED yellow LED green LED red
<b>Electrical connection</b>	
Transmitter	
Connection	M12 connector
Wiring Transmitter	
	
Receiver	
Connection	M12 connector

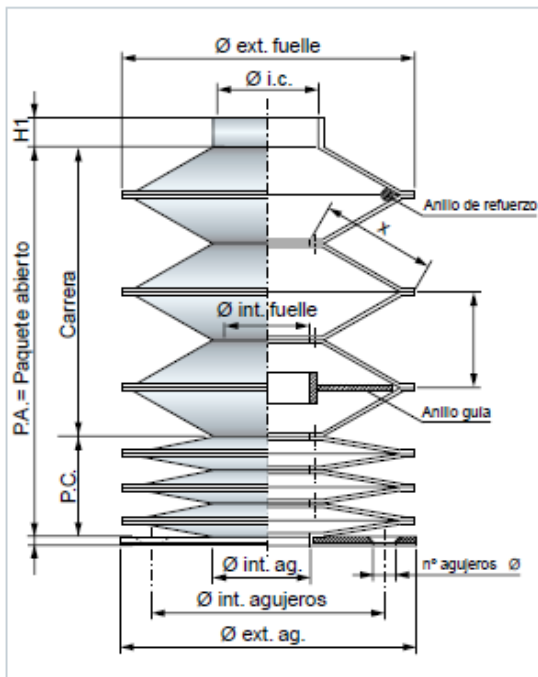
### 3. SELECCIÓN DE LOS FUELLES CIRCULADES DEL HUSILLO DE BOLAS

## FUELLES CIRCULARES

### FUELLES CIRCULARES COSIDOS

Se utilizan cuando se necesita una fuerte resistencia a la rotación (por ejemplo, para cubrir los husillos de bolas) y donde se requiera un paquete cerrado muy reducido.

- Fuelles muy probados
- Alta resistencia al estrés mecánico y dinámico
- Resistentes a líquidos refrigerantes y aceites
- Diámetro interior mínimo a partir de 20 mm
- Idóneos para altas temperaturas
- Buena relación calidad / precio
- Ningún coste de equipo
- Si se quiere, también con rebordeado (por encargo en colores de advertencia de peligro)
- Diámetro exterior de cualquier dimensión
- Disponibles con anillos de guía y anillos de refuerzo



#### Materiales disponibles:

- Poliéster recubierto con Neopreno\* y Hypalon\*
- Poliéster recubierto con Caucho Nitrílico
- Poliéster recubierto con Poliuretano
- Poliéster recubierto con PVC
- Kevlar\* recubierto con Neopreno\* y Hypalon\*
- Kevlar\* recubierto con Poliuretano
- Fibra de vidrio recubierta con Silicona y Neopreno\*
- Fibra de vidrio recubierta con PVC
- Tejidos Aluminizados
- \* Neopreno, Hypalon y Kevlar son marcas registradas DuPont

(véase la lista de materiales de la Pág. 46)

#### Fórmula para calcular el PAQUETE CERRADO

$$P.C. = \text{Paquete cerrado} = NP \cdot SP^*$$

$$NP = \text{Número de pasos} = \frac{P.A.}{AP} + 1$$

\* SP= Espesor de 1 paso; véase la lista de materiales de la Pág. 46

$$AP = \text{Apertura de 1 paso} = \left( \frac{\varnothing \text{ ext. fuelle} - \varnothing \text{ int. fuelle}}{2} - \varnothing \right) \cdot 1,2$$

Nota: Cuando se necesitan anillos de acero armónico en el interior de los pliegues, el P.C. lo calcula nuestra oficina técnica.

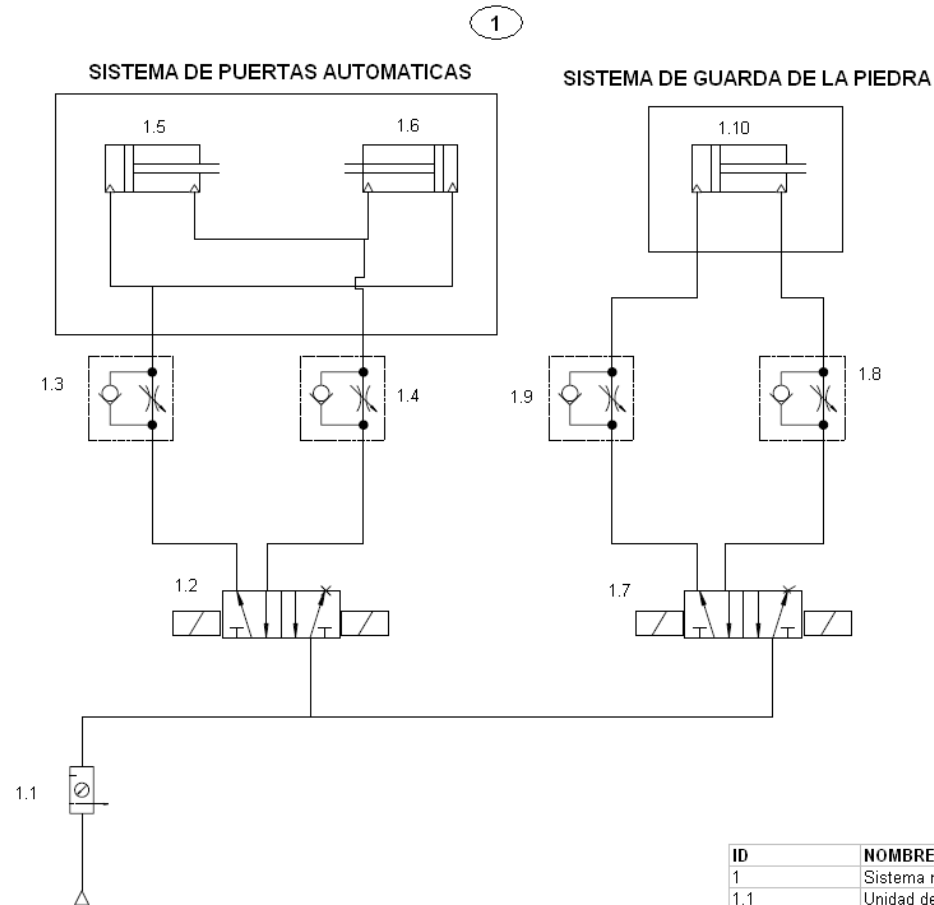
### FUELLES VARIFLEX

Código	Descripción materiales			Espesor	Resistencia térmica		Protecciones enrollables			Fuelles termosoldados		Fuelles olivares oxidados		Fuelles olivares conformados	
	Cara vista	Inserción textil	Cara no vista		Contacto instantáneo °C	En continuo °C	Material idóneo protecciones sin cajón	Material idóneo protecciones con cajón	Díámetro mín. enrollamiento mm	Material idóneo	Material idóneo	Espesor 1 paso (BP) mm	Material idóneo	Espesor 1 paso (BP) mm	Con apertura longitudinal espesor 1 paso (BP) mm
TEMAT001	Neopreno*	Poliámda	Neopreno*	0,3	250	-15 +100	*	*	20		*	1	*	1,5	no
TEMAT002	Neopreno*	Poliéster	Hypalon*	0,5	250	-20 +100	*	*	20		*	1,5	*	2,5	5
TEMAT202	Neopreno*	Poliéster	Neopreno*	0,5	250	-20 +100	*	*	20		*	1,5	*	2,5	5
TEMAT003	Neopreno*	Poliéster	Hypalon*	0,6	250	-20 +100	*	*	20		*	1,8	*	3	5,5
TEMAT004	Neopreno*	Poliéster	Hypalon*	0,8	250	-20 +100	*	*	20		*	2,4	*	4	6,5
TEMAT005	Neopreno*	Poliéster	Hypalon*	1,0	250	-20 +100	*	*	20		*	3			
TEMAT007	Neopreno*	Kevlar*	Hypalon*	1,15	350	-20 +100	*	*	20		*	3,5			
TEMAT008	NBR	Poliámda	NBR	0,4	250	-20 +100	*	*	20		*	1,2	*	2	4,5
TEMAT009	Silicona	Fibra de vidrio	Neopreno*	0,42	350	-60 +200	*	*	20		*	1,5	*	5	10
TEMAT091	PVC	Fibra de vidrio	PVC	0,44	300	-30 +80	*	*	20	*	*	1,5			
TEMAT101	Ptfe	Fibra de vidrio	Ptfe	0,125	320	-200 +260	*	*	20						
TEMAT102	Ptfe	Fibra de vidrio	Ptfe	0,250	320	-200 +260	*	*	20						
TEMAT104	Ptfe	Fibra de vidrio	Ptfe	0,7	320	-200 +260	*	*	20						
TEMAT105	Ptfe	Kevlar*	Ptfe	0,42	320	-200 +260	*	*							
TEMAT106	Ptfe	Poliéster	Poliuretano	0,3	200	-30 +120	*	*	20	*					
TEMAT011	Tejido al carbono aluminizado			0,7	2500	-100 +260	*	*	20	*	2,1				
TEMAT012	Acero Inoxidable AISI 301			0,2	1200	-250 +400		*	70						
TEMAT013	Acero Inoxidable AISI 301			0,3	1200	-250 +400		*	90						
TEMAT014	Acero Inoxidable AISI 301			0,4	1200	-250 +400		*	150						
TEMAT015	Poliuretano	Poliéster	Poliuretano	0,25	200	-30 +90	*	*	20	*					
TEMAT151	Poliuretano	Poliéster	Poliuretano	0,35	200	-30 +90	*	*	20	*					
TEMAT161	Poliuretano	Poliéster		0,8	200	-30 +90	*	*	20		*	2,5			
TEMAT160	Poliuretano gris	Poliéster		1,4	200	-30 +90	*	*	70						
TEMAT162	Poliuretano	Poliéster		1,4	200	-30 +90	*	*	70						
TEMAT164	Poliuretano	Kevlar*	Poliuretano	0,35	350	-30 +180	*	*	20	*	*	1,5			
TEMAT165	Poliuretano	Nomex*	Poliuretano	0,36	300	-30 +130	*	*	20	*					
TEMAT167	Poliuretano	Poliéster	Poliuretano	0,5	200	-30 +90	*	*	20		*	1,5			
TEMAT169	Poliuretano	Panox*/Kevlar*	Poliuretano	0,33	190	-30 +140	*	*	20	*					
TEMAT017	PVC	Poliéster	PVC	0,36	100	-30 +70	*	*	20	*					
TEMAT018	PVC	Poliéster	PVC	0,7	100	-30 +70	*	*	20		*	2,1	*	3,5	6
TEMAT019	PVC	Poliéster	PVC	0,5	100	-30 +70	*	*	20		*	1,5	*	2,5	5
TEMAT020	PVC	Poliéster	PVC	0,25	100	-30 +70	*	*	20	*					
TEMAT022	PVC	Red de Poliéster	Red de Poliéster	1,4	100	-30 +70	*	*	40						

\* Neopreno, Hypalon, Kevlar, Panox y Nomex son marcas registradas por DuPont.

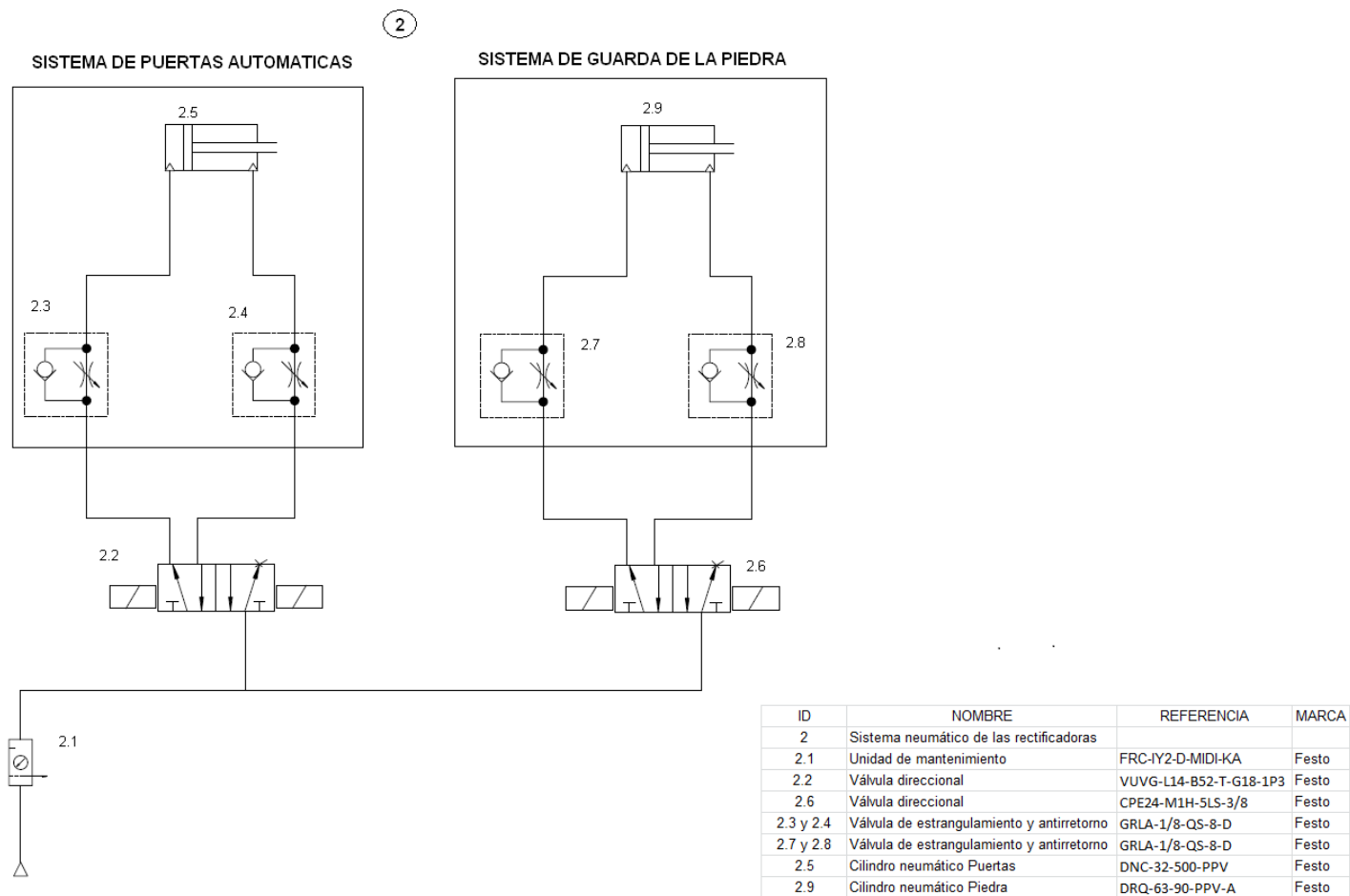
**Anexo D.**  
**PLANOS NEUMATICOS**

# 1. PLANO NEUMATICO DE LAS PUERTAS AUTOMATICAS DE LAS TEMPLADORAS POR INDUCCION TOCCO

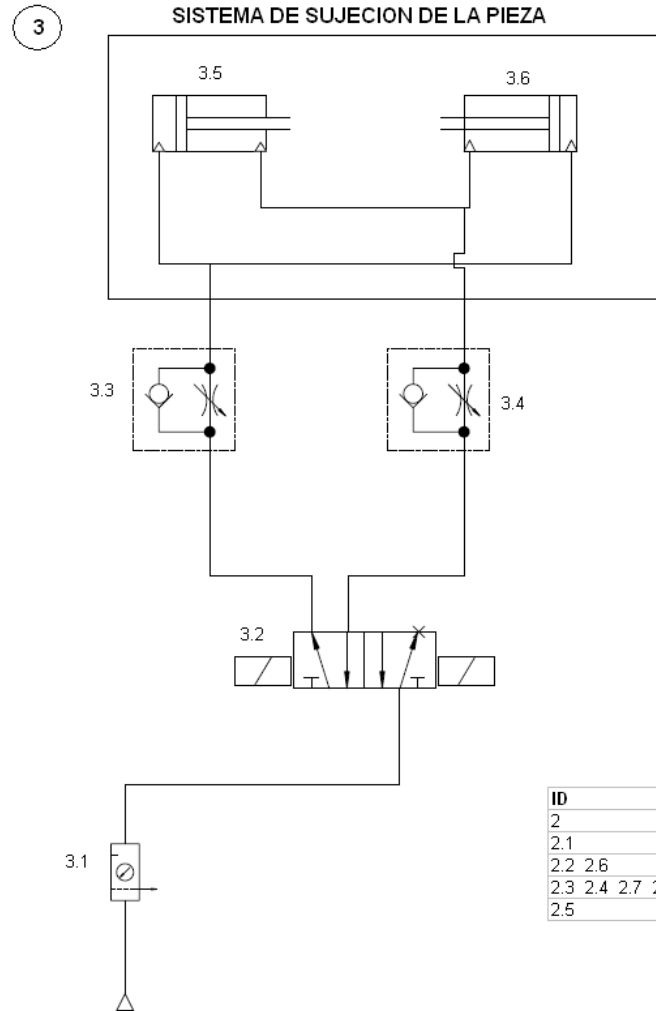


ID	NOMBRE	REFERENCIA	MARCA
1	Sistema neumatico Landis Gendron		
1.1	Unidad de mantenimiento	FRC-1/2-D-MIDHKA	Festo
1.2 1.7	Valvula direccional	JMFH-5-1/8-B	Festo
1.3 1.4 1.8 1.9	Valvula de estrangulamiento y antirretorno	GRLA-1/8-Q5-6-D	Festo
1.5 1.6	Cilindro neumatico Puertas	DNC-32-500-PPV-A	Festo
1.7	Cilindro neumatico Piedra	DNC-32-300-PPV-A	Festo

## 2. PLANO NEUMATICO DE LAS PUERTAS AUTOMATICAS Y LA GUARDA DE LA PIEDRA EN LA RECTIFICADORA LANDIS

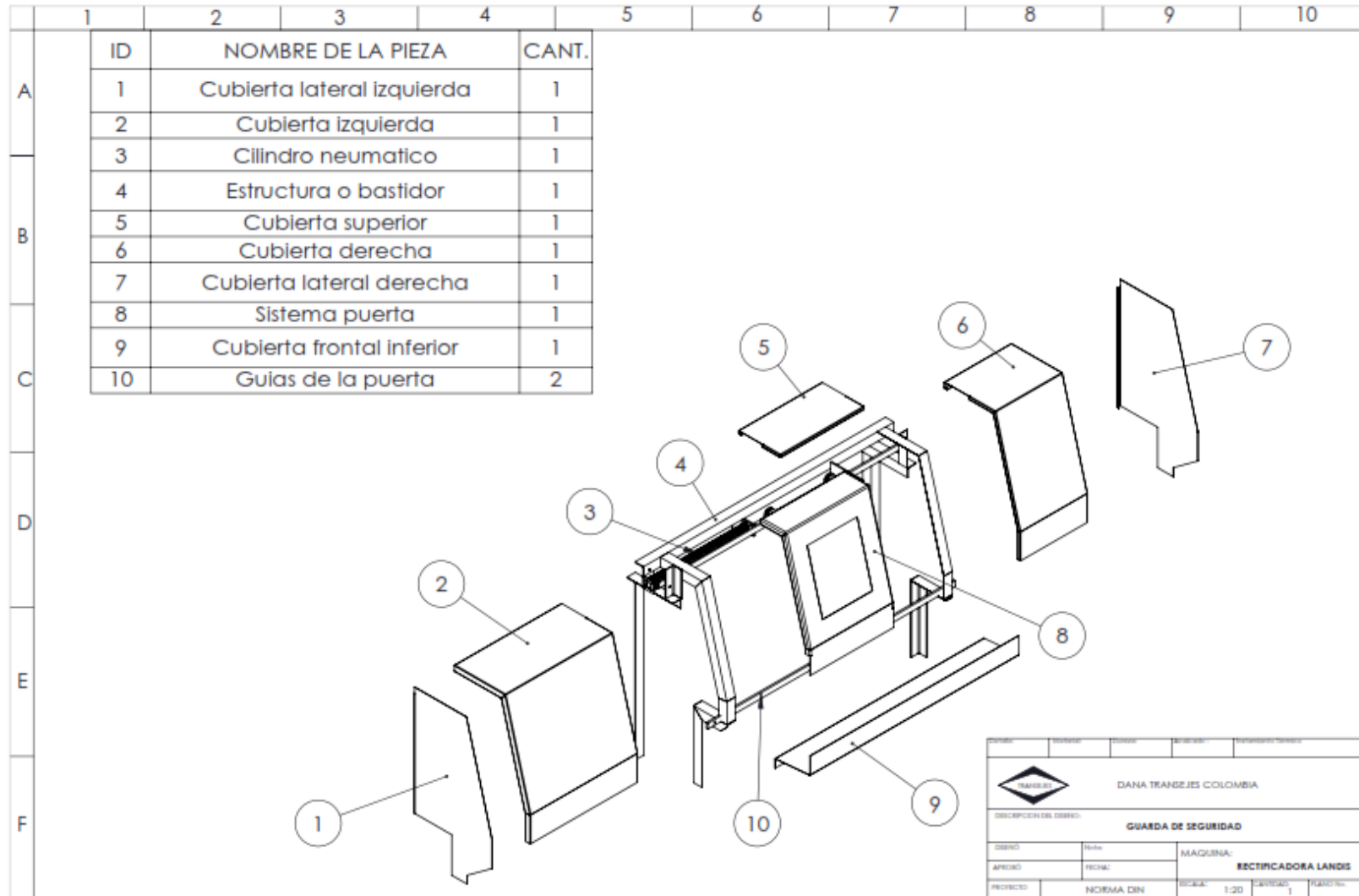


### 3. PLANO NEUMATICO DEL SISTEMA DE SUJECION DEL INTEREJE EN LA PRENSA VELTRI

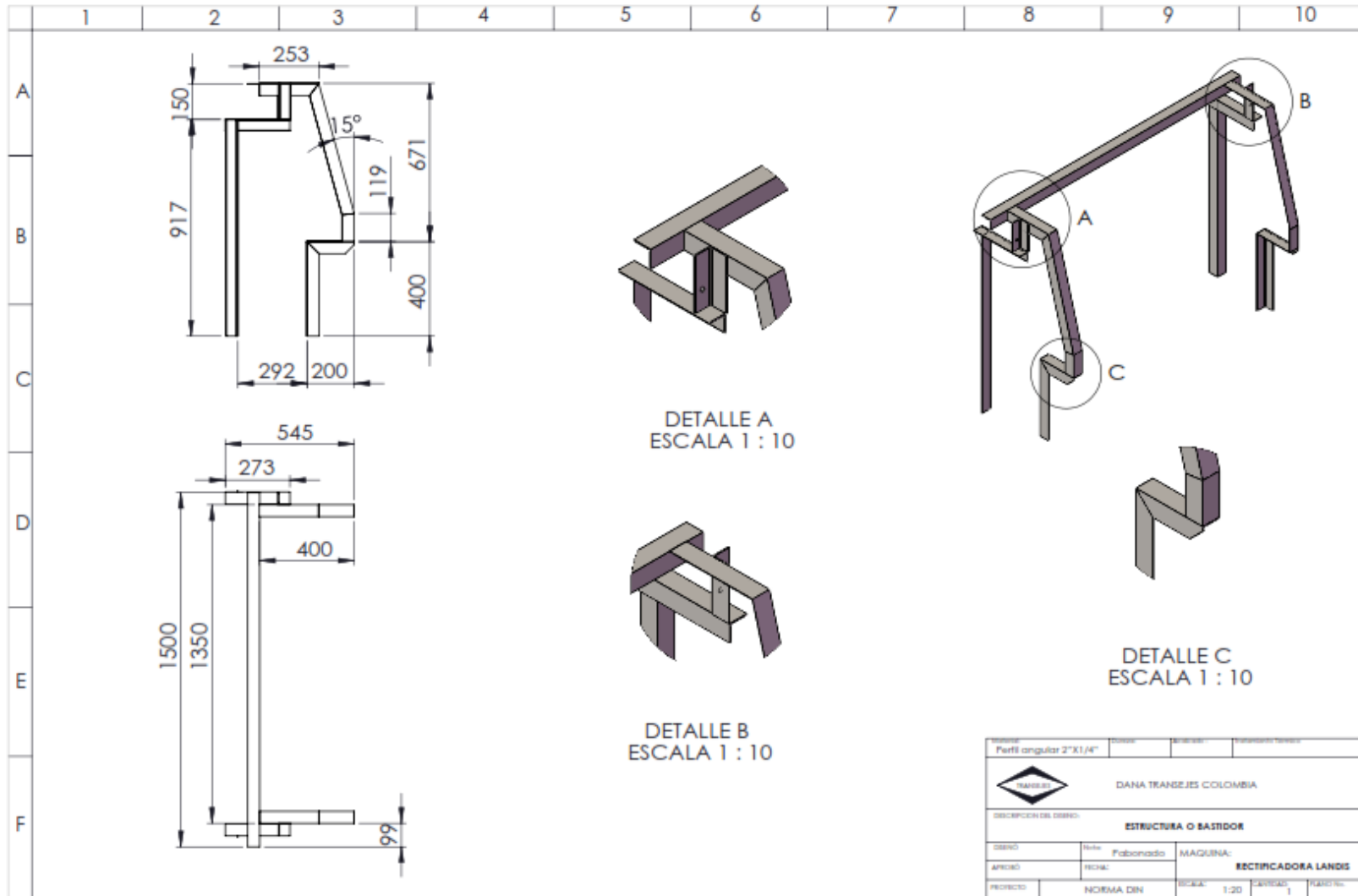


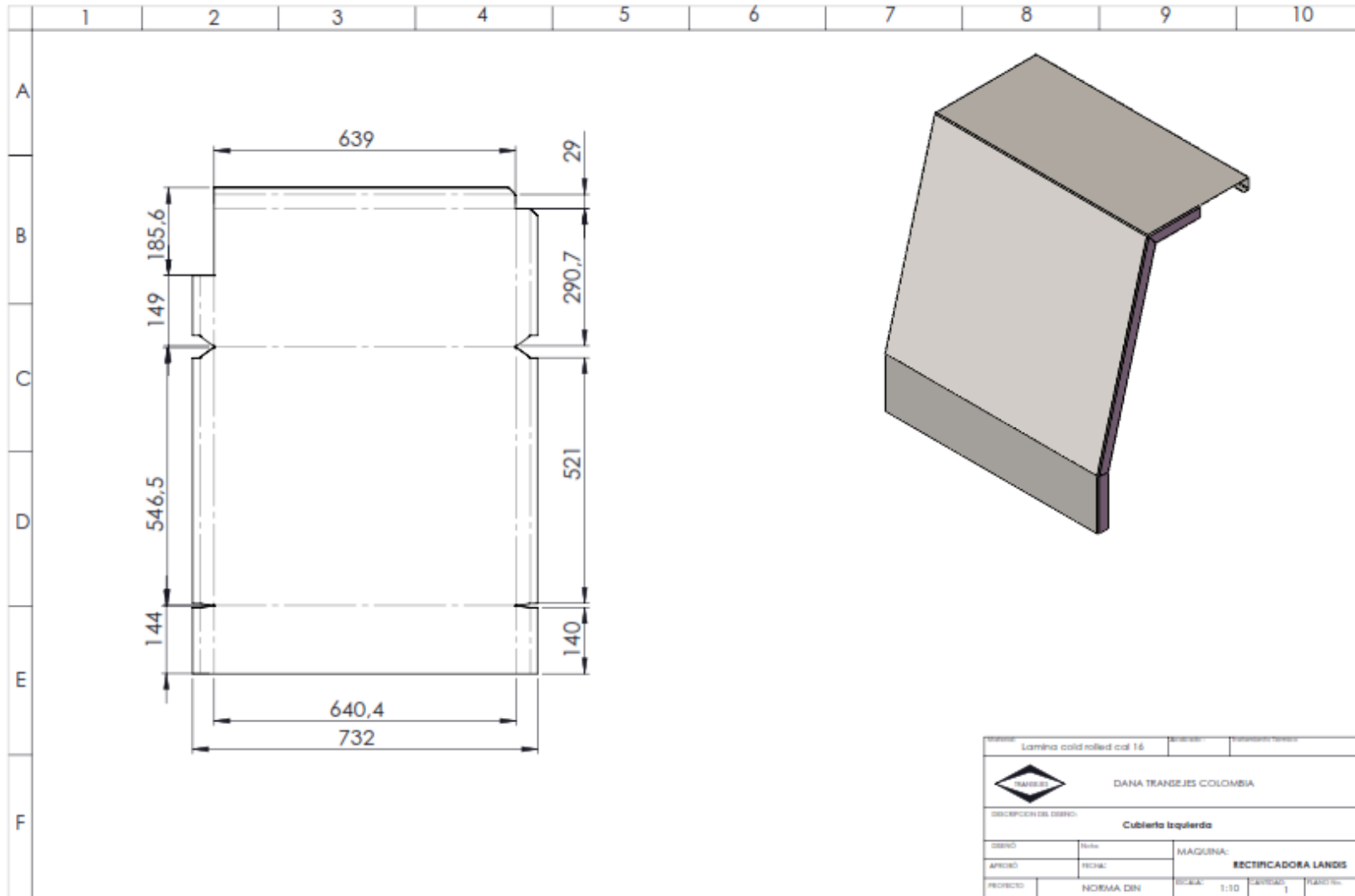
ID	NOMBRE	REFERENCIA	MARCA
2	Sistema neumático del sistema de sujeción de la prensa veltri		
2.1	Unidad de mantenimiento	FRC-1/2-D-MIDI-KA	Festo
2.2 2.6	Valvula direccional	JMFH-5-1/8-B	Festo
2.3 2.4 2.7 2.8	Valvula de estrangulamiento y antirretorno	GRLA-1/8-Q5-6-D	Festo
2.5	Cilindro neumático del sistema de sujeción	ADN-20-50-A-P-A	Festo

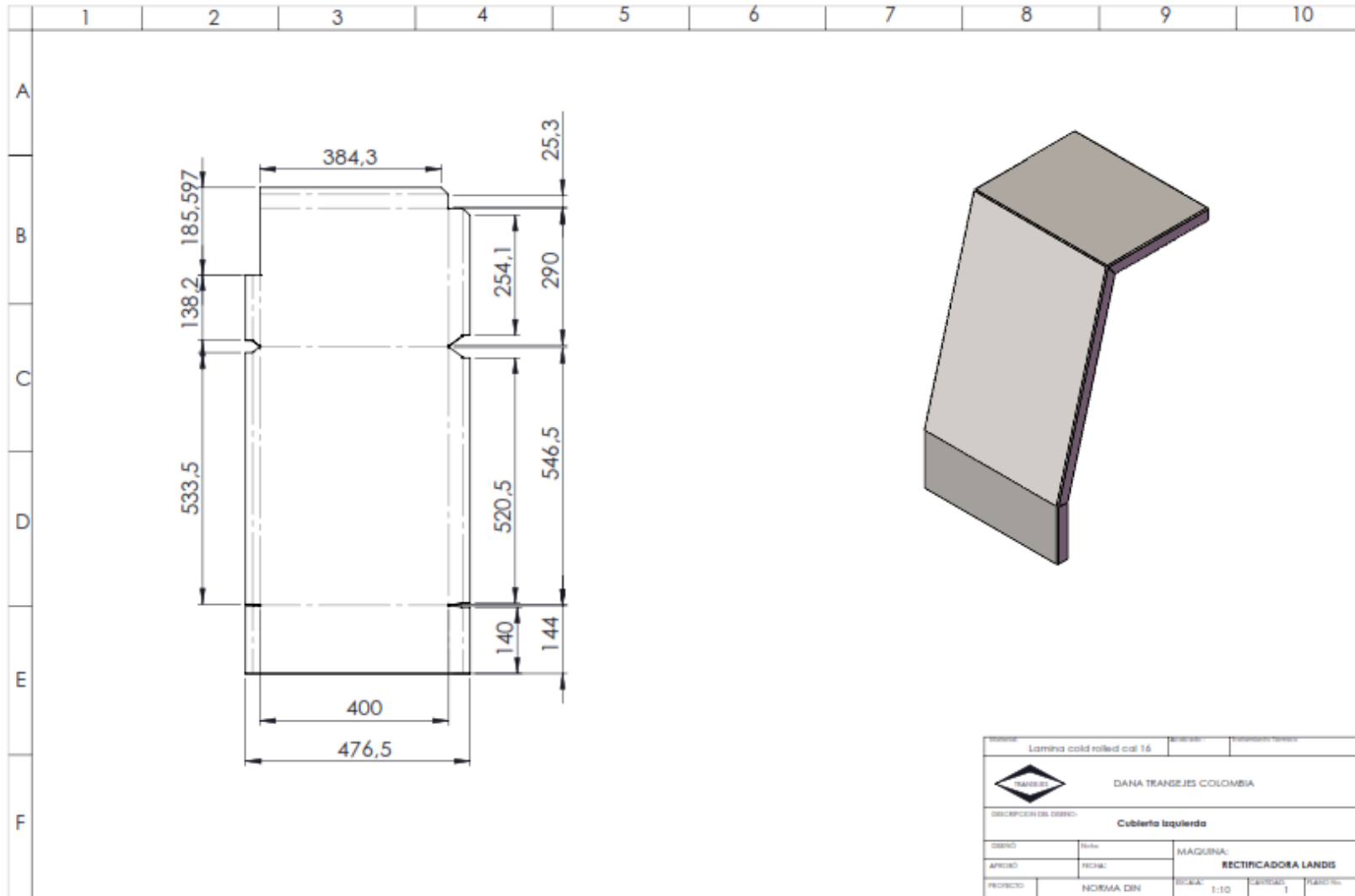
**Anexo E.**  
**PLANOS MECANICOS**

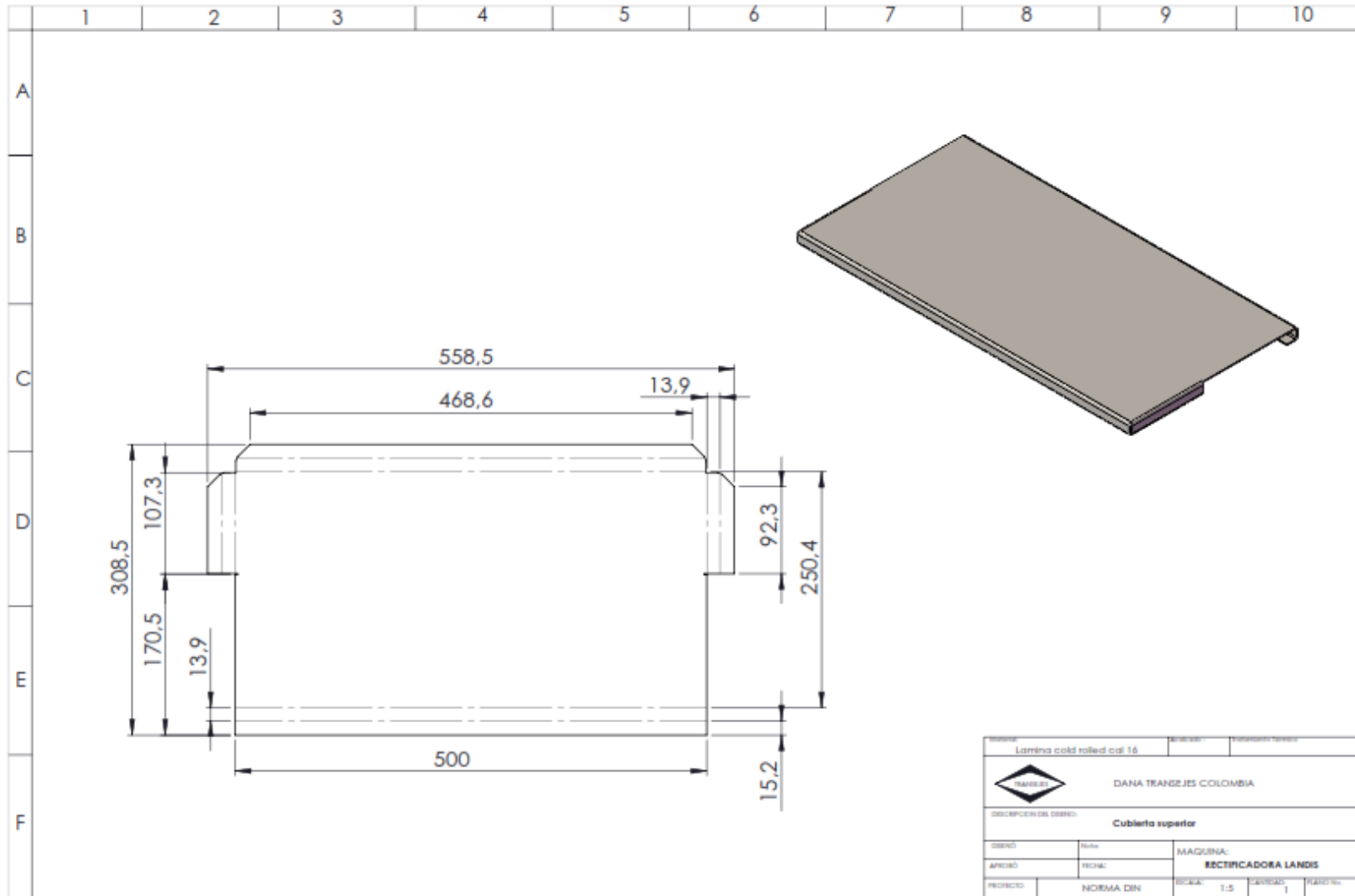


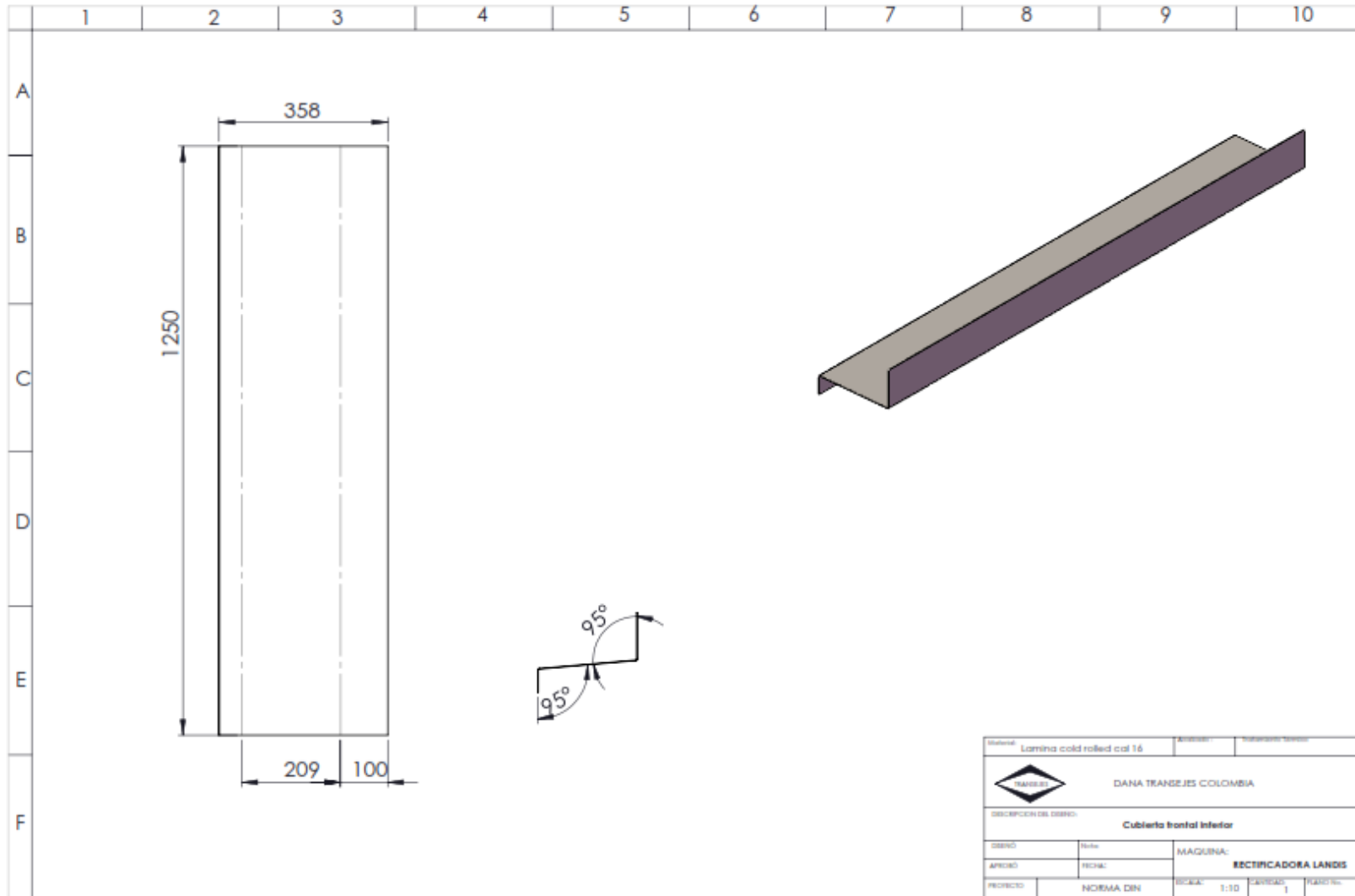
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																		
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>NOMBRE DE LA PIEZA</th> <th>CANT</th> <th>DETALLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Puerta</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Cubierta transparente</td> <td>1</td> <td>Polycarbonato</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Platina union cilindro-puerta</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Gulas</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Vastago del cilindro</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Placa de sujecion frontal</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Placa de sujecion posterior</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Cilindro neumatico</td> <td>1</td> <td>DNC-32-500-PPV</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Ruedas</td> <td>4</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										ID	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT	DETALLE	1	Puerta	1		2	Cubierta transparente	1	Polycarbonato	3	Platina union cilindro-puerta	1		4	Gulas	2		5	Vastago del cilindro	1		6	Placa de sujecion frontal	1		7	Placa de sujecion posterior	1		8	Cilindro neumatico	1	DNC-32-500-PPV	9	Ruedas	4																											
ID	NOMBRE DE LA PIEZA	CANT	DETALLE																																																																									
1	Puerta	1																																																																										
2	Cubierta transparente	1	Polycarbonato																																																																									
3	Platina union cilindro-puerta	1																																																																										
4	Gulas	2																																																																										
5	Vastago del cilindro	1																																																																										
6	Placa de sujecion frontal	1																																																																										
7	Placa de sujecion posterior	1																																																																										
8	Cilindro neumatico	1	DNC-32-500-PPV																																																																									
9	Ruedas	4																																																																										
B																																																																												
C																																																																												
D																																																																												
E																																																																												
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> <td colspan="9" style="text-align: center;">DANA TRANZES COLOMBIA</td> </tr> <tr> <td colspan="11" style="text-align: center;">DESCRIPCION DEL DISEÑO: SISTEMA DE PUERTAS AUTOMATICAS</td> </tr> <tr> <td style="width: 5%;">DISEÑO</td> <td style="width: 5%;">FECHA</td> <td colspan="9" style="width: 90%;">MAGUINA:</td> </tr> <tr> <td style="width: 5%;">APROBADO</td> <td style="width: 5%;">FECHA</td> <td colspan="9" style="width: 90%;">ELECTRICADORA LANDIS</td> </tr> <tr> <td style="width: 5%;">PROYECTO</td> <td style="width: 5%;">NORMA DIN</td> <td style="width: 5%;">ESCALA</td> <td style="width: 5%;">1:20</td> <td style="width: 5%;">CANTIDAD</td> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 5%;">PARTE No.</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>																							DANA TRANZES COLOMBIA									DESCRIPCION DEL DISEÑO: SISTEMA DE PUERTAS AUTOMATICAS											DISEÑO	FECHA	MAGUINA:									APROBADO	FECHA	ELECTRICADORA LANDIS									PROYECTO	NORMA DIN	ESCALA	1:20	CANTIDAD	1	PARTE No.				
		DANA TRANZES COLOMBIA																																																																										
DESCRIPCION DEL DISEÑO: SISTEMA DE PUERTAS AUTOMATICAS																																																																												
DISEÑO	FECHA	MAGUINA:																																																																										
APROBADO	FECHA	ELECTRICADORA LANDIS																																																																										
PROYECTO	NORMA DIN	ESCALA	1:20	CANTIDAD	1	PARTE No.																																																																						

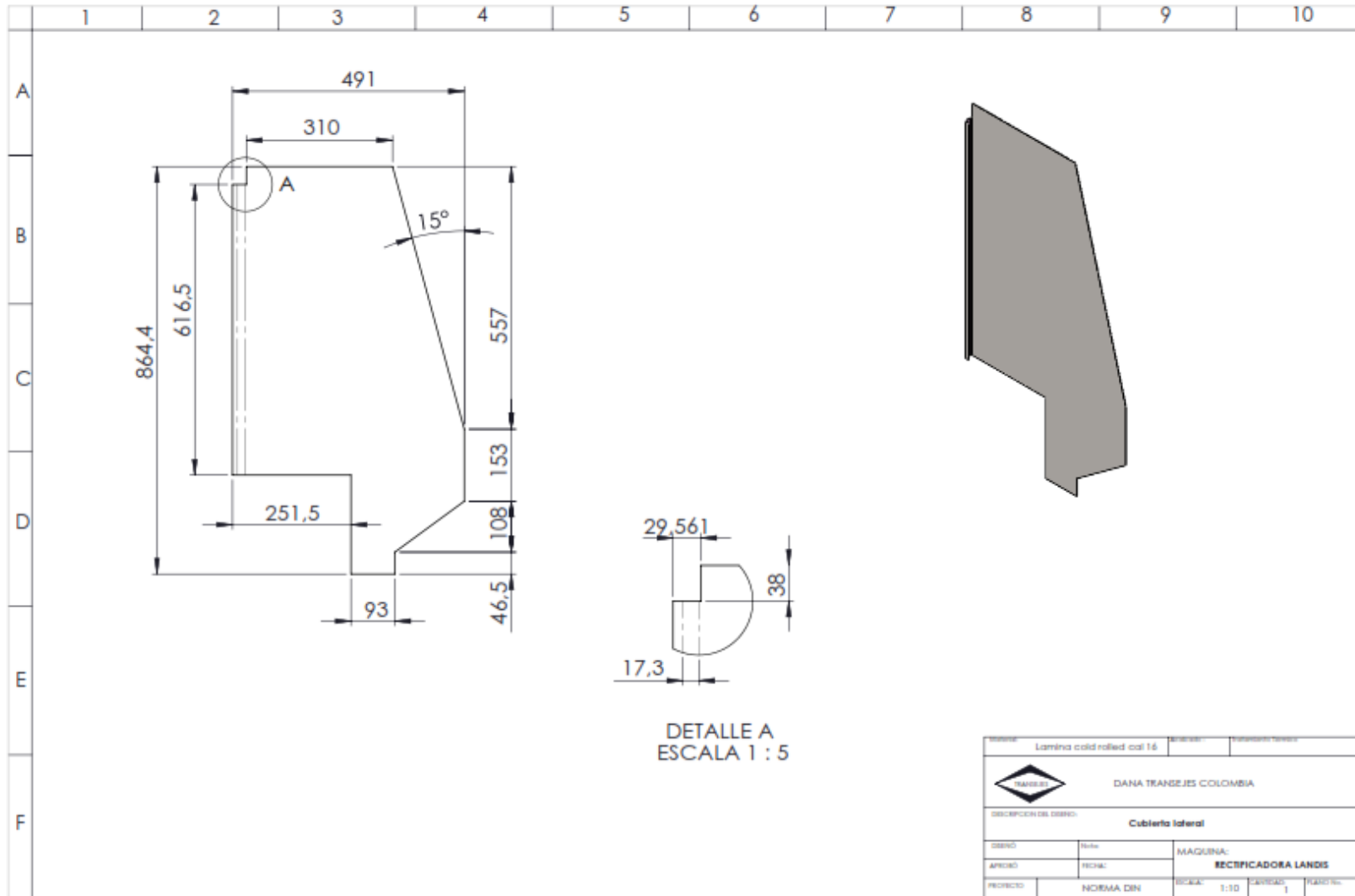


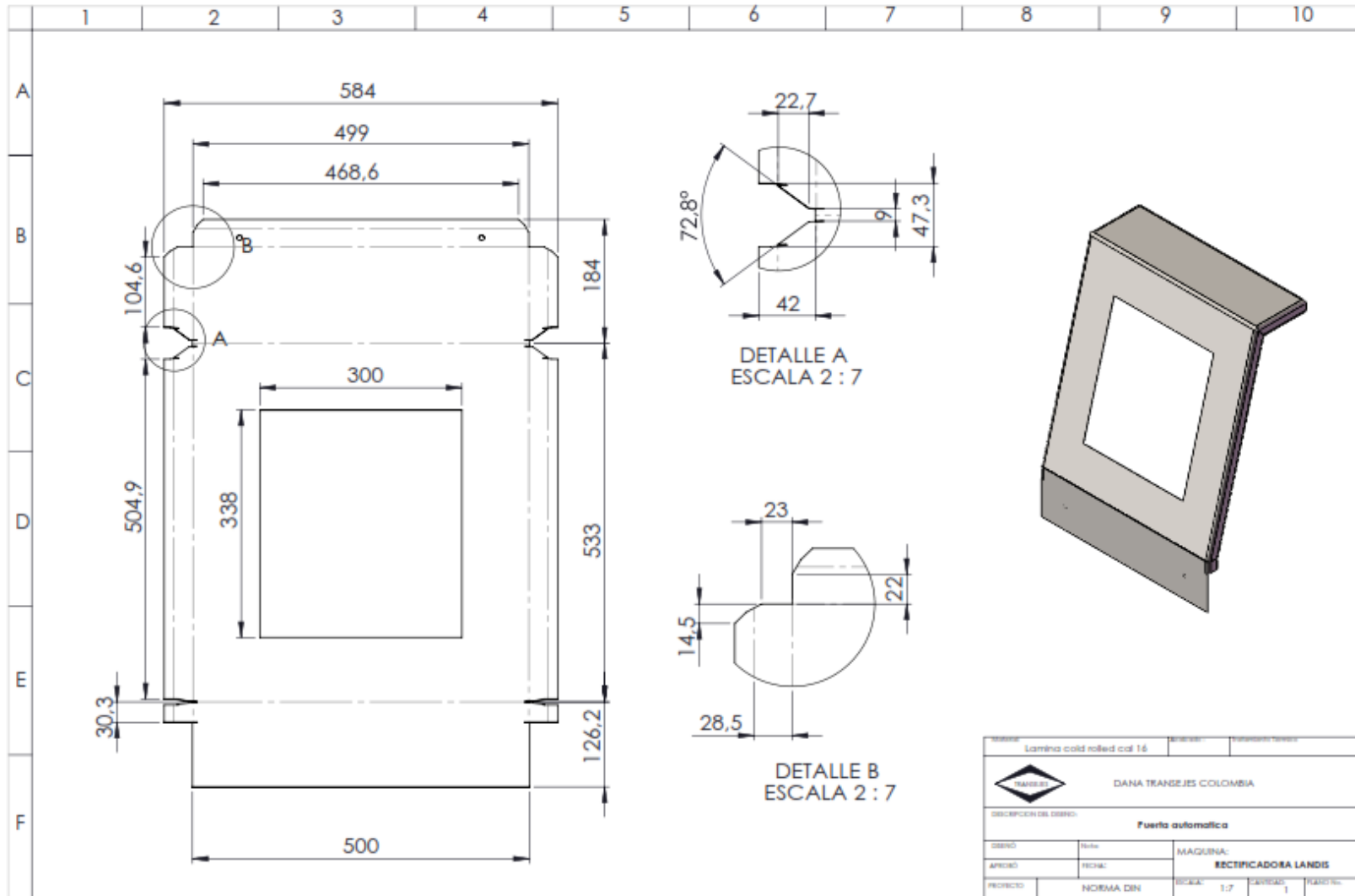


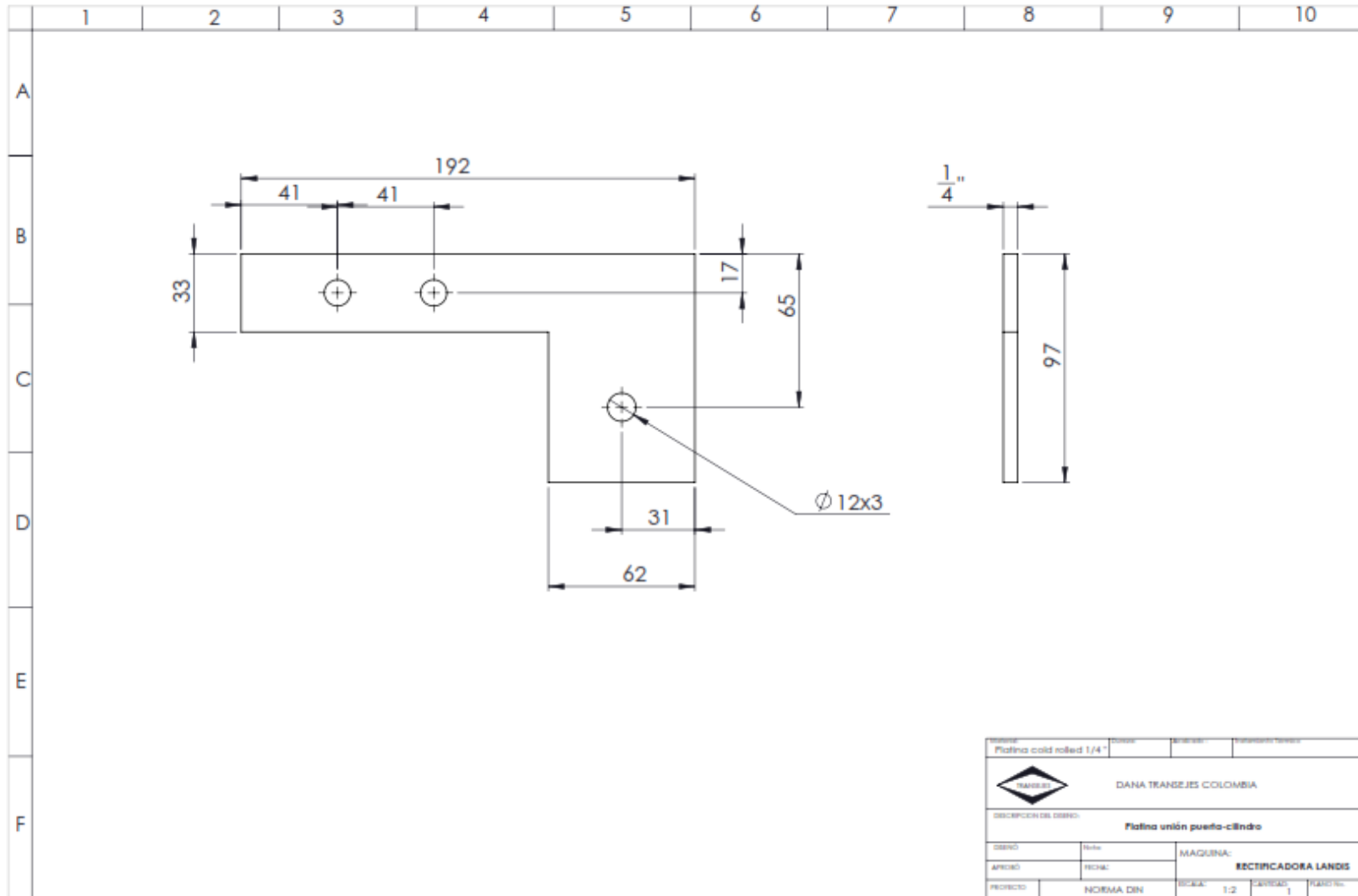


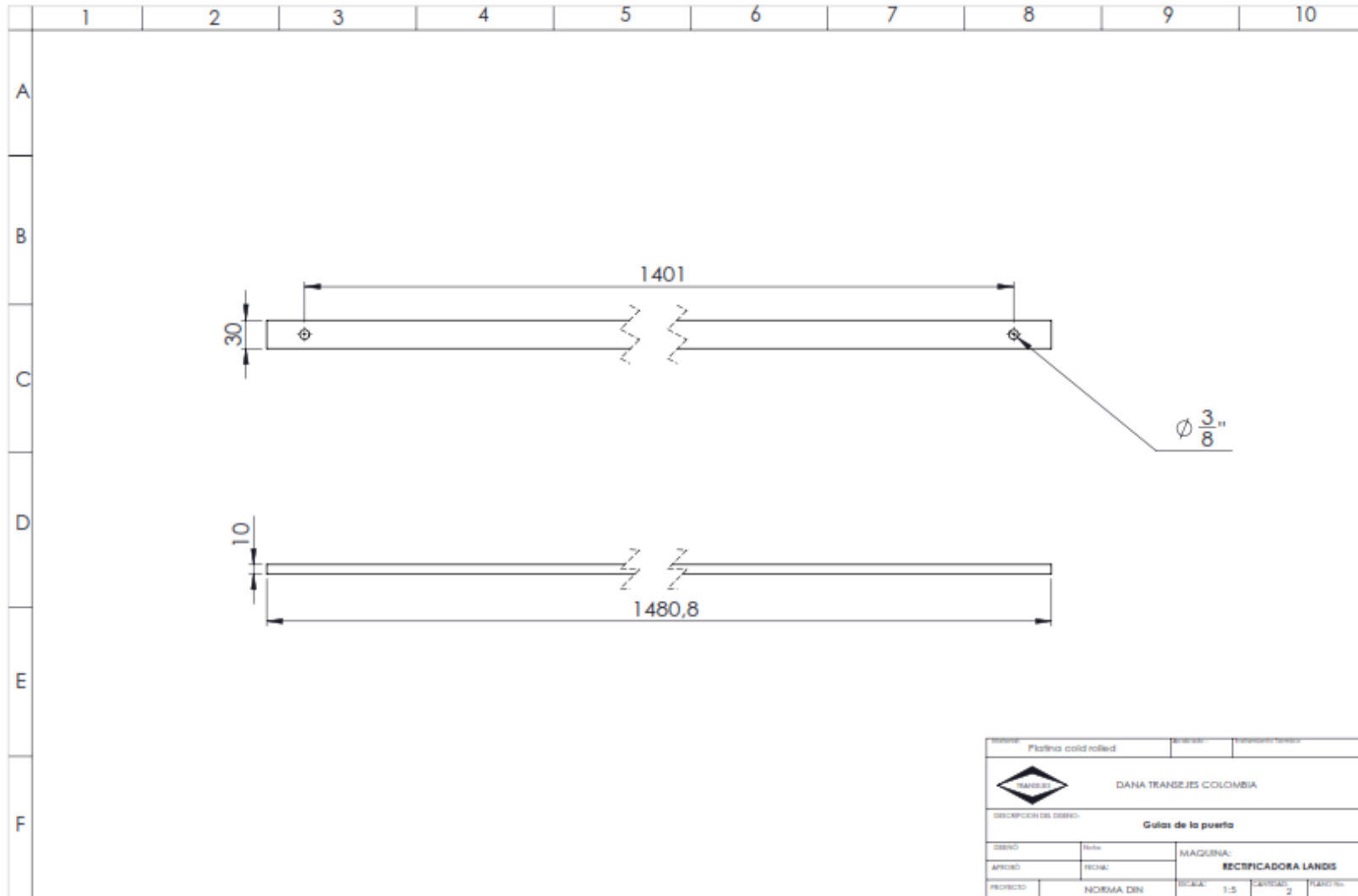


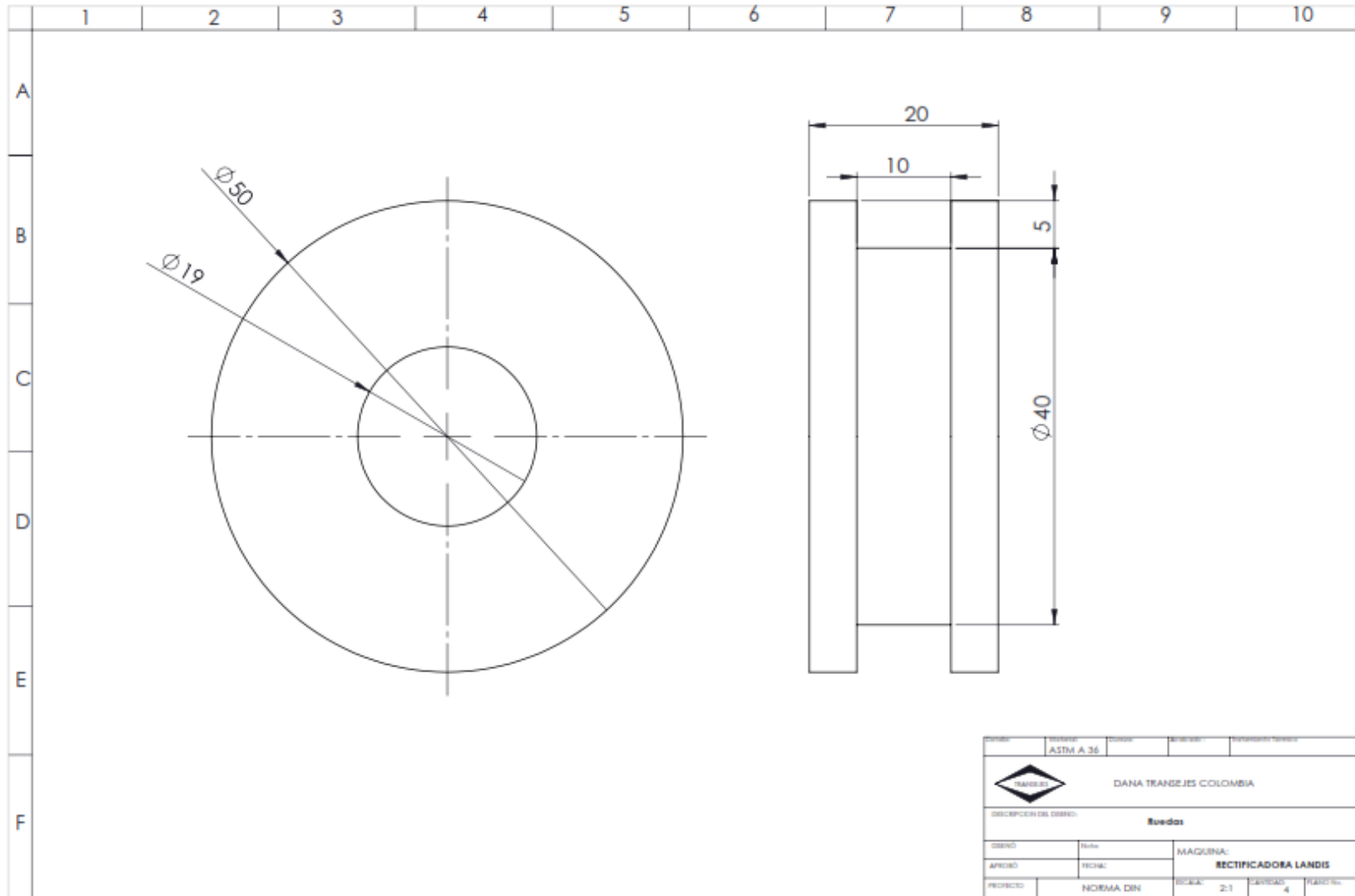


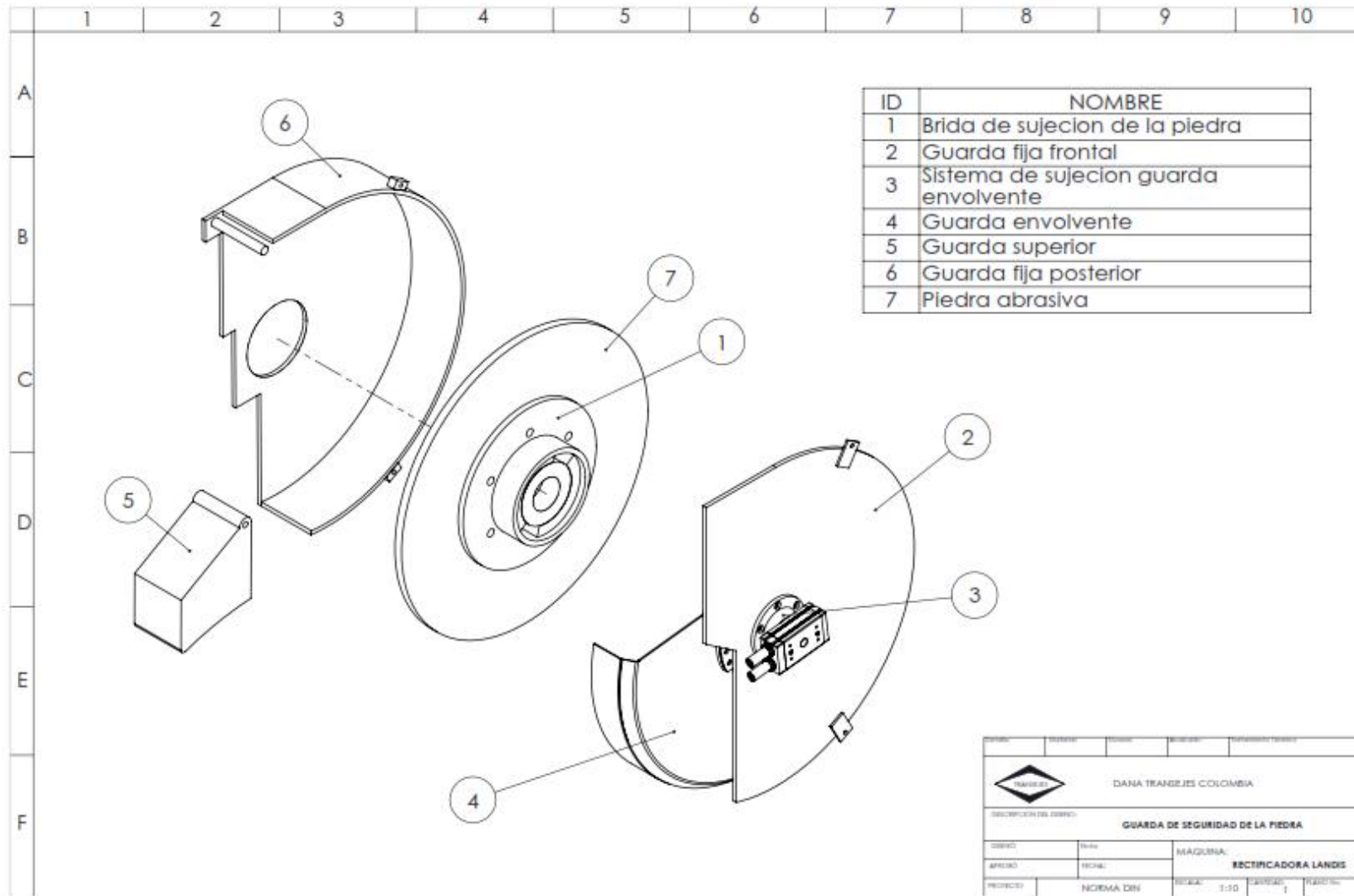


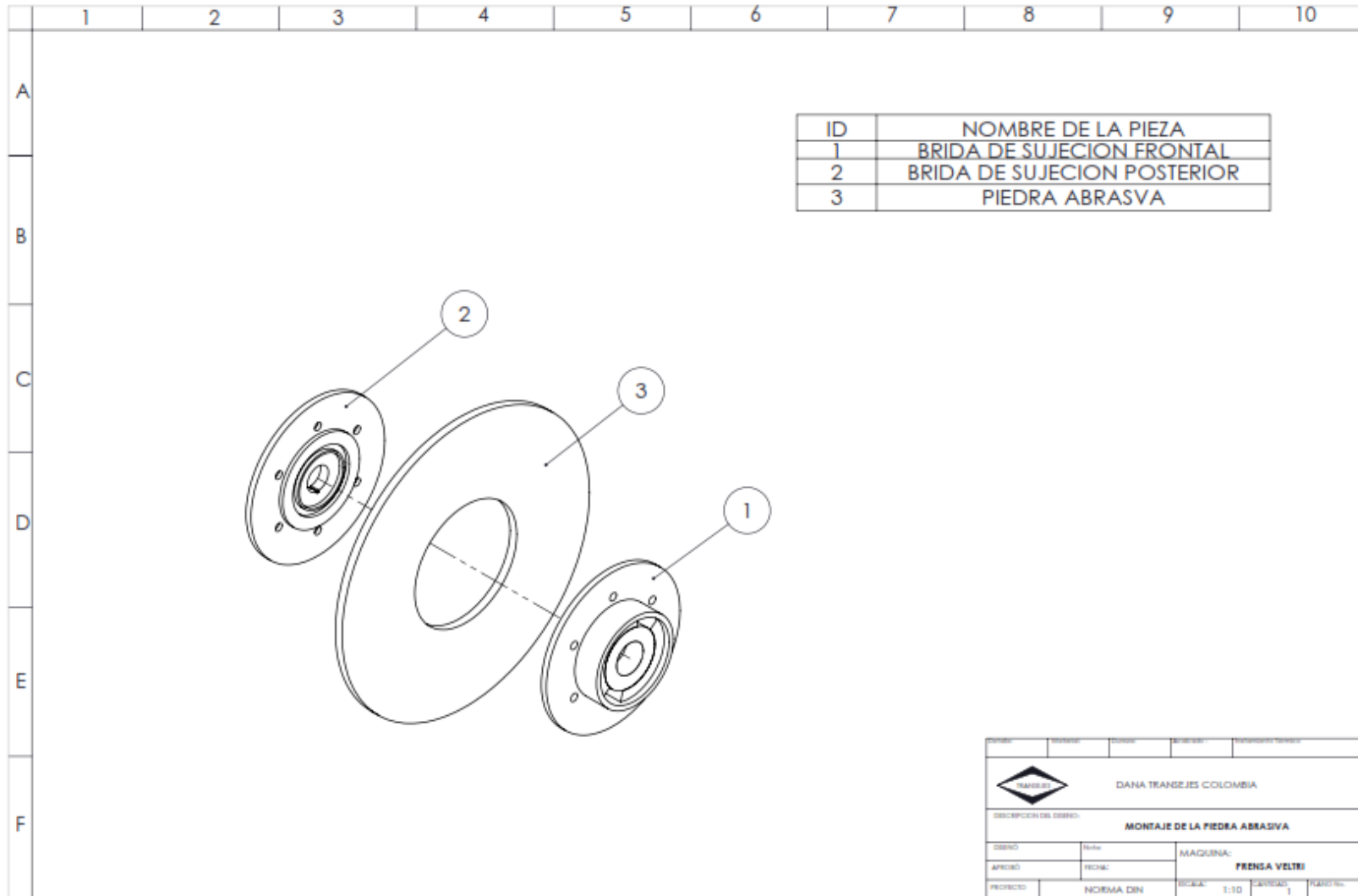


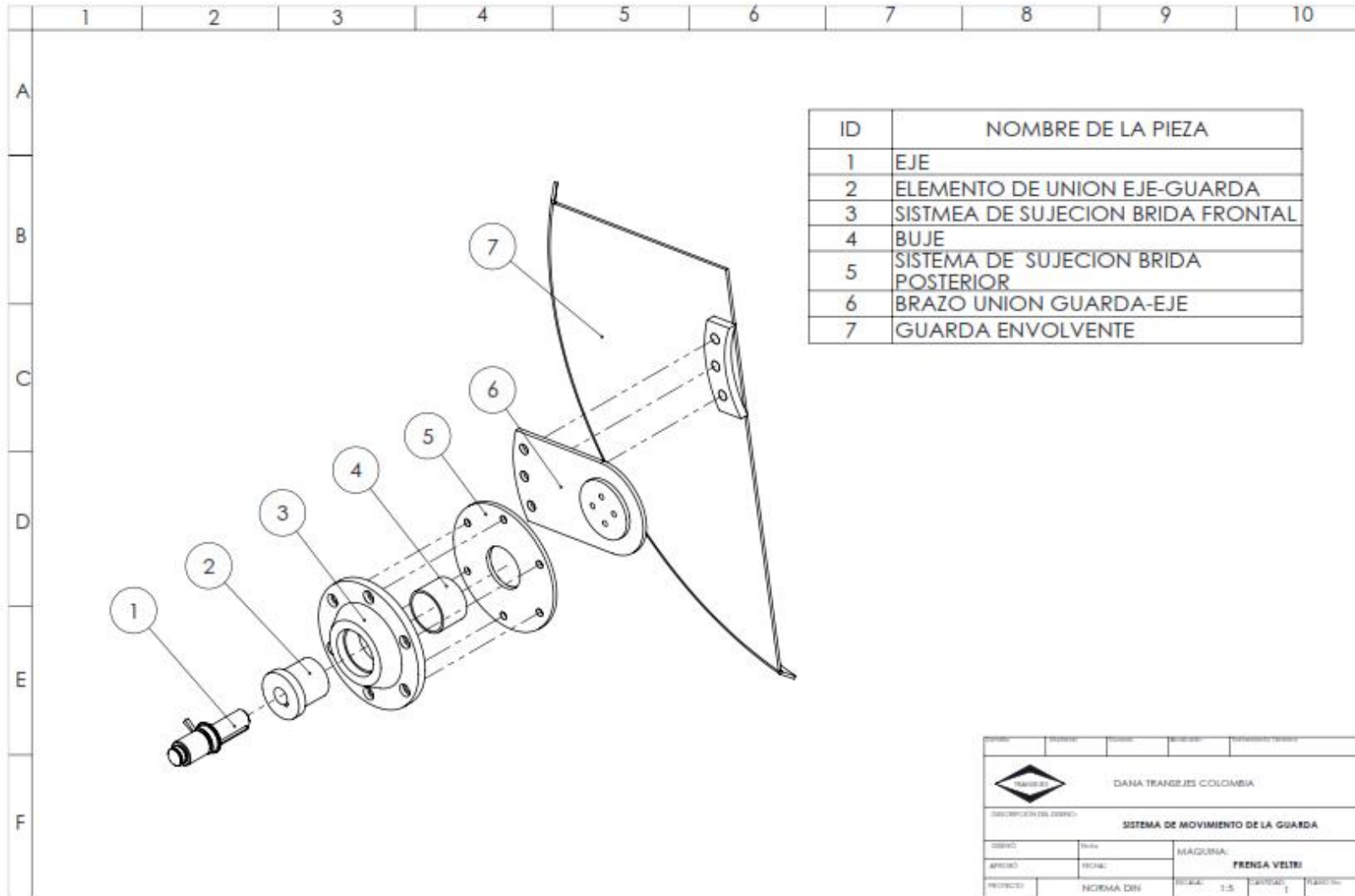




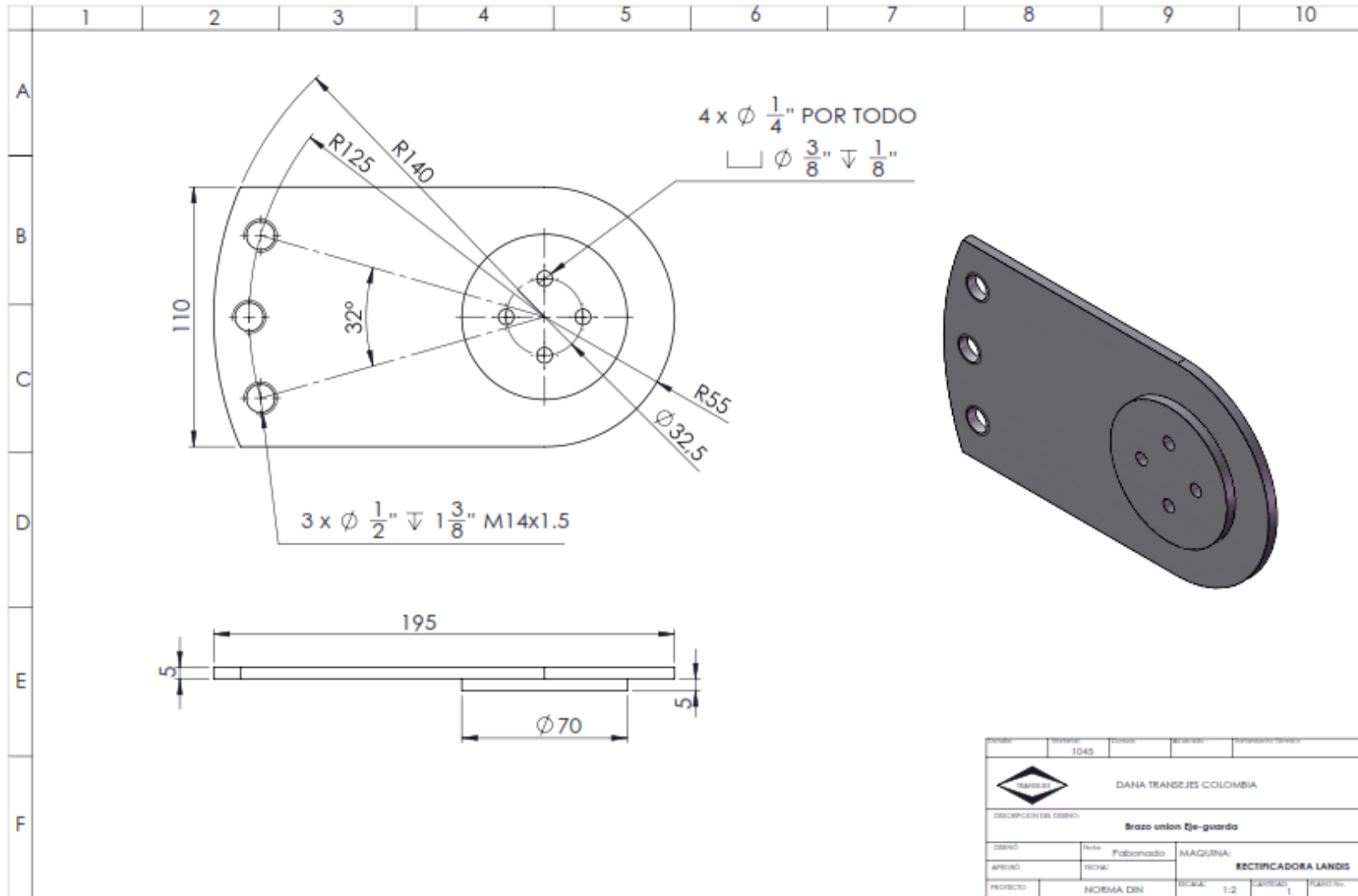


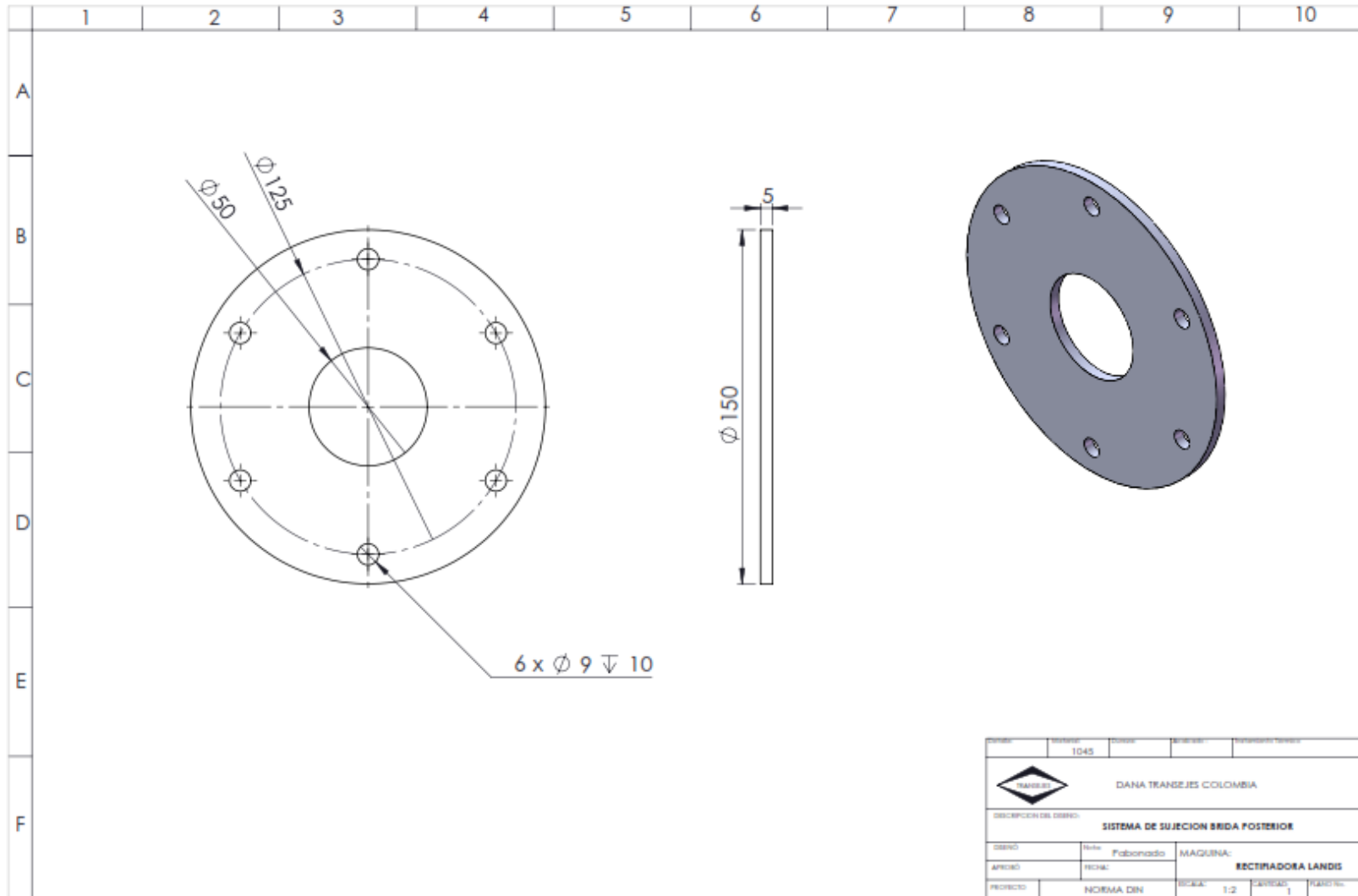


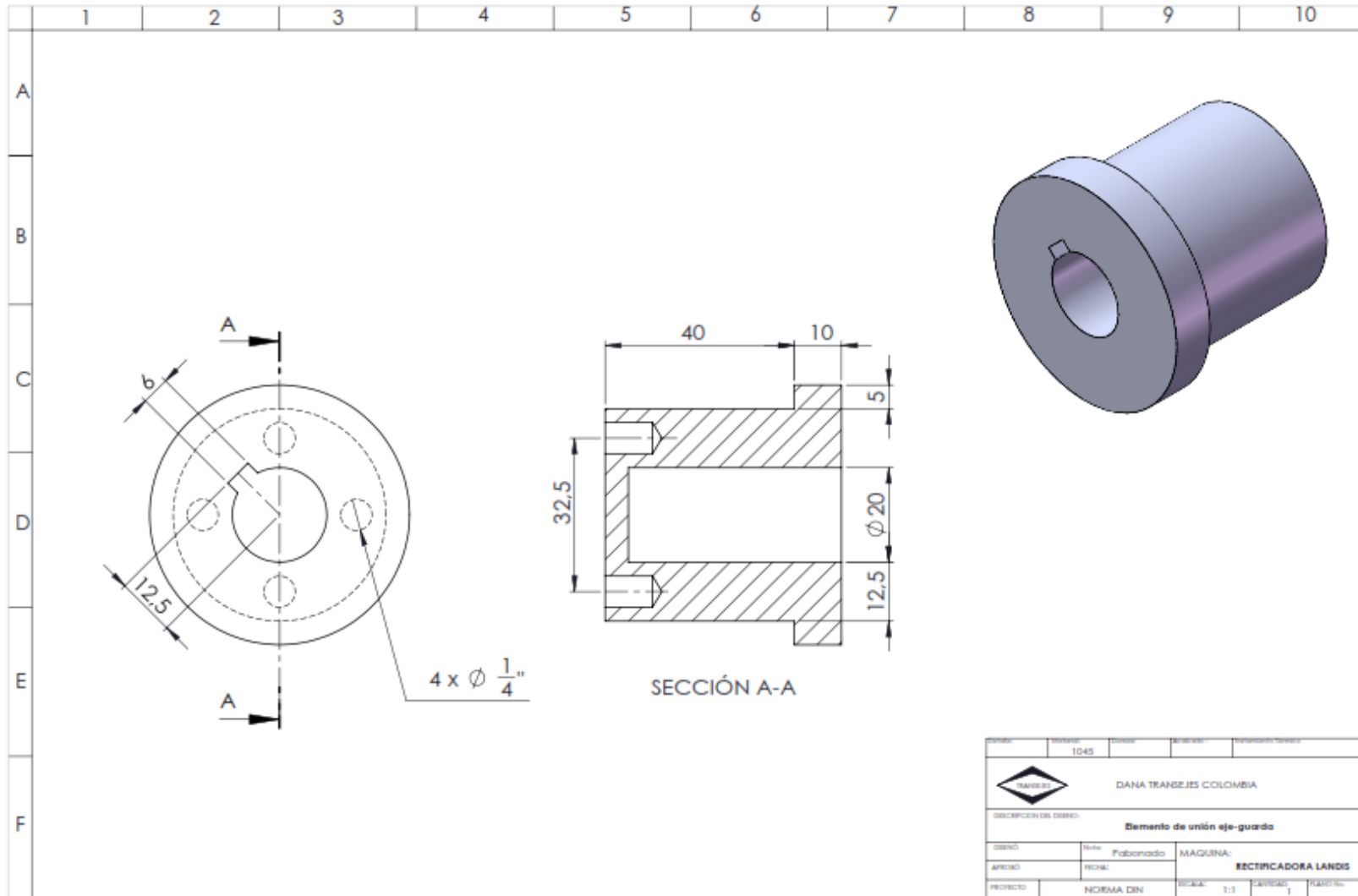


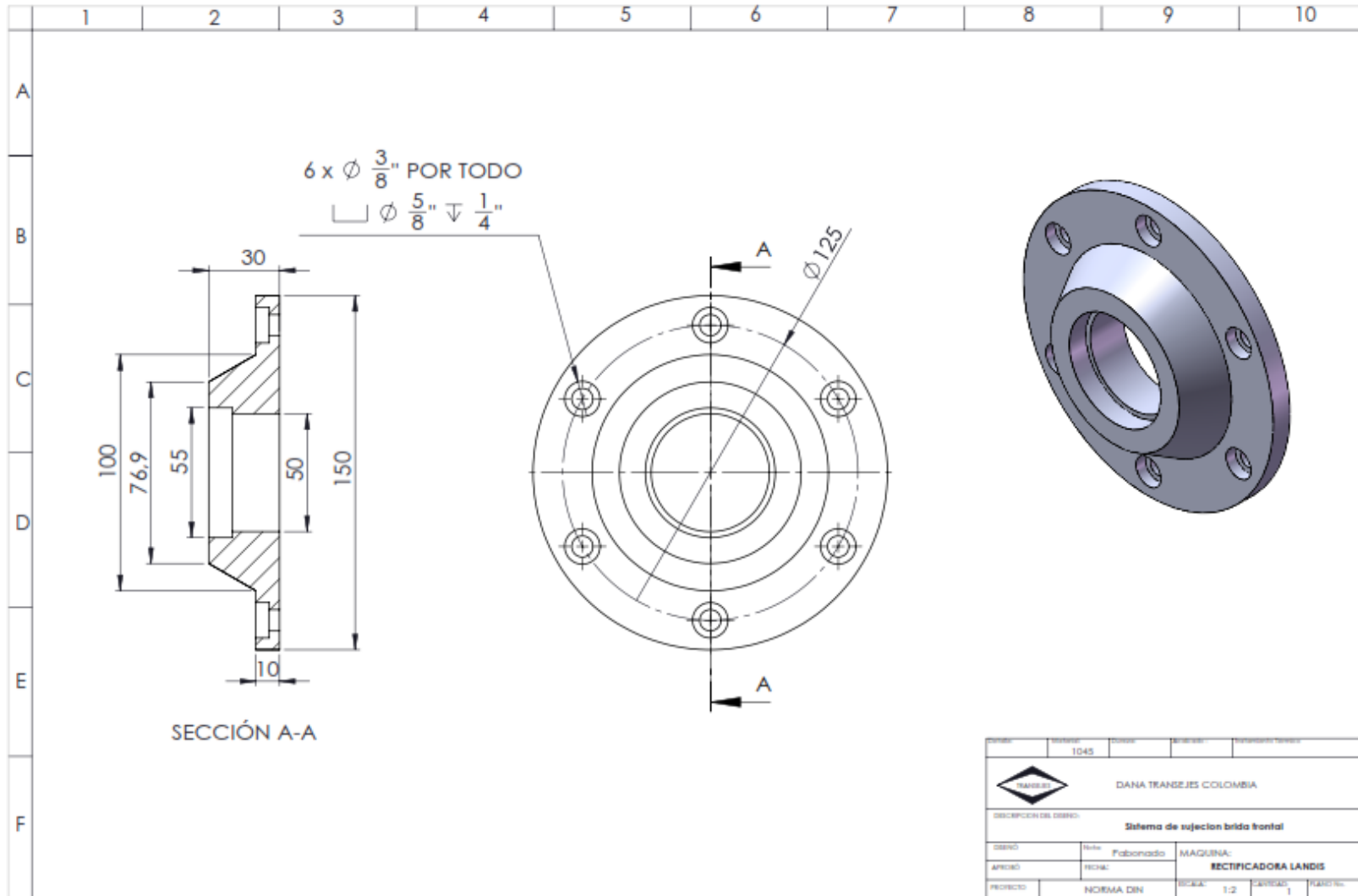


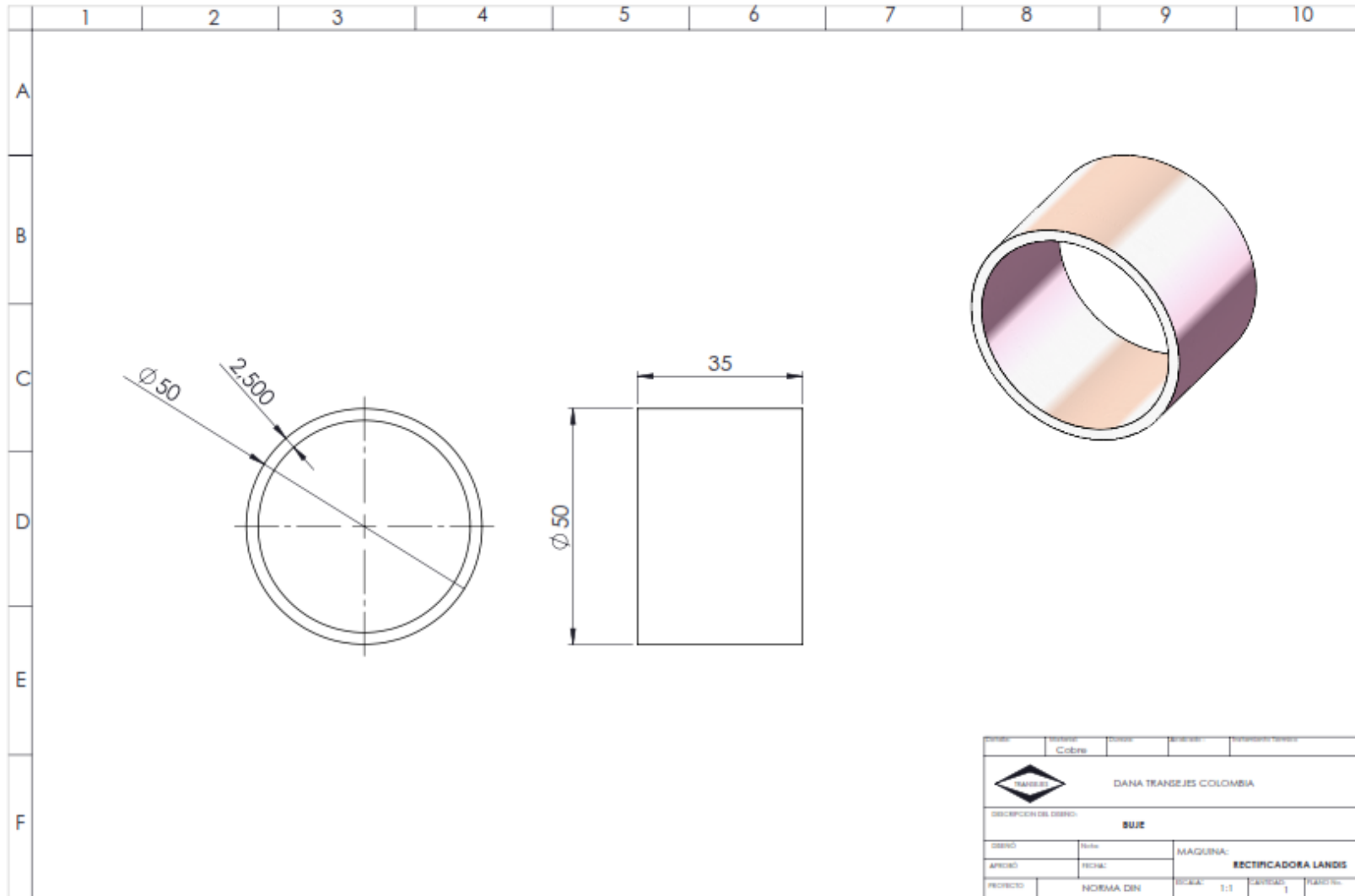


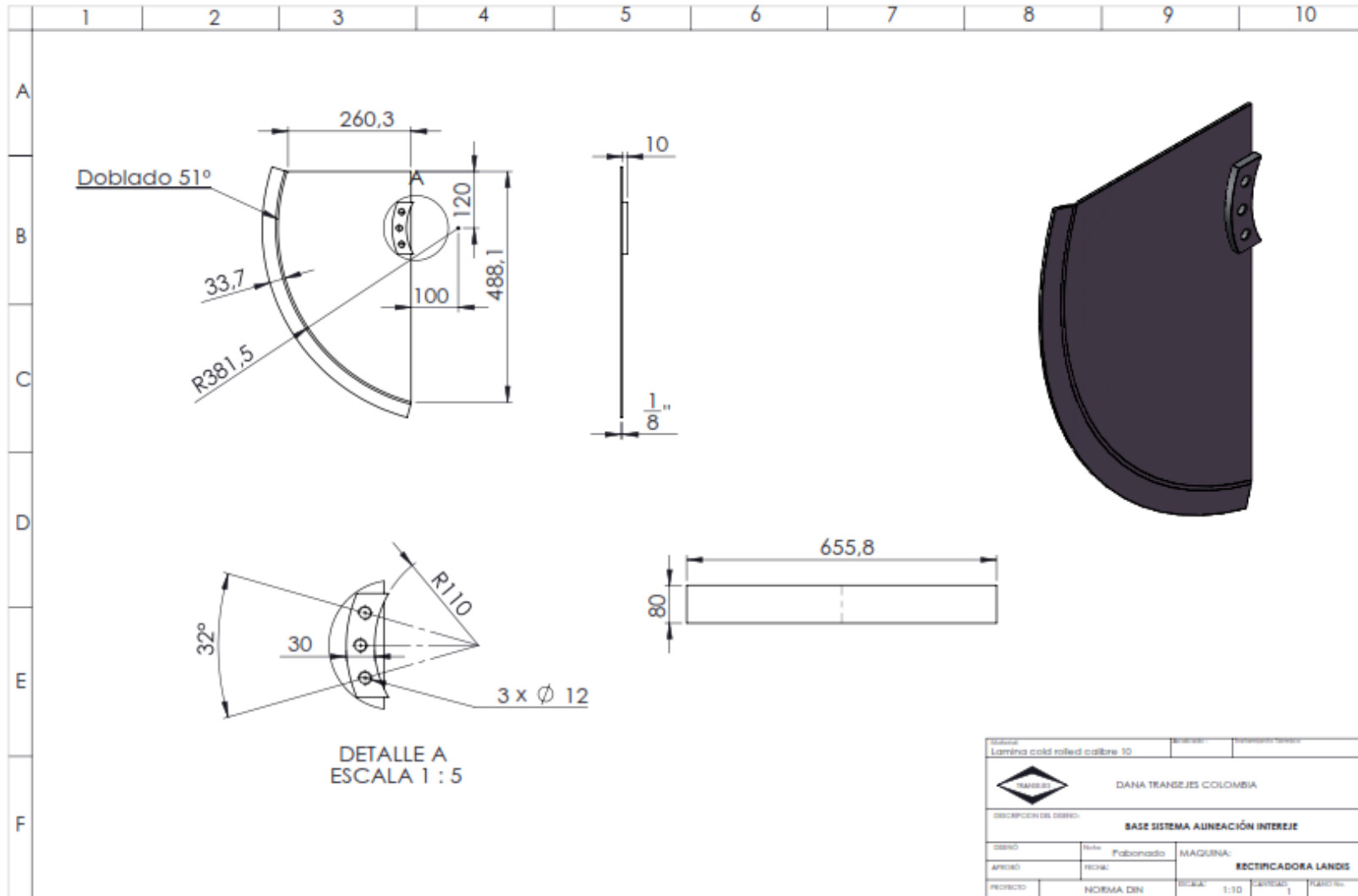


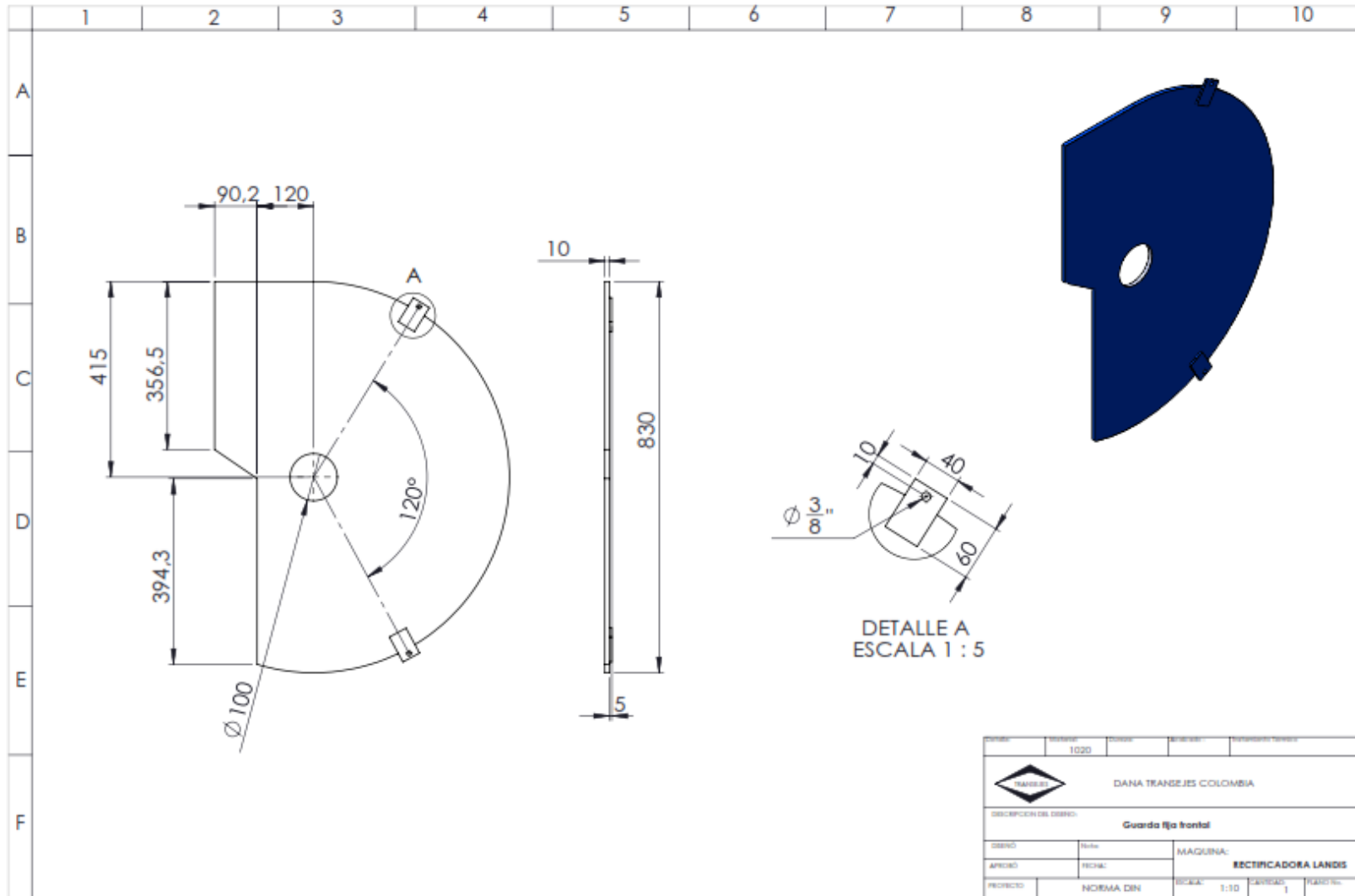


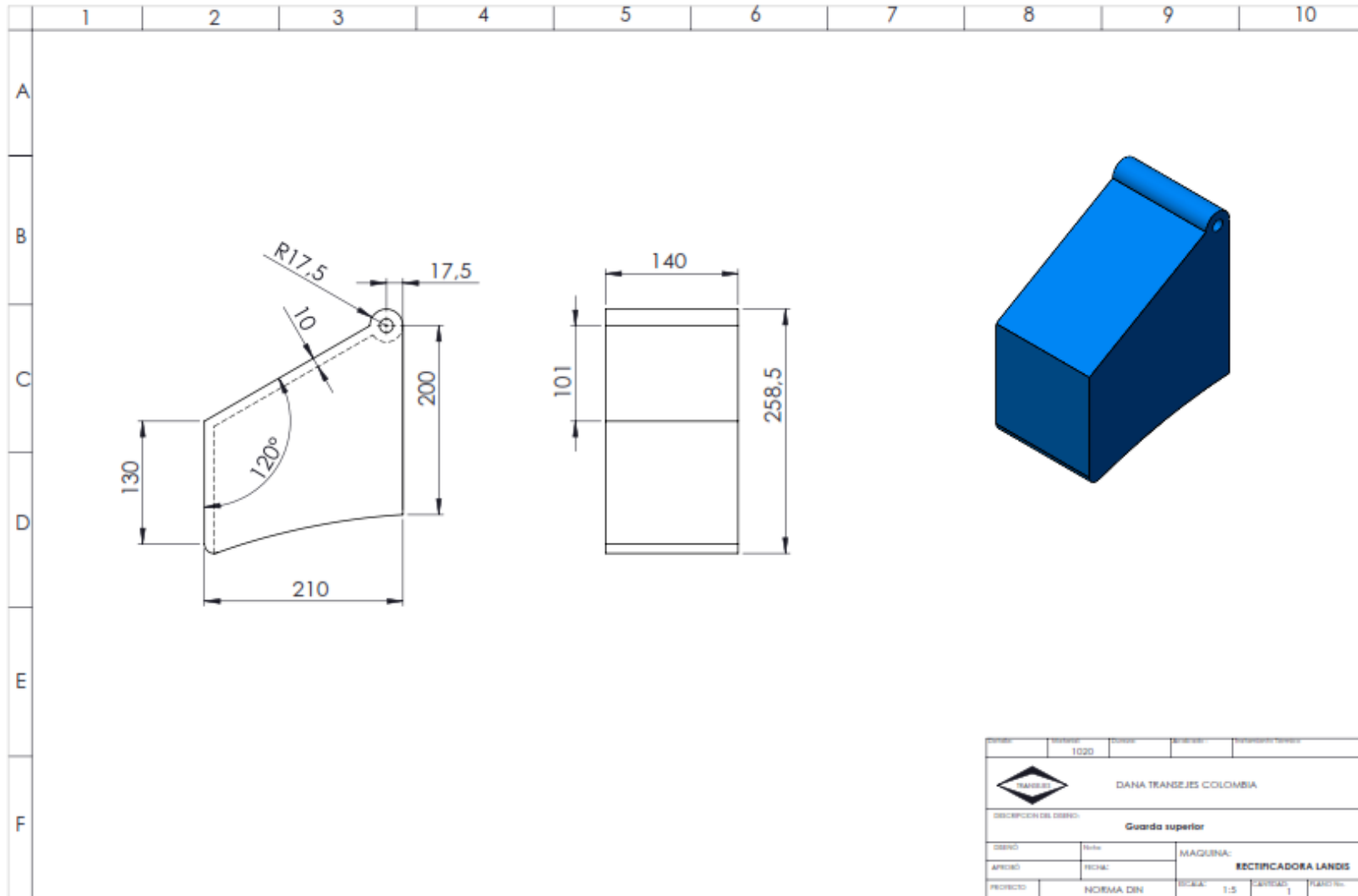


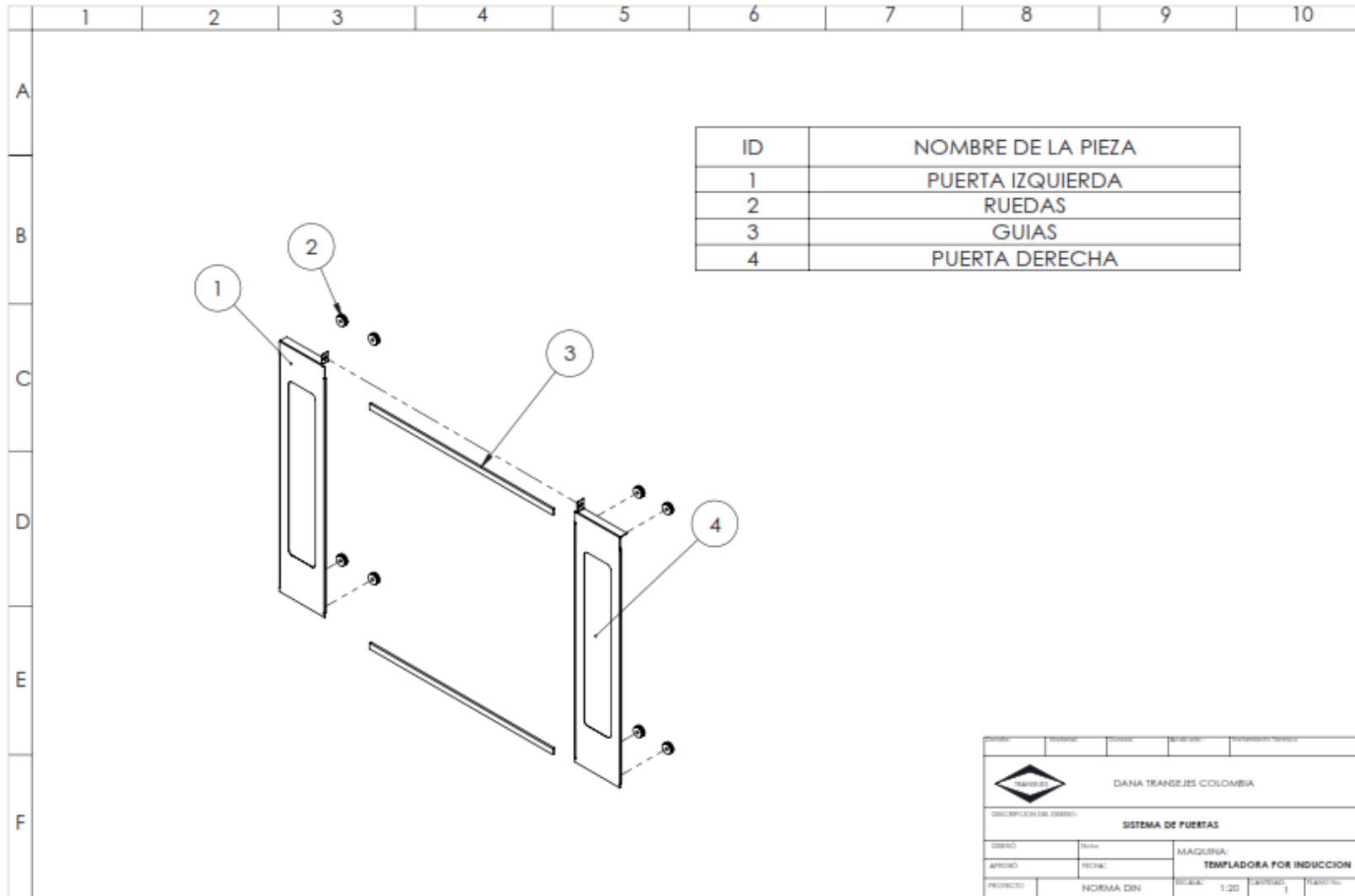


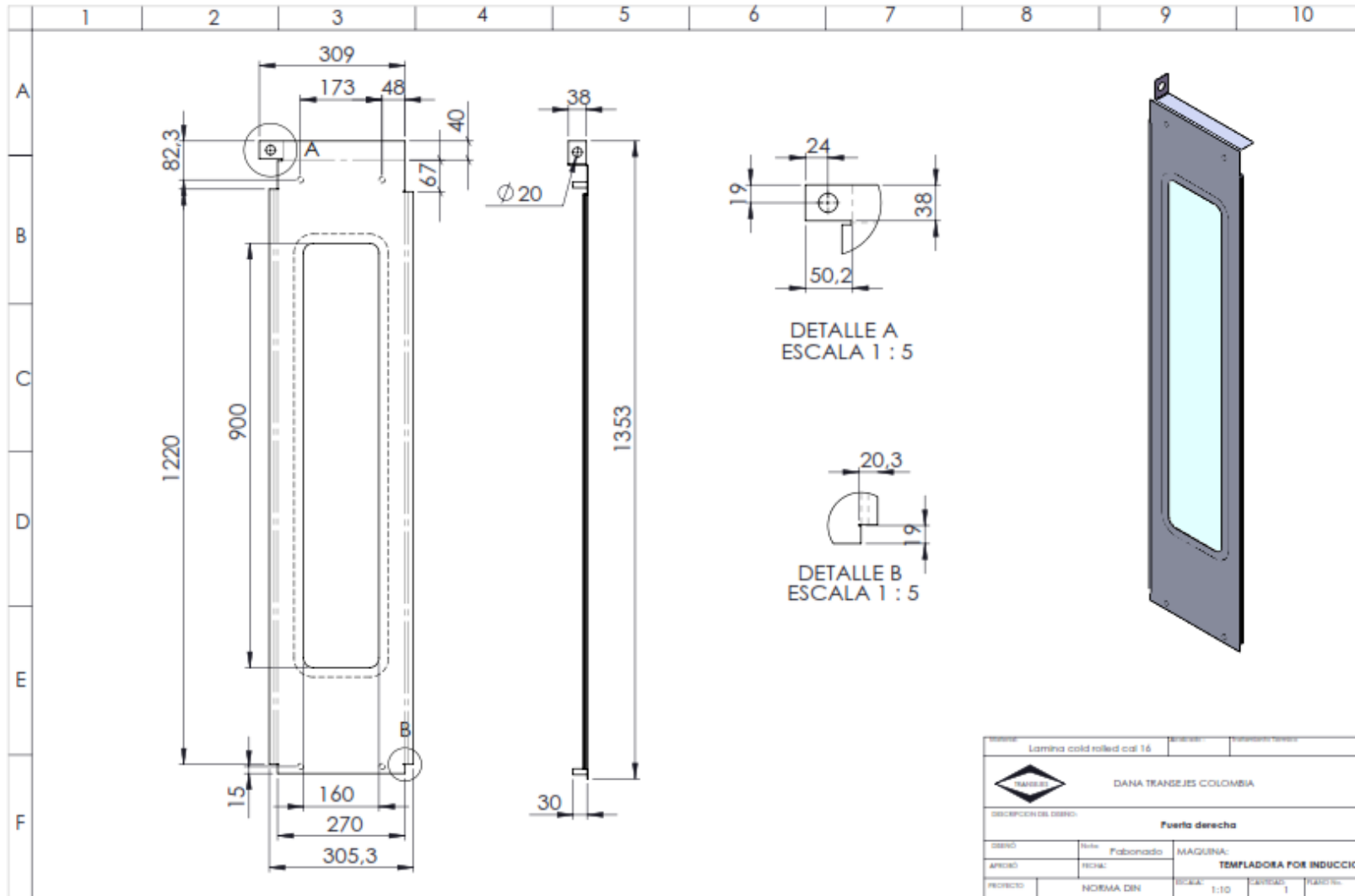


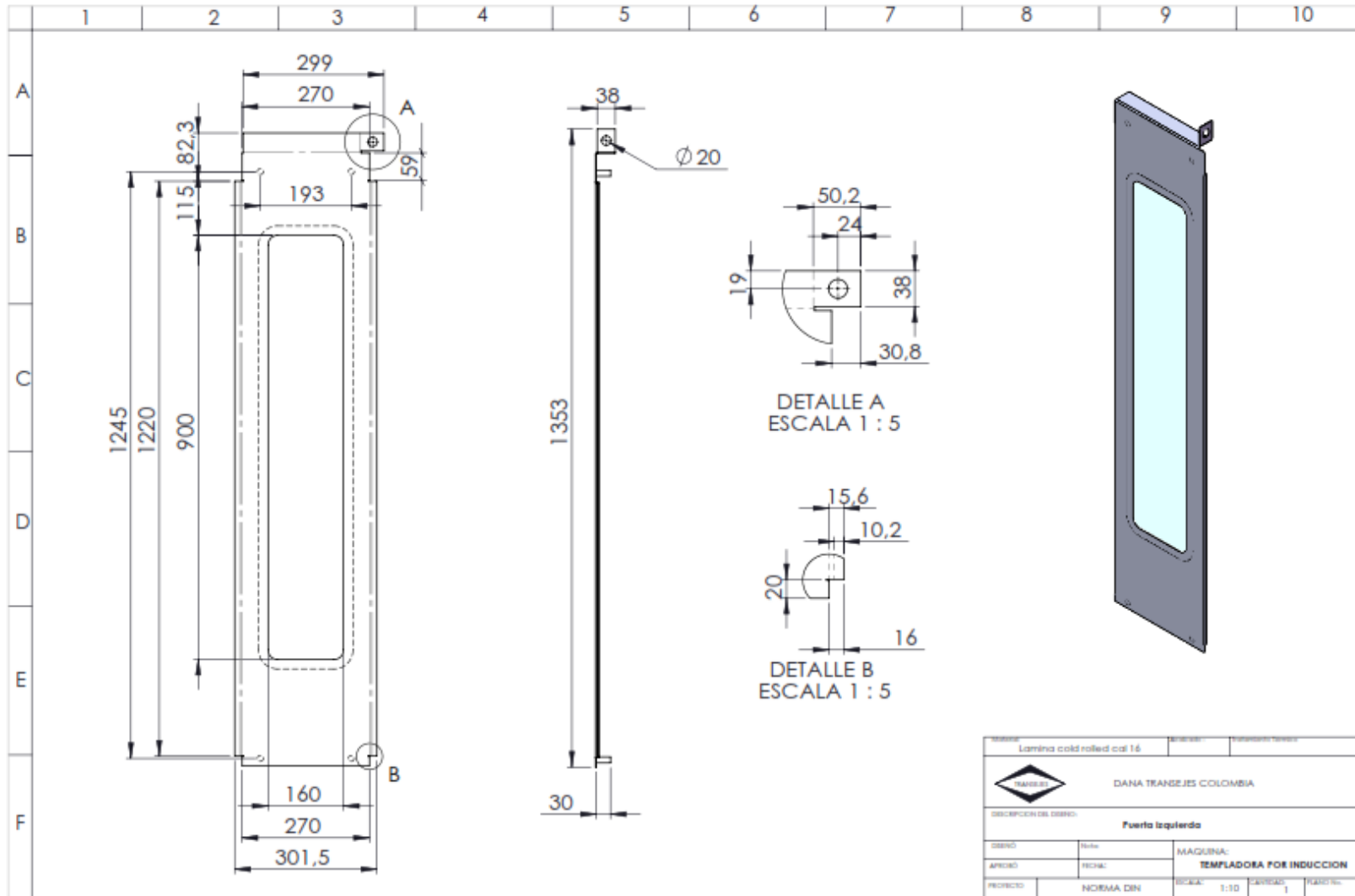




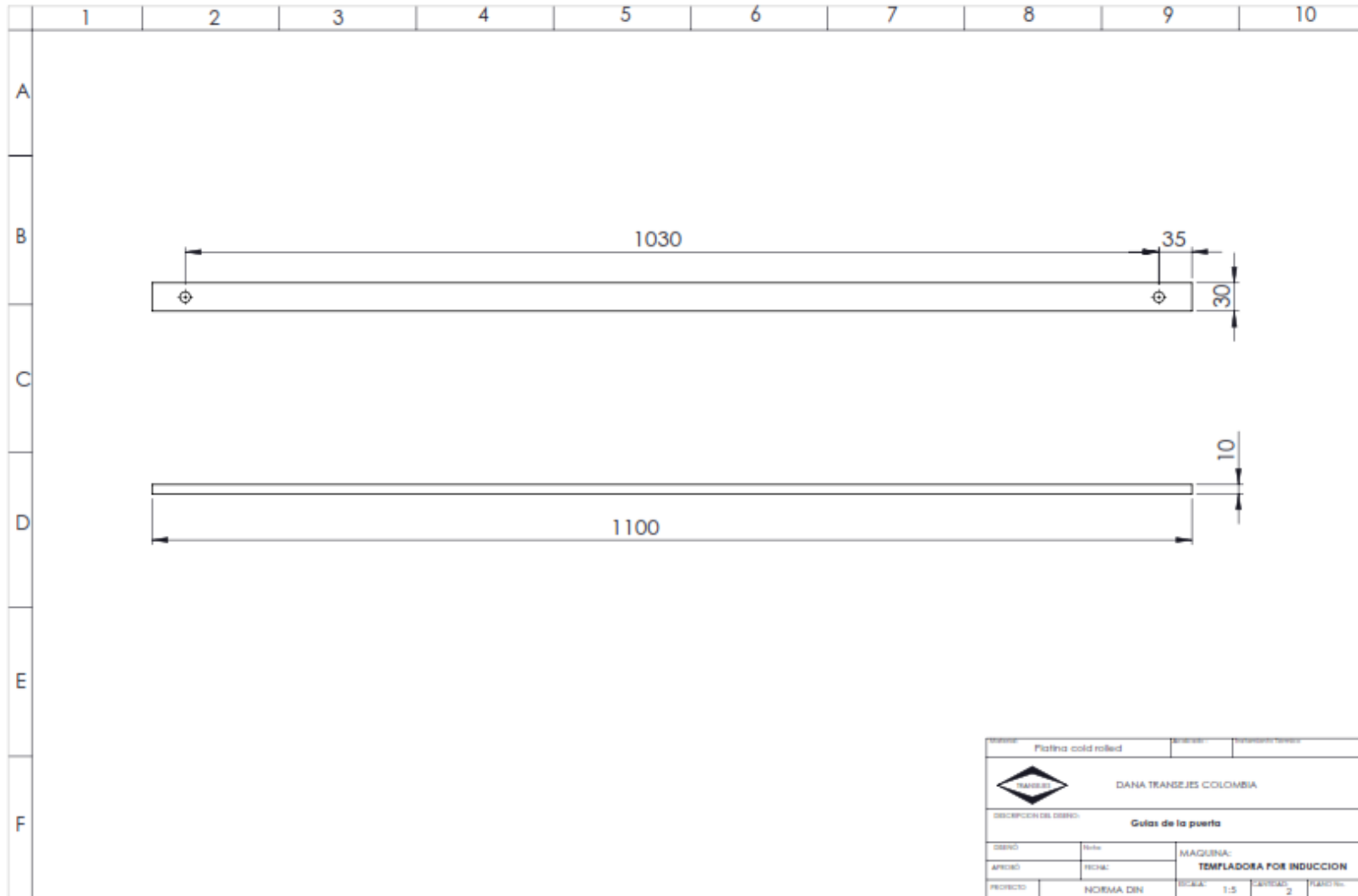


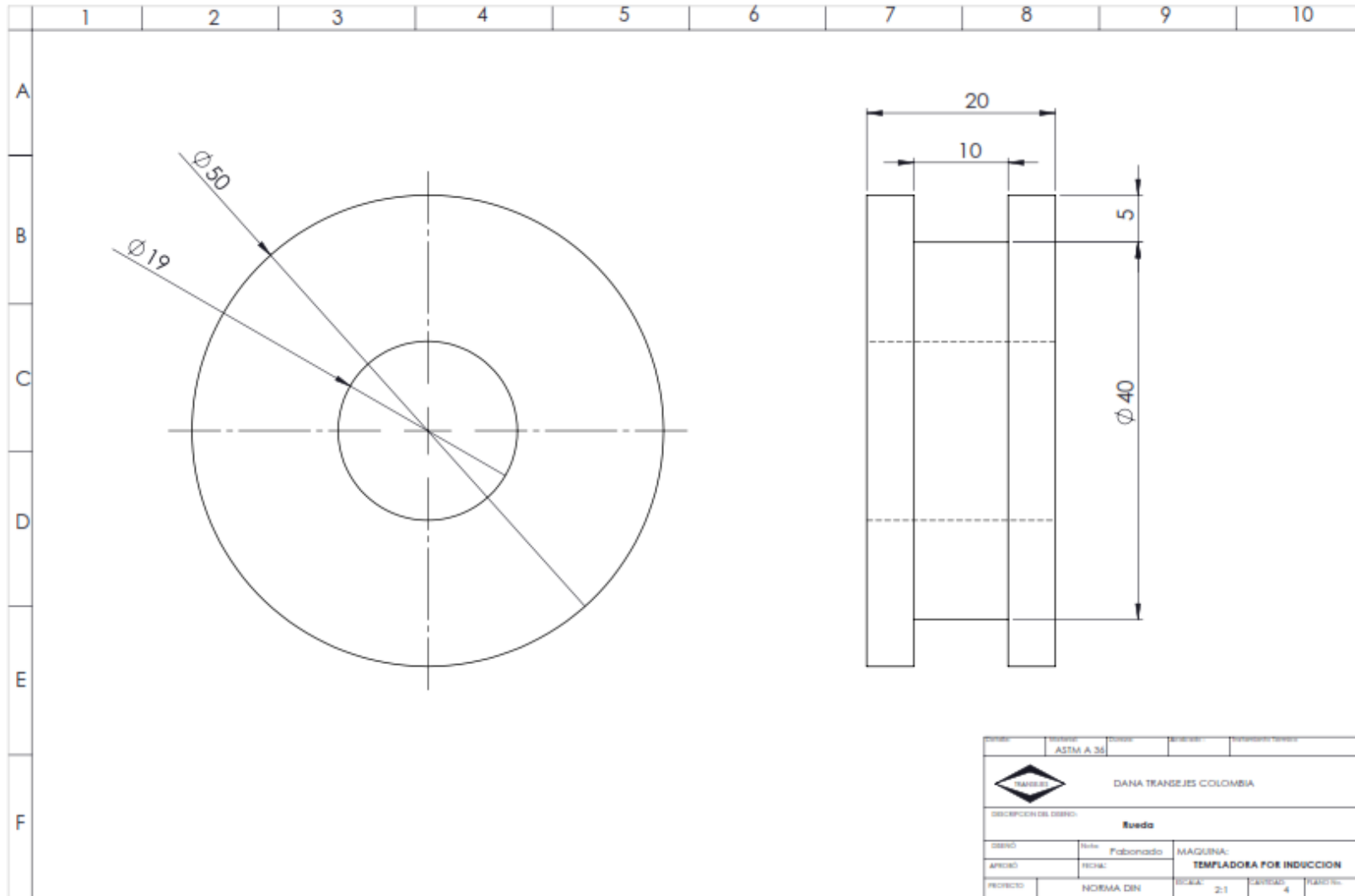


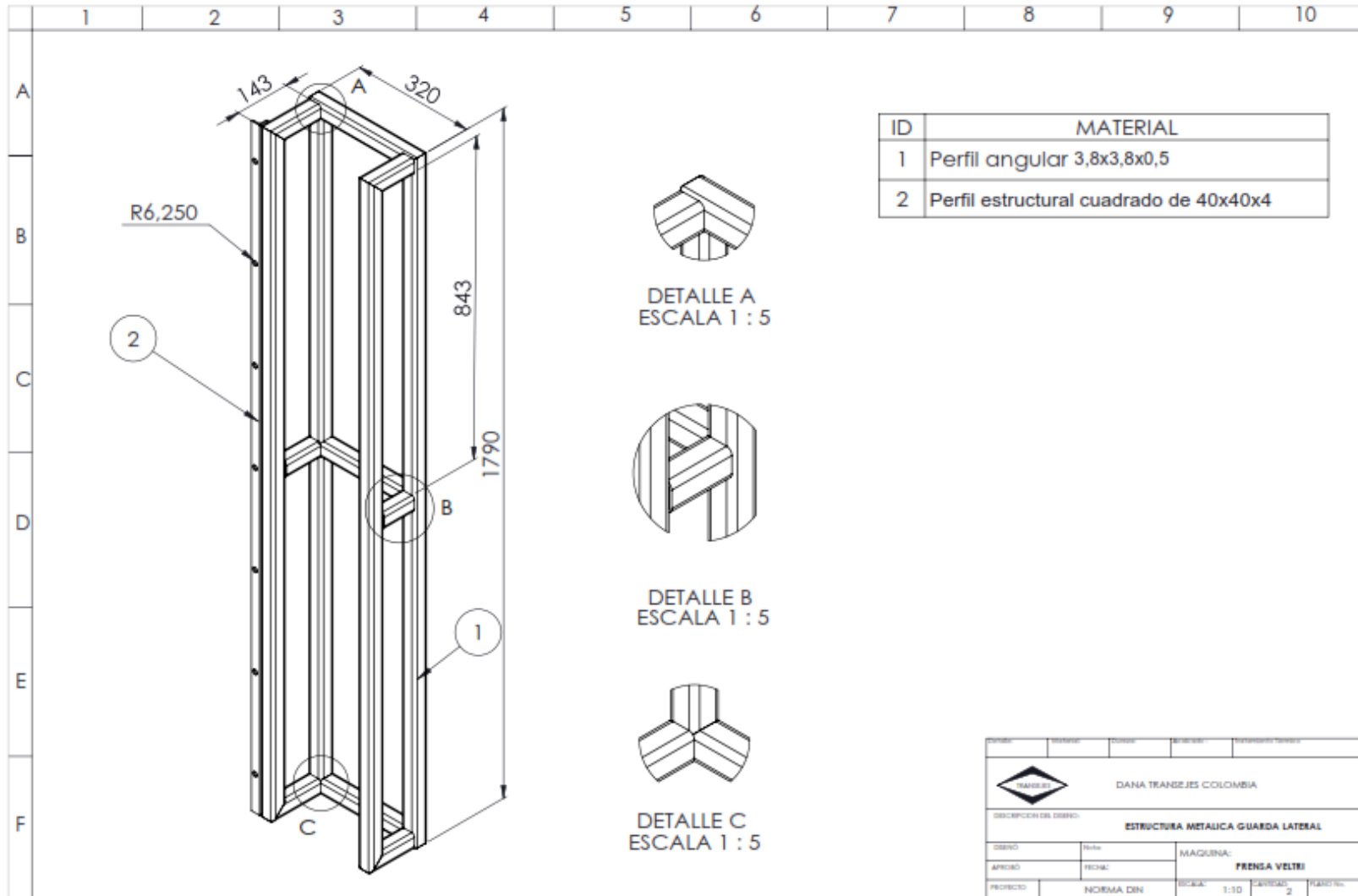


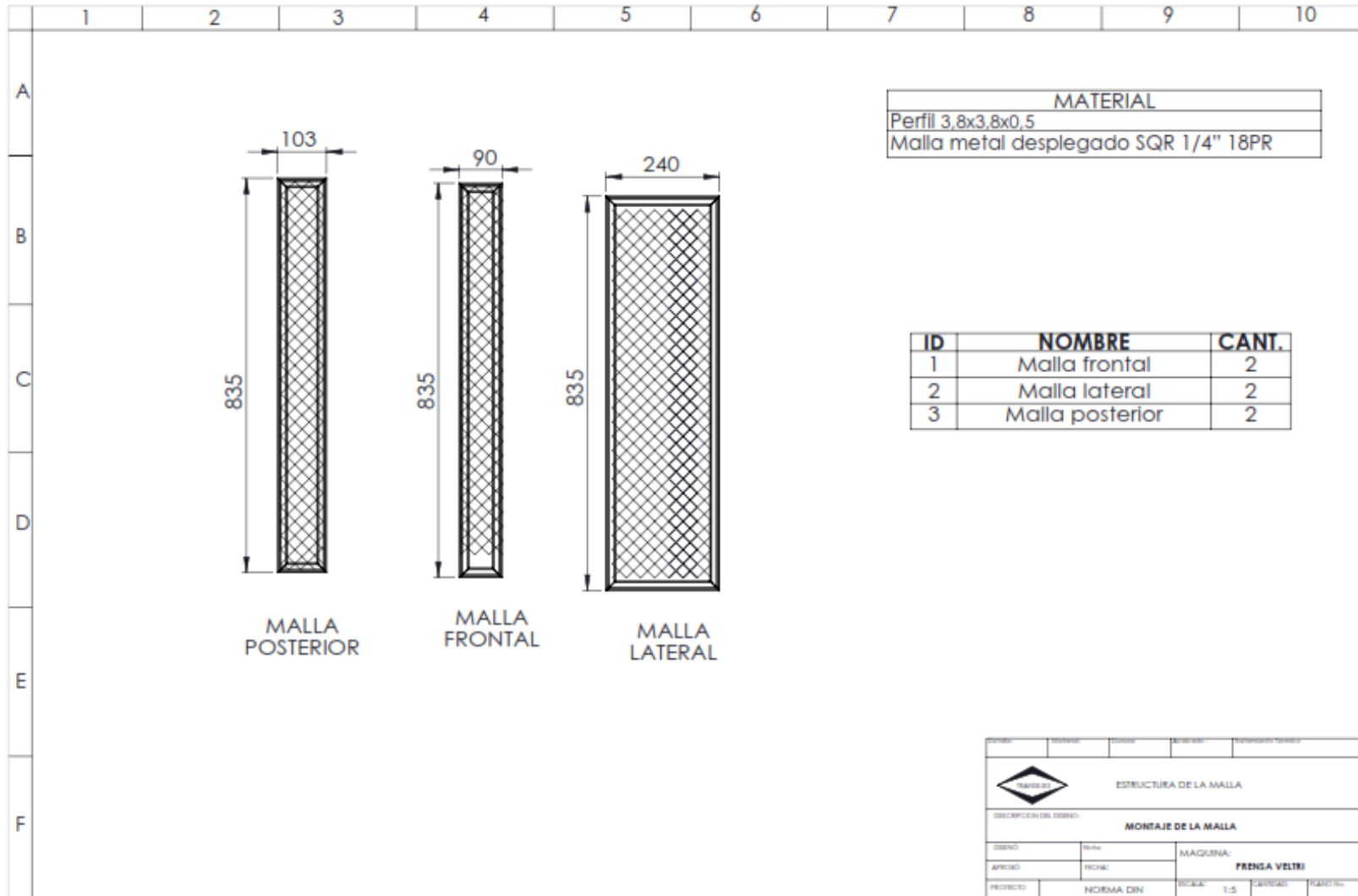


Lamina cold rolled col 16		Material: Transmision: Acero	
		DIANA TRANZEEZ COLOMBIA	
DESCRIPCION DEL DISEÑO: Puerta izquierda			
DISEÑO:	FECHA:	MAGUINA:	
APROBADO:	FECHA:	TEMPLADORA POR INDUCCION	
PROYECTO:	NORMA DIN	ESCALA: 1:10	PARTE No. 1









**Anexo F.**  
**INFORME TECNICO**

# **INFORME TECNICO FINAL**

## **DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA LA MAQUINARIA INDUSTRIAL CON ALTO RIESGO DE ACCIDENTES EN DANA TRANSEJES COLOMBIA**

**NATHALY AMEZQUITA BRICEÑO**

**BUCARAMANGA 2012**

## 1. ÍNDICE

1. ÍNDICE .....	248
2. INTRODUCCION.....	249
3. METODOLOGIA.....	251
4. DIAGNOSTICO Y PRESENTACIÓN DE HALLAZGOS .....	253
4.1 RECTIFICADORAS LANDIS.....	253
4.1.1 Descripción de la máquina. ....	253
4.1.2 Identificación y valoración de riesgos: .....	254
4.1.3 Diagnóstico de los sistemas actuales de seguridad: .....	258
4.2 TEMPLADORAS POR INDUCCION .....	267
4.2.1 Descripción de la máquina. ....	267
4.2.2 Identificación y valoración de riesgos: .....	268
4.2.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad: .....	271
4.3 PRENSA VELTRI .....	278
4.3.1 Descripción de la máquina. ....	278
4.3.2 Identificación y valoración de riesgos: .....	279
4.3.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad: .....	282
5. RECOMENDACIONES.....	286
ANEXOS .....	293

## **2. INTRODUCCION**

Este informe está orientado al análisis y diagnóstico de la situación actual de los sistemas de seguridad de las maquinas industriales identificadas como principales fuentes de riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores dentro de la planta de DANA Transejes Colombia ubicada en Girón.

Durante la ejecución de este proyecto se busca realizar una identificación y valoración de los riesgos a partir de una matriz de peligros que cuantifica el número de personas expuestas y la probabilidad de ocurrencia de accidentes, además de la información recopilada de los antecedentes y sugerencias de los operarios, y la utilización de listas de chequeo para identificar problemas generales en el mantenimiento, operación y cumplimiento de normas.

A partir de esta información, tomando como referente la jerarquía de controles, definir las recomendaciones y/o diseño de las alternativas de solución a nivel sistema a que haya lugar buscando eliminar la siniestralidad laboral ocasionada por condiciones inseguras frente a los riesgos.

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar, diagnosticar, recomendar y diseñar o mejorar los sistemas de seguridad para las maquinas con riesgo de accidentes, especificando las alternativas de solución más viable bajo los requisitos normativos vigentes del país, en la empresa Dana Transejes Colombia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Dar un diagnóstico de condiciones críticas que originan el riesgo y las medidas de prevención o alternativas de solución para cada caso.
- Reducir los índices de accidentalidad y siniestralidad, que generan un alto costo para la empresa.

- Dar cumplimiento a la legislación vigente en materias de seguridad y salud ocupacional.

### 3. METODOLOGIA

La empresa cuenta con oficinas, donde se genera los proyectos técnicos sin embargo las actividades principales de esta empresa son las realizadas en la planta de producción, ya que es en ésta donde se da el mayor porcentaje de los peligros laborales. Esta es la razón por la cual el punto de vista principal de la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos es centrado en las actividades de la planta, específicamente en 5 máquinas prioritarias: 2 rectificadoras de la línea de trípodes, 2 templadoras por inducción de la línea Interejes y una prensa de la línea de ensamble de ejes homocinéticos. Cada una con necesidades específicas de seguridad que necesitan una mejora.

- **Reconocimiento de las máquinas seleccionadas.** Se conoce el funcionamiento y partes de operación de cada una de las máquinas seleccionadas como fuente de riesgo para el personal, con el fin de comprenderlas antes de realizar el proceso de diseño para aislar los riesgos presentes en estas.
- **Identificación de necesidades.** Se obtienen los datos relevantes para la evaluación y diagnóstico de la situación actual de los sistemas de seguridad en las maquinas objeto de estudio, mediante encuestas de trabajo con los empleados, identificación y valoración de peligros, antecedentes de accidentes, normas que aplican a cada tipo de máquina y aplicación de listas de chequeo.
- **Diagnóstico de condiciones inseguras.** Se presenta con base a la información recolectada anteriormente, los hallazgos de cada máquina en cuanto al uso adecuado de los sistemas seguridad que poseen las máquinas y de cuales carece, que situaciones son las que generan un

ambiente peligroso, de qué forma influye el entorno de trabajo en el operario.

- **Recomendaciones.** En esta etapa se muestran las soluciones propuestas para eliminar o aislar los riesgos presentes en cada una de las máquinas trabajadas, usando la jerarquía de controles, para determinar la forma adecuada de afrontar el problema y determinar si se debe buscar una eliminación total del riesgo, sustituir equipos o procesos, rediseñar los equipos o procesos, usar resguardos, tomar medidas administrativas o simplemente adoptar un uso adecuado de EPP.

## 4. DIAGNOSTICO Y PRESENTACIÓN DE HALLAZGOS

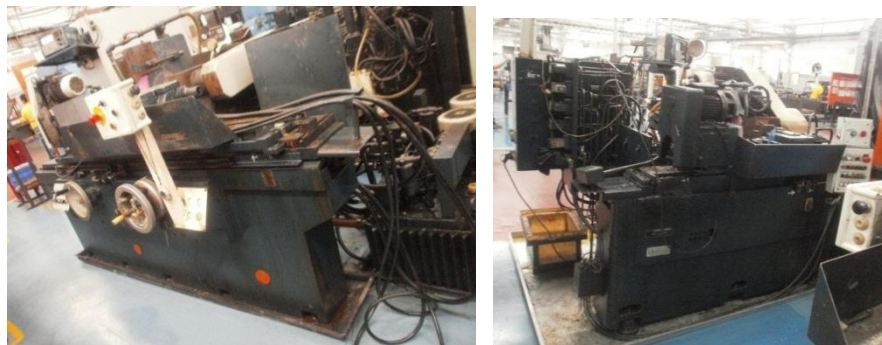
### 4.1 RECTIFICADORAS LANDIS

**4.1.1 Descripción de la máquina.** La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta.

Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico. Para el rectificado se utilizan discos abrasivos robustos, llamados muelas. El rectificado se aplica luego que la pieza ha sido sometida a otras máquinas herramientas que han quitado las impurezas mayores, dejando solamente un pequeño excedente de material para ser eliminado por la rectificadora con precisión.

Dentro de la planta se encuentran 4 rectificadoras, se han seleccionado las dos rectificadoras de la línea de trípodes Landis 2 y Landis Gendron (Ver figura 1).

Figura 120. Rectificadora Landis Gendron.



Fuente: Autora.

En esta operación se rectifica el diámetro de los trunnions de cada trípode (Ver figura 2) acorde a los requerimientos establecidos en el plan de control. Por medio de una piedra abrasiva de Oxido de Aluminio.

Figura 121. Trípode.



Fuente: Autora.

Figura 122. Funcionamiento de la rectificadora por etapas.



#### 4.1.2 Identificación y valoración de riesgos:

Los principales riesgos específicos derivados de la utilización de este tipo de máquinas, susceptibles de provocar accidentes se centran fundamentalmente en el hecho de que existe una muela que gira normalmente a gran velocidad y puede romperse. Asimismo, existen otro tipo de riesgos tales como los atrapamientos en la zona de operación, proyección de partículas, etc. (Ver anexo A, B y C).

Tabla 12. Identificación de riesgos de las rectificadoras.

	RIESGO	DESCRIPCION	CAUSA
MECANICO	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Tropezar o resbalar, con/sobre elementos, restos de material, refrigerante o virutas procedentes de los diferentes procesos	Falta de organización, orden y limpieza en el puesto. Superficies de tránsito sucias, suelos mojados y/o resbaladizos (grasas, aceites, líquido de frenos, refrigerantes, etc.), superficies irregulares o con aberturas, calzado inadecuado y falta de iluminación.
	CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Rotura de filas de material almacenado a la entrada y salida del proceso.	Mal apilado de los materiales. Falta de zonas definidas para acopio, falta de orden, excesiva altura de los apilados. Elementos mal apilados.
	CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Caídas de piezas de trabajo mientras se trabaja con ellos.	No se dispone de elementos útiles, pinzas o medios auxiliares que faciliten la manipulación de piezas pequeñas.
	CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS O SUSPENDIDOS	Caída de la piedra abrasiva durante su instalación o transporte.	Falta de señalización y validación de las zonas de paso de cargas y en mantenimiento. Deficiente estado de los medios.
	PISADAS SOBRE OBJETOS	Pisar o caminar sobre partes de la máquina, material y demás elementos relacionados con el proceso	Falta de orden y limpieza periódica del puesto
	GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Chocar o golpearse con partes salientes de máquinas u otros elementos fijos, así como acopios de material, que invaden la zona de trabajo.	Falta de separación suficiente entre elementos, de protección de zonas peligrosas, señalización horizontal...
	GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Chocar o golpearse por acceder a la trayectoria de equipos en movimiento	Falta de protecciones, cerramientos, vallas, señalización, dispositivos de seguridad....
	GOLPES Y CORTES POR CONTACTO CON LA MUELA ABRASIVA	Cortes con los elementos en movimiento como la muela abrasiva que gira a una velocidad considerablemente peligrosa.	Máquinas sin protecciones de las partes móviles, máquinas defectuosas, falta de concentración. Y no usar elementos auxiliares.

	PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Proyecciones de partículas, restos, viruta o chispas procedentes del rectificado de piezas. Proyección de elementos de la máquina por rotura o desprendimiento y del desprendimiento de la misma pieza en proceso.	No emplear EPP's, falta de señalización y mantenimiento adecuado. Velocidad excesiva del elemento abrasivo, elección incorrecta del abrasivo, falta de equilibrio o apriete excesivo de la muela, excesiva distancia del porta piezas de la muela, excesiva fuerza de incidencia de la pieza, paradas bruscas y falta de protecciones.
	ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS	Atrapamientos o aplastamientos con elementos de máquinas en funcionamiento como transmisiones y bancadas.	Descuido del operario, ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado, reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas, elementos móviles con energía acumulada, desconocimiento de la maquinaria, utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.
	EXPOSICIÓN AL RUIDO	Pérdida de audición por exposición continua a niveles de ruido superiores a los límites admisibles.	No realizar mediciones, no utilizar los EPP's adecuados, falta de señalización, formación y reconocimiento médico preceptivo.
	ILUMINACIÓN INADECUADA	Pérdida de capacidad visual por falta de iluminación en el puesto	No realizar mediciones, falta de iluminación localizada, falta de formación y reconocimiento médico preceptivo.
	EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Procedentes de funcionamiento de máquinas y herramientas que absorbe el trabajador.	Utilización de EPP's inadecuados, excesiva tiempo de exposición. Falta de vigilancia de la salud.
	INCENDIO	Combustión no controlada de materiales y sustancias en presencia del oxígeno del aire originada por una energía de activación en forma de calor, chispas, brasas, etc. Produce intoxicaciones y quemaduras	Falta de orden y limpieza, electricidad estática, deficiencias en instalaciones eléctricas, fugas de gases y combustibles, combustiones espontáneas, falta de formación en prevención.
	EXPLOSIÓN (ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS)	Liberación brusca de energía que causa ondas de choque o diferencias de presión muy potentes, originadas por elementos de naturaleza mecánica, electromagnética, neumática o por reacciones químicas de cinética rápida	Ausencia de sistemas de ventilación y extracción para eliminación de vapores, gases y polvo en suspensión de la atmósfera. Falta de orden y limpieza. No existe control de las atmósferas con riesgo de explosión.
ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Electrocución por contacto directo con partes en tensión de la máquina o instalación	Cuadros eléctricos e instalaciones no protegidas
	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Electrocución por contacto con partes o elementos de la máquina o instalación	Falta de aislamiento, tomas de tierra adecuadas, diferenciales y demás elementos de protección eléctrica

TÉRMICO	EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS	Golpes de calor por exposición prolongada a altas temperaturas en trabajos junto a instalaciones y elementos que generan gran cantidad de calor	Ausencia de ventilación adecuada, empleo inadecuado de EPP's, falta de mantenimiento de las instalaciones, no rotar los puestos de trabajo....
	CONTACTOS TÉRMICOS	Abrasiones y quemaduras por contacto directo	Falta de protecciones y resguardos fijos y regulables. No utilizar EPP's adecuados. Contacto con superficies calientes.
QUÍMICO	EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS	Contado o absorción de sustancias nocivas y/o tóxicas empleadas en los diferentes procesos o generadas por los mismos, humos y vapores metálicos, aceites refrigerantes, aditivos, vapores, sólidos en suspensión.....	Falta de formación en materia de manipulación de productos químicos, falta de fichas de seguridad y EPP's adecuados, deficientes medidas de higiene....
ERGONÓMICO	SOBRESFUERZOS, POSTURAS INADECUADAS Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS.	El acceso al punto de operación se dificulta con la guarda parcial fija.	Durante la realización de trabajos y el acceso a áreas a una altura inadecuada.

#### 4.1.3 Diagnóstico de los sistemas actuales de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN		CONDICION INSEGURA
LANDIS 2	LANDIS GENDRON	
Rectificados sin guarda completa		<b>Descripción y observaciones:</b>
		La máquina no tiene una guarda de seguridad efectiva que sirva de barrera entre las partes en movimiento y el operario, que evite la proyección de partículas en caso de rotura de la piedra abrasiva o expulsión de la pieza.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, proyección de fluidos, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		<b>Intolerable</b>
Lugar inadecuado para poner las piezas de trabajo		<b>Descripción y observaciones:</b>
		El material a mecanizar se organiza en series de 15 piezas que el operario ordena sobre la parte plana del contrapunto, esta ubicación es casi junto al punto de operación. Se han presentado incidentes donde las filas se derrumban y uno que otro trípode golpea la piedra que siempre está en movimiento, y genera pequeñas fracturas en la piedra y la posibilidad de expulsar la pieza a gran velocidad sobre el operario.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Proyección de partículas, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Importante

Volantes sin protección		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>Partes móviles de la maquina como volantes para posicionar la bancada se encuentran completamente descubiertos y giran constantemente presentando un peligro para el operario.</p>
		<p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Moderado</p>
No hay sensores para detectar la presencia del operario		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>No hay ninguna forma de detectar la presencia de las manos o partes del cuerpo del operario dentro del punto de operación, por lo que la maquina funciona normalmente sin advertir los riesgos a que expone al empleado.</p>
		<p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, cortes, amputaciones, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Intolerable</p>

Guarda incompleta e ineficaz		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>La máquina cuenta con una guarda parcial que cubre parte de la trayectoria de lo que pudiera ser expulsado sobre el operario, el uso de esta guarda ocasiona que el acceso al punto de operación solo sea posible sobre la guarda parcial, los inconvenientes se presentan debido a que esta situación obliga al operario a tener una postura incomoda debido a la altura de la guarda, ocasionando un riesgo ergonómico.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Posturas inadecuadas, dolor.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Moderado</p>
Peligro en la instalación de la muela		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>Errores en la instalación y prueba de la muela abrasiva, puede generar que se quiebre en funcionamiento a altas velocidades y no existe barrera localizada que aisle la muela, además el operario no conoce a suficiente profundidad las especificaciones e información pertinente para realizar el proceso.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Intolerable</p>

Peligro de la proyección de refrigerante

**Descripción y observaciones:**

El proceso de rectificado requiere constante suministro de refrigerante en la pieza de trabajo, el cual por efecto de contacto se derrama sobre el operario que tiene implementos de protección personal, pero también sobre el piso que se torna resbaladizo y sucio.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, Irritación y alergias.

**Valoración de riesgos:**

Moderado

**Descripción y observaciones:**

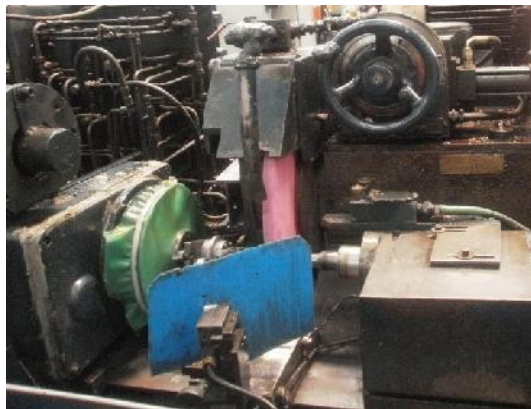
Debido al derrame de refrigerante, los empleados se vieron en la necesidad de utilizar medidas provisionales como plásticos que obligan al operario a estar constantemente alerta a fin de compensar su condición inadecuada





**Peligros identificados:**

Desconcentración y falta de visibilidad

**Valoración de riesgos:**

Tolerable



<p style="text-align: center;">Suciedad y fugas de aceite</p>		<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
		<p>Se evidencia suciedad y depósitos de aceite alrededor de las máquinas rectificadoras, además de mangueras expuestas en la parte posterior de las máquinas.</p> <hr/> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, desorden, caídas, resbalones.</p> <hr/> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Tolerable</p>
<p style="text-align: center;">Mandos sin identificar</p>		<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
		<p>Los mandos no cumplen cabalmente con las normas, todos los controles de mando no están completamente identificados con pictogramas o letreros que digan claramente su función, solo algunos están identificados y esto puede llevar a equivocaciones al momento de operarlos.</p> <hr/> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Confusión, mala operación de la máquina.</p> <hr/> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Moderado</p>

Paro de emergencia no elimina el peligro inmediatamente



**Descripción y observaciones:**

El paro de emergencia no provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves, no hay un freno que detenga inmediatamente el giro de la piedra, ni tampoco existe una guarda localizada que aisle el riesgo, pero el paro de emergencia si implica una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.

**Peligros identificados:**

Contusiones hematomas, heridas, fracturas, cortes, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, amputaciones, otros.

**Valoración de riesgos:**

Importante

**Descripción y observaciones:**

No existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a las personas expuestas disponer de tiempo para abandonar la zona de peligro

**Peligros identificados:**

Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros, cortes.

**Valoración de riesgos:**

Moderado

La máquina dispone de los siguientes dispositivos de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN		CONDICION SEGURA
LANDIS 2	LANDIS GENDRON	
Mandos		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>El paro de emergencia requiere una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.</p>
		<p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.</p>
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)
		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.</p>
		<b>Peligros identificados:</b>
		<p>Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.</p>
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)

Manejo seguro de las energías



**Descripción y observaciones:**

El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.

**Valoración de riesgos:**

Trivial (Controlado)

**Descripción y observaciones:**

Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.

**Valoración de riesgos:**

Trivial (Controlado)

Guarda fija en la transmisión



**Descripción y observaciones:**

La máquina tiene una guarda de seguridad fija localizada en la transmisión que sirva de barrera entre las partes en movimiento y el operario, evitando el acceso intencional o accidental a las partes peligrosas de la máquina.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, aplastamiento, golpes, laceraciones, cortes atrapamientos, otros.

**Valoración de riesgos:**

Trivial (Controlado)

## 4.2 TEMPLADORAS POR INDUCCION

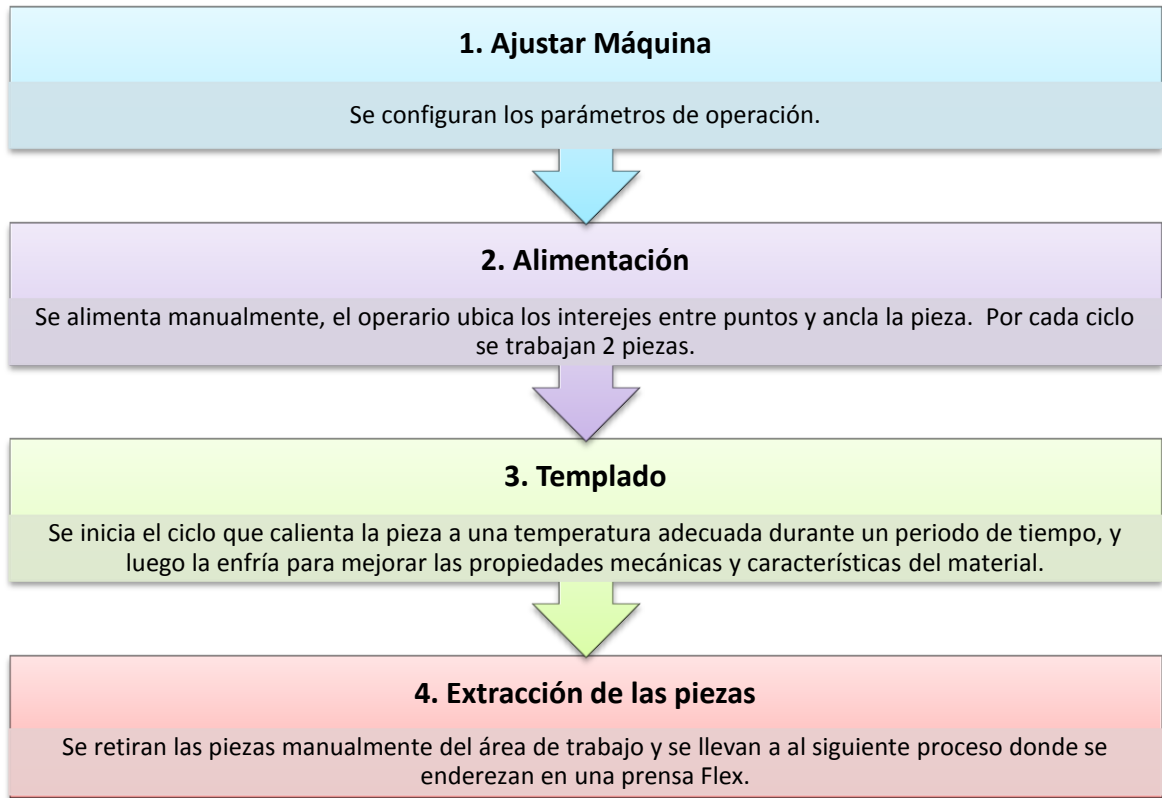
**4.2.1 Descripción de la máquina.** Dentro de la planta se encuentran 2 templadoras por inducción TOCCO, en la línea de interejes. Las templadoras Tocco I y II (Ver figura 4) hacen parte de la línea de producción de interejes, su función es el tratamiento térmico de las piezas, el cual consiste en calentar y mantener el intereje a temperaturas de 850° C durante cierto tiempo, y enfriarlas luego en las condiciones convenientes.

Figura 123. Estación de trabajo TOCCO I y II.



La instalación de temple por inducción en enfilada o estático está compuesta por un único puesto de trabajo con doble funcionalidad. En él se lleva a cabo el temple por inducción de las piezas teniendo lugar un desfile vertical de las mismas por el interior de los inductores que le aportan la energía necesaria o mediante un posicionamiento estático único en el que la energía es aportada a la pieza completa.

Figura 124. Funcionamiento de la temporada por inducción en etapas.



#### 4.2.2 Identificación y valoración de riesgos:

Los riesgos característicos de este tipo de máquinas, se centran fundamentalmente en el hecho de que maneja grandes cantidades de energía (Ver anexo D, E y F).



Tabla 13. Identificación de riesgos de las templadoras por inducción.

	RIESGO	DESCRIPCION	CAUSA
MECANICO	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Tropezar o resbalar, con/sobre elementos, refrigerante, aceite lubricante o hidrotemple.	Falta de organización, orden y limpieza en el puesto. Superficies de tránsito sucias, suelos mojados y/o resbaladizos (grasas, aceites, refrigerantes, etc.), superficies irregulares o con aberturas, calzado inadecuado y falta de iluminación.

CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	Subir y bajar escaleras de plataformas, maquinas o niveles de trabajo, disantos del suelo, así como caídas desde los mismos.	Falta de medidas de protección colectiva, barandillas, pasamanos, superficies antideslizantes, falta de orden y limpieza en plataformas.
CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Rotura de paquetes de material almacenado a La entrada y salida del proceso.	Elementos mal apilados.
CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Caídas de interejes mientras se trabaja con ellos.	Falta de uso de guantes antideslizante.
PISADAS SOBRE OBJETOS	Pisar o caminar sobre tubos, varillas, chapas y demás elementos relacionados con el proceso	Falta de orden y limpieza periódica del puesto
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Chocar o golpearse con partes salientes de máquinas u otros elementos fijos, así como acopios de material, que invaden la zona de trabajo.	Falta de separación suficiente entre elementos, de protección de zonas peligrosas, señalización horizontal...
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Chocar o golpearse por acceder a la trayectoria de equipos en movimiento, especialmente con las puertas automáticas.	Falta de sensores en las protecciones, cerramientos, vallas, señalización, dispositivos de seguridad.
PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Proyecciones de partículas de elementos de la máquina por rotura o desprendimiento y del desprendimiento de la misma pieza en proceso.	No emplear EPP's, mala alineación del intereje con el localizador y el cono con anillo de seguridad, excesiva fuerza de incidencia de la pieza, fragmentación del intereje, ausencia de guardas de protección colectiva contra las proyecciones de fragmentos y partículas.
ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS	Atrapamientos o aplastamientos con elementos de máquinas en funcionamiento como puertas y elementos de transmisión.	Descuido del operario, ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado, reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas, elementos móviles con energía acumulada, desconocimiento de la maquinaria, utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.
EXPOSICIÓN AL RUIDO	Pérdida de audición por exposición continua a niveles de mido superiores a los límites admisibles.	No realizar mediciones, no utilizar los EPP's adecuados, falta de señalización, formación y reconocimiento médico preceptivo.
ILUMINACIÓN INADECUADA	Pérdida de capacidad visual por falta de iluminación en el puesto	No realizar mediciones, falta de iluminación localizada, falta de formación y reconocimiento médico preceptivo.
EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Procedentes de funcionamiento de máquinas y herramientas que absorbe el trabajador.	Utilización de EPP's inadecuados, excesiva tiempo de exposición. Falta de vigilancia de la salud.

	EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES	Su absorción produce serios trastornos en la piel, la cara y los ojos. Las ionizantes tienen carácter carcinógeno.	Falta de formación sobre normas de protección, reconocimientos médicos específicos, aislamiento de sustancias radiactivas, control de la exposición y dosis recibidas, ventilación por aspiración, higiene personal y colectiva.
	INCENDIO	Combustión no controlada de materiales y sustancias en presencia del oxígeno del aire originada por una energía de activación en forma de calor, chispas, brasas, etc. Produce intoxicaciones y quemaduras	Falta de orden y limpieza, electricidad estática, deficiencias en instalaciones eléctricas, fugas de gases y combustibles, combustiones espontáneas, falta de formación en prevención.
	EXPLOSIÓN (ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS)	Liberación brusca de energía que causa ondas de choque o diferencias de presión muy potentes, originadas por elementos de naturaleza mecánica, electromagnética, neumática o por reacciones químicas de cinética rápida	Ausencia de sistemas de ventilación y extracción para eliminación de vapores, gases y polvo en suspensión de la atmósfera. Falta de orden y limpieza. No existe control de las atmósferas con riesgo de explosión.
ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Electrocución por contacto directo con partes en tensión de la máquina o instalación	Cuadros eléctricos e instalaciones no protegidas
	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Electrocución por contacto con partes o elementos de la máquina o instalación	Falta de aislamiento, tomas de tierra adecuadas, diferenciales y demás elementos de protección eléctrica
TERMICO	EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS	Golpes de calor por exposición prolongada a altas temperaturas en trabajos junto a instalaciones y elementos que generan gran cantidad de calor	Ausencia de ventilación adecuada, empleo inadecuado de EPP's, falta de mantenimiento de las instalaciones, no rotar los puestos de trabajo....
	CONTACTOS TÉRMICOS	Abrasiones y quemaduras por contacto directo	Falta de protecciones y resguardos fijos y regulables. No utilizar EPP's adecuados.
QUIMICO	EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS	Contado o absorción de sustancias nocivas y/o tóxicas empleadas en los diferentes procesos o generadas por los mismos, humos y vapores metálicos, aceites refrigerantes, aditivos, vapores, sólidos en suspensión.....	Falta de formación en materia de manipulación de productos químicos, falta de fichas de seguridad y EPP's adecuados, deficientes medidas de higiene....

#### 4.2.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN		CONDICION INSEGURA
TOCCO I	TOCCO II	
Guarda lateral		<b>Descripción y observaciones:</b>
x		El encerramiento de la máquina tiene el lado lateral deteriorado, el material del que se hizo la guarda de seguridad en ese lugar no es lo suficientemente resistente, y por el uso continuo se quebró.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Heridas, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Tolerable
Falta de vidrio de seguridad en la puerta que provoca derrames de liquido		<b>Descripción y observaciones:</b>
x		En el encerramiento de la maquina se evidencia la falta del vidrio izquierdo, que sirve como barrera entre el operario y el proceso, permitiendo el paso de fluidos o partículas.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Proyección de partículas, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, proyección de fluidos, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Moderado
		<b>Descripción y observaciones:</b>
		Debido al derrame de refrigerante a través del vidrio faltante, los empleados se vieron en la necesidad de utilizar medidas provisionales como piezas de plásticos que obligan al operador a estar constantemente alerta a fin de compensar su condición inadecuada
		<b>Peligros identificados:</b>
		Desconcentración y falta de visibilidad
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Tolerable

Refrigerante derramado en el piso		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>El proceso de templado requiere constante suministro de líquido hidrotemple en la pieza de trabajo para cambiar su temperatura, el cual se aplica por medio de duchas en toda el punto de operación, esto ocasiona que se filtre en la puerta llegando al piso que se torna resbaladizo y sucio.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, Irritación y alergias.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Moderado</p>
Mal funcionamiento de las puertas automáticas		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>El sistema automático de puertas está bastante deteriorado lo que dificulta la apertura y cierre de la guarda, el operario en ocasiones debe acomodar la puerta para que cierre correctamente y no siempre abre completamente las puertas por lo que no se puede iniciar ciclo.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Intolerable</p>

Falta de sensores para detectar la presencia del operario en el punto de operación.		<b>Descripción y observaciones:</b>	
		<p>No hay ninguna forma de detectar la presencia de las manos o partes del cuerpo del operario dentro del punto de operación, por lo que la maquina funciona normalmente sin advertir los riesgos a que expone al empleado.</p>	
		<b>Peligros identificados:</b>	
		<p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, cortes, amputaciones, otros.</p>	
		<b>Valoración de riesgos:</b>	
		Intolerable	
Controles sin identificar		<b>Descripción y observaciones:</b>	
		<p>Los mandos no cumplen cabalmente con las normas, todos los controles de mando no están completamente identificados con pictogramas o letreros que digan claramente su función, solo algunos están identificados y esto puede llevar a equivocaciones al momento de operarlos</p>	
		<b>Peligros identificados:</b>	
		<p>Confusión, mala operación de la máquina.</p>	
		<b>Valoración de riesgos:</b>	
		Moderado	

Tiempo de cierre de puertas demasiado largo



x

**Descripción y observaciones:**

Tiene doble botonera dispuesta de modo que requiere que el operario tenga ambas manos ocupadas, pero el tiempo en el que la maquina cierra la puerta y aísla el riesgo es mayor del que demora el operario en liberar sus manos de los botones, dando lugar a un posible accidente si el operario introduce sus manos por accidente antes del cierre de la puerta.

**Peligros identificados:**

Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, cortes, amputaciones, otros.

**Valoración de riesgos:**

Intolerable

**Descripción y observaciones:**

Los botones de accionamiento de arranque o puesta en tensión no deben ser rojo, es posible el blanco, negro, verde o gris.





**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, golpes, laceraciones, otros.

**Valoración de riesgos:**

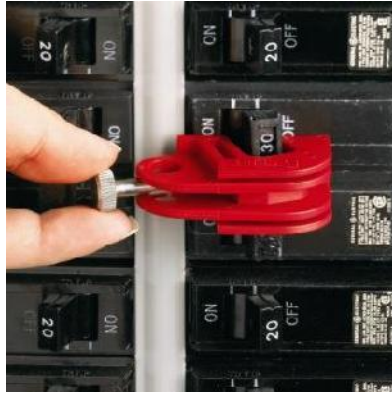
Moderado

La máquina dispone de los siguientes dispositivos de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN		CONDICION SEGURA
LANDIS 2	LANDIS GENDRON	
Paro de emergencia		<b>Descripción y observaciones:</b>
		El paro de emergencia requiere una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)
		<b>Descripción y observaciones:</b>
		El paro de emergencia provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones hematomas, heridas, fracturas, cortes, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, amputaciones, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)
Mando		<b>Descripción y observaciones:</b>
		Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)

<b>Guarda fija en transmisión</b>		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>La máquina tiene una guarda de seguridad fija localizada en la transmisión que sirva de barrera entre las partes en movimiento y el operario, evitando el acceso intencional o accidental a las partes peligrosas de la máquina.</p>
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, aplastamiento, golpes, laceraciones, cortes atrapamientos, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)
<b>Guarda general adecuada</b>		<b>Descripción y observaciones:</b>
		<p>La máquina tiene una guarda de seguridad efectiva que sirva de barrera entre las partes en movimiento y el operario, que evite la proyección de partículas en caso de rotura o expulsión de la pieza.</p>
		<b>Peligros identificados:</b>
		Contusiones hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, proyección de fluidos, otros.
		<b>Valoración de riesgos:</b>
		Trivial (Controlado)

Manejo seguro de las energías



**Descripción y observaciones:**

El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.

**Valoración de riesgos:**

Trivial (Controlado)

**Descripción y observaciones:**

Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.

**Peligros identificados:**

Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.

**Valoración de riesgos:**

Trivial (Controlado)

## 4.3 PRENSA VELTRI

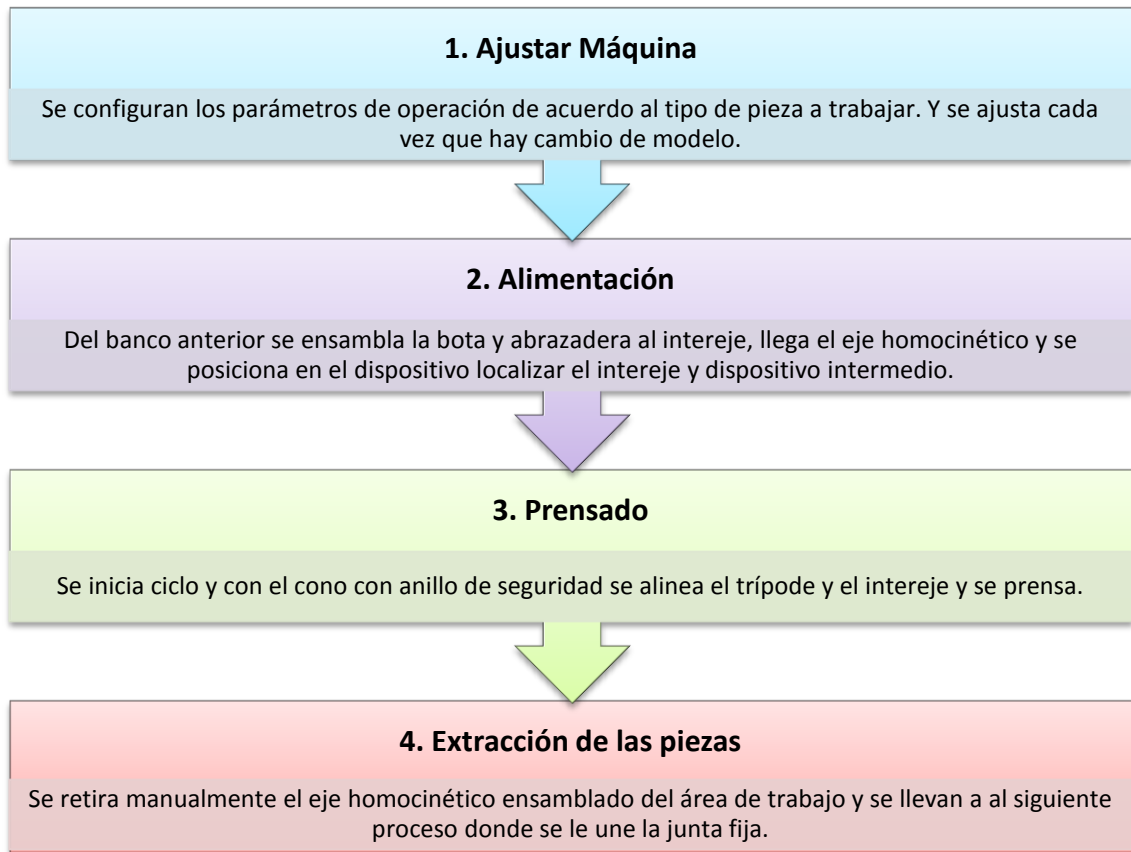
**4.3.1 Descripción de la máquina.** Las prensas son máquinas altamente versátiles, que se emplean en el sector para realizar operaciones de embutición, estampación, corte de chapa, etc. Esta máquina acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

Dentro de la planta hay varias prensas distribuidos en las líneas de producción. Se selección la prensa Veltri (Ver figura 6) que remplaza el sistemas volante-motor por un servomotor y tornillo de bolas, se encuentra ubicada en la línea de ensamble de ejes homocinéticos y su función es ensamblar el trípode con el intereje.

Figura 125. Sistema de prensado por etapas.



Figura 126. Sistema de prensado por etapas.



#### 4.3.2 Identificación y valoración de riesgos:

Principales riesgos específicos derivados de la utilización de este tipo de máquinas, susceptibles de provocar accidentes tales como los atrapamientos en la zona de operación, proyección de partículas, etc. No se consideran los riesgos generales comunes a otras máquinas (Ver anexo G, H e I).

Tabla 14. Identificación de riesgos de la prensa Veltri.



	RIESGO	DESCRIPCION	CAUSA
MECANI 8	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Tropezar o resbalar, con/sobre elementos o piezas de trabajo.	Falta de organización, orden y limpieza en el puesto.

	CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Rotura de paquetes de material almacenado a La entrada y salida del proceso como las botas de las juntas a los extremos del intereje.	Mal apilado de los materiales. Falta de zonas definidas para acopio, falta de orden. Elementos mal apilados.
	CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Caídas de interejes, botas, cono de alineación y demás elementos del proceso mientras se trabaja con ellos.	No se dispone de elementos, útiles, carros y demás medios auxiliares que faciliten la manipulación.
	PISADAS SOBRE OBJETOS	Pisar o caminar sobre tubos, varillas, y demás elementos relacionados con el proceso	Falta de orden y limpieza periódica del puesto
	GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Chocar o golpearse con partes salientes de máquinas u otros elementos fijos, así como acopios de material, que invaden la zona de trabajo.	Falta de separación suficiente entre elementos, de protección de zonas peligrosas, señalización horizontal...
	GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Chocar o golpearse por acceder a la trayectoria de equipos en movimiento	Falta de protecciones, cerramientos, vallas, señalización, dispositivos de seguridad....
	PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Proyecciones de partículas y elementos de la máquina por rotura o desprendimiento y del desprendimiento de la misma pieza en proceso.	No emplear EPP's, falta de señalización y mantenimiento adecuado. Trabajar en condiciones inadecuadas de velocidad, Fuerza y un sistema de sujeción de la pieza de trabajo mal diseñado.
	ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR ENTRE OBJETOS	Atrapamientos o aplastamientos con elementos de máquinas en funcionamiento como prensas, transmisiones, etc...	Descuido del operario, ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado, reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas, elementos móviles con energía acumulada, desconocimiento de la maquinaria, utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.
	EXPOSICIÓN AL RUIDO	Pérdida de audición por exposición continua a niveles de ruido superiores a los límites admisibles.	No realizar mediciones, no utilizar los EPP's adecuados, falta de señalización, formación y reconocimiento médico preceptivo.
	ILUMINACIÓN INADECUADA	Pérdida de capacidad visual por falta de iluminación en el puesto	No realizar mediciones, falta de iluminación localizada, falta de formación y reconocimiento médico preceptivo.
	EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Procedentes de funcionamiento de máquinas y herramientas que absorbe el trabajador.	Utilización de EPP's inadecuados, excesiva tiempo de exposición. Falta de vigilancia de la salud.
ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Electrocución por contacto directo con partes en tensión de la máquina o instalación	Cuadros eléctricos e instalaciones no protegidas

	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Electrocución por contacto con partes o elementos de la máquina o instalación	Falta de aislamiento, tomas de tierra adecuadas, diferenciales y demás elementos de protección eléctrica
--	---------------------------------	---	--

### 4.3.3 Diagnostico de los sistemas actuales de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN	CONDICION INSEGURA
No tiene guarda en el punto de operación	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>La máquina no tiene una guarda de seguridad efectiva que sirva de barrera entre las partes en movimiento y el operario, que evite la proyección de partículas en caso de rotura o expulsión de la pieza.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p><b>Intolerable</b></p>
Sistema de sujeción inseguro	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>El sistema de sujeción que tiene actualmente utiliza un cono que se pone y retira cada vez que se inicia y termina el prensado y no es muy seguro, además en el centro solo tiene un apoyo para ayudar a alinear el intereje, pero no puede evitar que la pieza de trabajo golpee al operario si sale expulsada.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Proyección de partículas, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p><b>Intolerable</b></p>
Partos móviles sin guarda	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>Partes móviles de la transmisión de la maquina como el tornillo de bolas se encuentran completamente descubiertos y giran constantemente presentando un peligro para el operario.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, pellizco aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b></p> <p>Moderado</p>

No posee sensores para identificar la presencia del operario	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>No hay ninguna forma de detectar la presencia de las manos o partes del cuerpo del operario dentro del punto de operación, por lo que la maquina funciona normalmente sin advertir los riesgos a que expone al empleado.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, cortes, amputaciones, atrapamientos, otros.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b> Intolerable</p>
Mando de doble botonera ineficaz	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>Aunque la maquina posee doble y obliga al operario a tener ocupadas las dos manos, una vez activado el ciclo de operación de la maquina el operador puede retirar sus manos y ponerlas en el punto de operación de la prensa.</p> <p><b>Peligros identificados:</b></p> <p>Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, atrapamiento, amputación y aplastamiento.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b> Intolerable</p>

La máquina dispone de los siguientes dispositivos de seguridad:

EVIDENCIA EN IMAGEN	CONDICION SEGURA
Mandos seguro de maniobrar	<b>Descripción y observaciones:</b>
  	Los mandos cumplen cabalmente con las normas, todos los controles de mando están completamente identificados con pictogramas o letreros que digan claramente su función.
	<b>Peligros identificados:</b>
	Confusión, mala operación de la máquina.
	<b>Valoración de riesgos:</b>
	Trivial (Controlado)
	<b>Descripción y observaciones:</b>
	Los mandos son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca, y no se pueden generar accionamientos por maniobras no intencionadas.
	<b>Peligros identificados:</b>
	Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.
	<b>Valoración de riesgos:</b>
	Trivial (Controlado)
	<b>Descripción y observaciones:</b>
El paro de emergencia requiere una maniobra intencionada para su desbloqueo y al ser desbloqueado no se pone de nuevo en marcha la máquina.	
<b>Peligros identificados:</b>	
Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.	
<b>Valoración de riesgos:</b>	
Trivial (Controlado)	

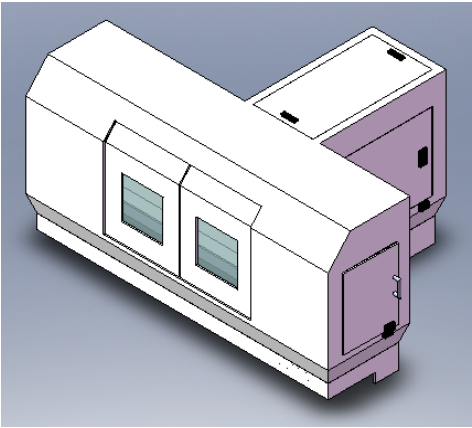
<p>Manejo seguro de energías</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>El restablecimiento de la alimentación de energía de la máquina tras una interrupción, no provoca situación alguna de peligro como puesta en marcha intempestiva.</p>
	<p><b>Peligros identificados:</b></p>
	<p>Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.</p>
	<p><b>Valoración de riesgos:</b></p>
	<p>Trivial (Controlado)</p>
	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
<p>Posee totalizadores con bloqueo para candado, por lo que las labores de mantenimiento se pueden realizar con un control adecuado de energías peligrosas.</p>	
<p><b>Peligros identificados:</b></p>	
<p>Contusiones, hematomas, heridas, fracturas, traumatismo, desgarramientos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro o cuerpo, aplastamientos, atrapamientos, contacto eléctrico, quemaduras, otros.</p>	
<p><b>Valoración de riesgos:</b></p>	
<p>Trivial (Controlado)</p>	

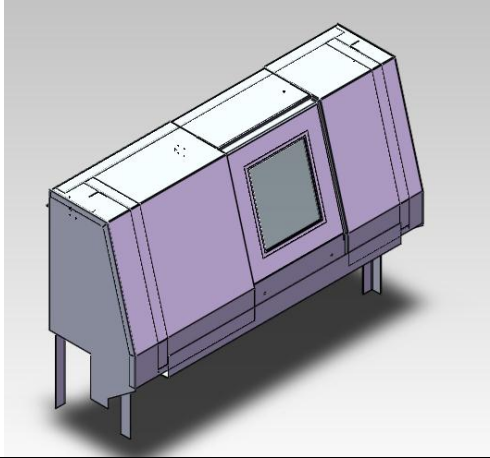
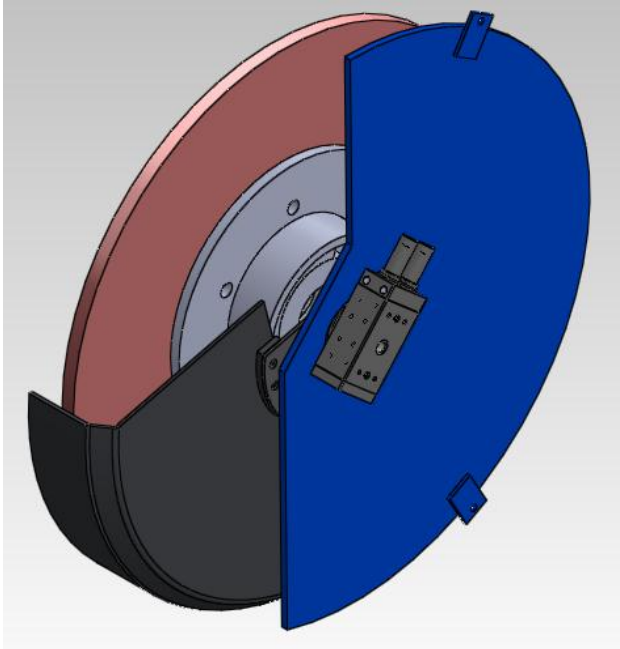
## 5. RECOMENDACIONES

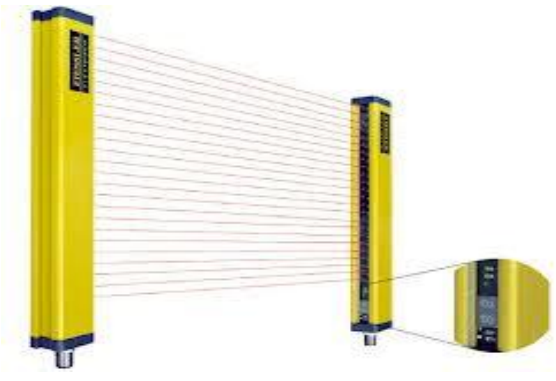

Por medio de la ingeniería concurrente y la aplicación de diferentes protocolos y normas de inspección se puede lograr una correcta identificación de las fuentes de riesgo que representan mayor peligro para la integridad de los empleados en cualquier planta de producción.

Luego de identificar las fuentes y las necesidades se brindan las siguientes recomendaciones para lograr el más alto grado de seguridad en las maquinas analizadas.

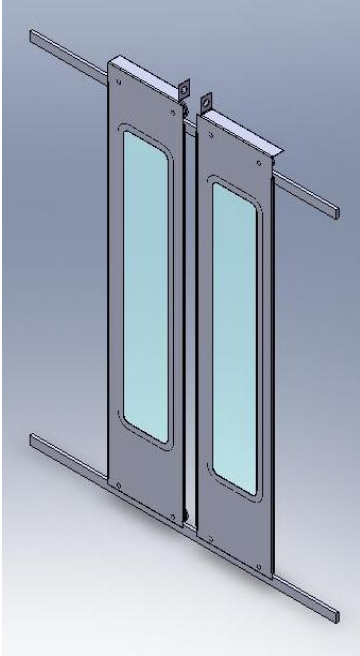
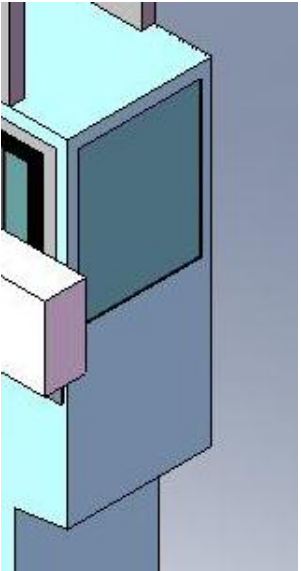
### 5.1 Rectificadoras Landis

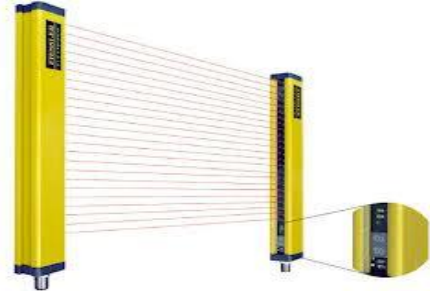

Diseño de una resguardo general	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>Con una guarda general que aisle el punto de operación y que sirva de barrera entre el operario y el peligro, un resguardo fijo en los lugares donde no requiera acceso constante, como la parte lateral o posterior y móvil para permitir el acceso al punto de operación durante la alimentación del material de trabajo en las rectificadoras.</p>
	<p><b>Peligros controlados</b></p>
	<p>Evitar la proyección de partículas o fragmentos en caso de rotura de la piedra durante el ciclo de trabajo.</p>
	<p>Evitar la proyección de fluidos, para de este modo controlar el contacto del operario con sustancias químicas, además para evitar caídas en el lugar de trabajo debido a las superficies sucias.</p>
<p>Eliminar posiciones forzadas y brindar comodidad a la hora de operar la máquina.</p>	

	<p>Controlar el ingreso a zonas con peligro de golpes o atrapamientos entre objetos en movimiento como volantes.</p>
<p>Diseño de un resguardo particular en la muela abrasiva</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>Con una guarda particular que aislé la muela abrasiva y que sirva de barrera entre el operario y el peligro, su funcionamiento consiste en cubrir la muela cuando el operario ingrese al punto de operación para alimentar o retirar el material de la máquina y abrirse cuando este rectificando.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar la proyección de partículas o fragmentos en caso de rotura de la piedra durante el cambio de pieza de trabajo.</p> <p>Evitar cortes y golpes contra la piedra en el momento del cambio de pieza.</p> <p>Evitar el ingreso a zonas con peligro de golpes o atrapamientos entre objetos en movimiento como muelas abrasivas.</p>
<p>Integración de sensores de presencia para reforzar las medidas de seguridad</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>

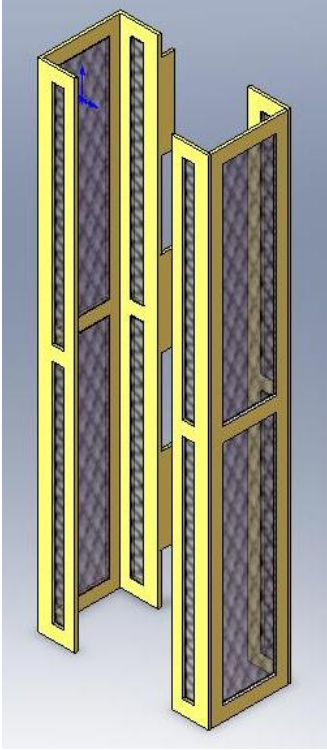
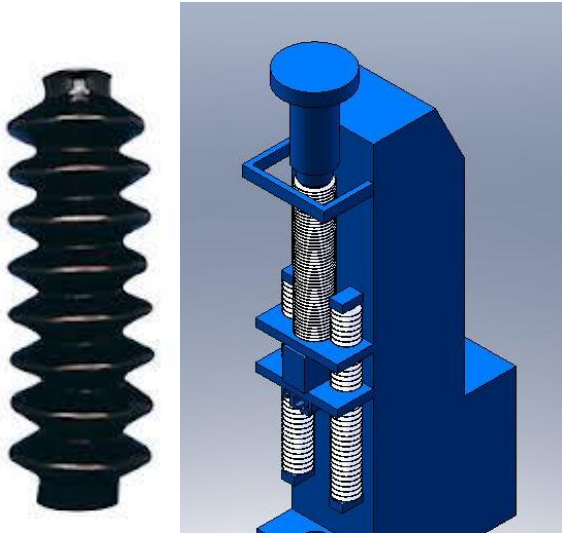
	<p>El uso de barreras ópticas proporciona protección situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro o no permita el arranque hasta no despejar la zona, evitando el atrapamiento entre partes en movimiento o activando el paro de emergencia.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar aplastamientos o atrapamientos entre objetos en movimiento como puertas automáticas.</p> <p>Controlar el ingreso a zonas de peligro.</p>
<p>Instalación de un colector de neblina aceitosa</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>Con el uso de resguardos generales y la utilización constante de refrigerante en el proceso se hace necesaria la utilización de un extractor de sustancias en el interior de la máquina.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar la exposición del operario a atmosferas peligrosas y perjudiciales para su salud.</p>
<p>Identificación de todos los botones</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros y pictogramas.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar errores en la operación de las maquinas</p>

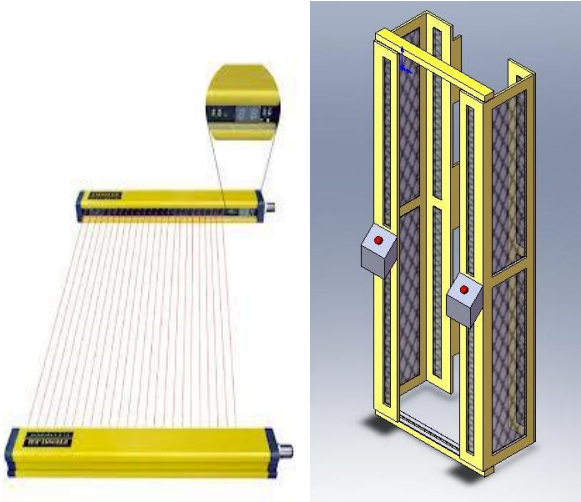
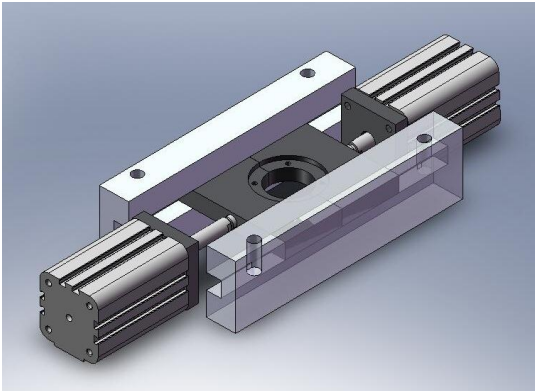

## 5.2 Templadoras por inducción TOCCO

<p>Cambio de diseño de las puertas automáticas</p> 	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p> <p>Cambiar el sistema de puertas automáticas por uno que demande menos atención y que este mejor alineado y correctamente apoyado, utilizando el mismo sistema neumático.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar la proyección de fluidos, para de este modo controlar el contacto del operario con sustancias químicas</p> <p>Prevenir caídas en el lugar de trabajo debido a las superficies sucias.</p> <p>Controlar el ingreso a zonas con peligro de golpes o atrapamientos entre objetos en movimiento.</p>
<p>Reparación del resguardo general</p> 	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p> <p>Reemplazar los vidrios de las puertas por láminas de policarbonato compacto que es más económico y tiene muy buena resistencia y las láminas laterales por acero en vez de policarbonato.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar la proyección de fluidos, para de este modo controlar el contacto del operario con sustancias químicas</p> <p>Prevenir caídas en el lugar de trabajo debido a las superficies sucias.</p> <p>Controlar el ingreso a zonas con peligro de golpes o atrapamientos entre objetos en movimiento.</p>

Integración de sensores de presencia para reforzar las medidas de seguridad	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>El uso de barreras ópticas proporciona protección situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro o no permita el arranque hasta no despejar la zona, evitando el atrapamiento entre partes en movimiento o activando el paro de emergencia.</p>
	<b>Peligros controlados</b>
	Evitar aplastamientos o atrapamientos entre objetos en movimiento como puertas automáticas.
Identificación de todos los botones	<b>Descripción y observaciones:</b>
	<p>Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros y pictogramas.</p>
	<b>Peligros controlados</b>
	Evitar errores en la operación de las máquinas

### 5.3 Prensa Veltri

<p data-bbox="456 308 837 338">Diseño de una resguardo lateral</p> 	<p data-bbox="1003 308 1385 338"><b>Descripción y observaciones:</b></p> <p data-bbox="1003 396 1511 575">Un resguardo fijo en los lugares donde no requiera acceso constante como la parte lateral que limite el acceso de terceros y permitir el acceso del operador al punto de operación durante la alimentación del material de trabajo.</p> <p data-bbox="1003 634 1273 663"><b>Peligros controlados</b></p> <p data-bbox="1003 720 1495 806">Evitar la proyección de partículas o fragmentos en caso de rotura del intereje durante el ciclo de trabajo.</p> <p data-bbox="1003 917 1463 978">Evitar el acceso de terceros dentro del punto de operación.</p> <p data-bbox="1003 1066 1516 1155">Controlar el ingreso a zonas con peligro de golpes o atrapamientos entre objetos en movimiento.</p>
<p data-bbox="331 1215 964 1245">Diseño de un resguardo particular en tornillo de bolas</p> 	<p data-bbox="1003 1215 1385 1245"><b>Descripción y observaciones:</b></p> <p data-bbox="1003 1314 1500 1526">Con una guarda particular que aisle el movimiento del tornillo y que sirva de barrera entre el operario y el peligro, su funcionamiento consiste en cubrir completamente el tornillo y auto ajustarse a medida que aumenta y disminuye la longitud.</p> <p data-bbox="1003 1566 1273 1596"><b>Peligros controlados</b></p> <p data-bbox="1003 1694 1425 1780">Evitar el acceso a elementos en movimiento con peligro de golpes o atrapamientos.</p>

<p>Integración de sensores de presencia para reforzar las medidas de seguridad</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>El uso de barreras ópticas proporciona protección situando la máquina en una condición de seguridad antes de que una persona pueda acceder a una zona de peligro o no permita el arranque hasta no despejar la zona, evitando el atrapamiento entre partes en movimiento o activando el paro de emergencia.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar aplastamientos o atrapamientos entre objetos en movimiento.</p> <p>Controlar el ingreso a zonas de peligro.</p>
<p>Diseñar un sistema de sujeción seguro</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>Diseñar un sistema de sujeción que atrape la pieza de trabajo durante el ciclo de prensado y la mantenga alineada.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Eliminar el riesgo de proyección de fragmentos por mala alineación o rotura del intereje.</p>
<p>Identificación de todos los botones</p>	<p><b>Descripción y observaciones:</b></p>
	<p>Implementar mandos que cumplan con las normas de identificación, usando letreros y pictogramas.</p> <p><b>Peligros controlados</b></p> <p>Evitar errores en la operación de las maquinas</p>

## **ANEXOS**

## Anexo A. Protocolo de seguridad en máquinas rectificadoras.

MAQUINAS	RECTIFICADORAS						Observaciones
	LANDIS 2			LANDIS GENDRON			
CONDICIONES GENERALES	SI	NO	N/A	SI	NO	N/A	
<b>ORGANOS DE ACCIONAMIENTO</b>							
Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.	X			X			
¿Están protegidos contra accionamientos involuntarios?	Botonera	X		X			
	Pedal			X		X	
¿Están situados fuera de zonas peligrosas? Salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).	X			X			
<b>PUESTA EN MARCHA</b>							
¿Se efectúa únicamente a través del accionamiento voluntario del órgano previsto a tal efecto?	X			X			
<b>PARADA</b>							
¿Dispone de parada General en condiciones seguras?	X			X			
Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.		X			X		
El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			X			Se debe rearmar la máquina para volver a iniciar ciclo
¿Dispone de parada en cada Puesto de Trabajo?	X			X			
¿Dispone de parada de Emergencia?	X			X			
¿Las órdenes de parada son Prioritarias sobre las demás?	X			X			
<b>BLOQUEO</b>							
El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.	X			X			En el tablero eléctrico están los totalizadores, y el personal de mantenimiento usa candados.
El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.	X			X			
<b>RIESGOS MAS SIGNIFICATIVOS</b>							
¿Dispone de protección contra las proyecciones?		X			X		No cuenta con una guarda que evite las proyecciones hacia el operario en caso de rotura de la piedra

¿Dispone de protección que impida el acceso a los elementos móviles?		X			X		Se tiene solamente para el sistema de transmisión pero no para la piedra abrasiva
¿Dispone de protección contra contactos eléctricos directos?		X			X		
¿Dispone de protección contra contactos eléctricos indirectos?	X			X			Conectada a tierra
¿Dispone de medios de extracción para sustancias nocivas o tóxicas?		X			X		De la forma en que está actualmente no requiere pero si se encierra serán necesarios
¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación del ruido?		X			X		
<b>OTRO TIPO DE RIESGOS</b>							
¿Existe riesgo de caída de personas a distinto nivel?		X			X		
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por partes del equipo?	X			X			
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por herramientas manuales?		X			X		
¿Existe riesgo de contactos térmicos?		X			X		
¿Existe riesgo de contacto con sustancias cáusticas, corrosivas, etc.?	X			X			En el proceso se utiliza refrigerante, y los operarios deben usar guantes para evitar el contacto
¿Existe riesgo de exposición a radiaciones?		X			X		
¿Existe riesgo de explosión?		X			X		
¿Existe riesgo de estallido?		X			X		
¿Existe riesgo de incendio?	X			X			
¿Existe riesgo por vibraciones?	X			X			
¿La Iluminación es adecuada?	X			X			
¿Existen las advertencias y señalizaciones indispensables?	X			X			

## Anexo B. Protocolo de efectividad de los resguardos de las rectificadoras.

		RECTIFICADORAS						Observaciones
		LANDIS 2			LANDIS GENDRON			
		SI	NO	N/A	SI	NO	N/A	
<b>GUARDAS</b>	¿Cumplen los protectores provistos con los mínimos requisitos?		X			X		No protegen eficientemente todos los peligros que produce la maquina
	¿Protegen adecuadamente los protectores las manos, los brazos, y las demás partes del cuerpo de los trabajadores de entrar en contacto con partes peligrosas que se encuentren en movimiento?		X			X		No hay protección en la piedra, puede generar amputación de dedos o lastimar las y brazos del operario.
	¿Están asegurados firmemente los protectores y no son fáciles de retirar?		X			X		
	¿Asegura el protector que ningún objeto pueda caer sobre las partes en movimiento?		X			X		No hay un protector que cumpla esta función
	¿Permiten los protectores una operación de la maquinaria segura, cómoda, y relativamente sencilla?		X			X		
	¿Puede la maquinaria ser lubricada sin retirar el protector?		X			X		
	¿Hay un sistema para apagar la maquinaria antes de que los protectores sean retirados?	X			X			No hay ningún tipo de sensor que cumpla esta función
	¿Pueden los protectores existentes ser mejorados?	X			X			
<b>PELIGRO MECANICO</b>	<b>El punto de operación:</b>							
	¿Existe un protector en el punto de operación provisto para la máquina?		X			X		El punto de operación no tiene protector
	¿Mantiene las manos, brazos, y dedos del operador fuera del área de peligro?		X			X		
	¿Existe evidencia de que los protectores hayan sido alterados o retirados?	X			X			
	¿Puede recomendar algún protector más práctico y eficiente?	X			X			

	¿Pueden realizarse cambios en la máquina para eliminar completamente el peligro en el punto de operación?	X			X			Se pueden integrar sensores al funcionamiento de la máquina para la protección de los operarios
<b>Aparato transmisor de fuerza (Transmisión):</b>								
	¿Existen engranajes, poleas, o volantes desprotegidos en el aparato?	X			X			
	¿Hay algún motor de banda o cadena expuesto?		X			X		El sistema de transmisión está cubierto
	¿Hay algún tornillo, chaveta/pasador o clavija, collar, etc. expuesto?		X			X		
	¿Se encuentran cerca del operador los controles de inicio y apagado?	X			X			
	Si hay más de un operador, ¿se proporciona controles separados?		X			X		
<b>Otras partes en movimiento:</b>								
	¿Se proveen protectores para todas las partes peligrosas de la máquina que se encuentran en movimiento, incluyendo las piezas auxiliares?		X			X		
<b>Peligros No-Mecánicos</b>								
	¿Se han provisto protectores especiales, armaduras, o equipos personales de protección, donde sea necesario, para proteger a los trabajadores de la exposición a substancias dañinas usadas en la operación de las máquinas?	X			X			Se utilizan los EPP's adecuados
<b>PELIGROS ELECTRICOS</b>	¿Fue instalada la máquina de acuerdo con los requisitos y los aplicables localmente?		X			X		
	¿Existe conexiones eléctricas sueltas?		X			X		
	¿Está la maquina aterrizada apropiadamente (a tierra)?	X			X			
	¿Tiene el suministro de energía los fusibles correctos y protegidos?	X			X			
	¿Experimentan los trabajadores descargas pequeñas de energía ocasionalmente al operar las máquinas?		X			X		

### Anexo C. Matriz de riesgos de las rectificadoras.

VALORACION DEL RIESGO EN LAS RECTIFIADORAS														
	PELIGRO	RIESGO	UBICACIÓN DEL PELIGRO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	ND Nivel de deficiencia		NE Nivel de exposición		P Probabilidad		C Consecuencia		R Riesgo	
MECANICO	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, muerte.	Piso mojado o resbaladizo por el derrame del líquido refrigerante o aceite hidráulico. Ausencia de limpieza del área de tránsito. Irregularidades en las superficies.	Eliminar la suciedad, papeles, polvo, virutas, grasas, desperdicios y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Marcar y señalar los objetos que no pueden ser eliminados. Mantener las vías de acceso y los pasos perfectamente iluminados. Utilizar calzado antideslizante. Mantener y reparar las irregularidades del piso.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III
	CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Desplome o caída del material de los carros donde se transportan, o caída de los trípodes en el punto de operación cuando están apilados demasiado cerca.	Utilizar buenas prácticas para la manipulación de objetos. Contar con equipos auxiliares para la manipulación y transporte de objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención. Evitar apilar los trípodes tan cerca del punto de operación.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III

CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Manipulación inadecuada de objetos. Ausencia de equipos auxiliares para la manipulación y transporte de objetos. Objetos difíciles de agarrar y sujetar.	Utilizar buenas prácticas para la manipulación de objetos. Contar con equipos auxiliares para la manipulación y transporte de objetos. Contar con equipos de protección que faciliten sujetar los objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención. Mejorar el agarre de los objetos, materiales, recipientes de acuerdo al peso y la altura en que deban manipularse.	Aceptable		Frecuente	3	Baja	0	Leve	10	0	IV
CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS O SUSPENDIDOS	Golpe, contusiones aplastamiento, traumatismo, otros.	Piedra abrasiva mal sujetado y en alturas considerables.	Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención. Observar la condición de los elementos para mover la piedra.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
PISADAS SOBRE OBJETOS	Contusiones, hematomas, heridas, esguinces, caídas fracturas, otras.	Cuando caen las piezas de trabajo al piso. Objetos, materiales en el piso punzo cortantes.	Implementar buenas prácticas de orden para la eliminación de objetos punzo cortantes en las áreas de trabajo. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Mal diseño de las zonas de circulación. Elementos de la estructura que representan obstáculos.	Eliminar los objetos fijos, que pudiesen representar peligro de golpes / choques. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos y vehículos.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III

GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Posibilidad de contactos con elementos móviles de las máquinas como volantes sin protección. Espacios de trabajo con maquinarias reducidos.	Encerramiento o guarda de seguridad en volantes, uso de protectores de seguridad y sensores. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos y vehículos. Se debe contar con señalización de los puntos susceptibles a choques y que no se puedan eliminar, informando o advirtiendo el peligro o riesgo.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III
GOLPES Y CORTES POR CONTACTO CON LA MUELA ABRASIVA	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, cortes, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Posibilidad de contactos con la muela abrasiva por ausencia de equipo de protección.	Utilizar equipo de protección en función de la tarea. Poner a disposición de los trabajadores herramientas y equipos de trabajo seguros u homologados por el fabricante. Informar y capacitar a los colaboradores acerca de los riesgos derivados del trabajo con herramientas, maquinarias y las medidas de prevención. Instalar los medios de protección factibles contra golpes por las maquinarias.	Muy Deficiente	10	Esporádica	1	Alta	10	Muy Grave	60	600	I
PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro.	Ausencia de guardas de protección completa contra las proyecciones de fragmentos de la muela o partículas. Ausencia de equipos de protección personal (ojos y rostro).	Contar con guardas de protección colectiva de tipo pantallas o cualquier otro medio. Uso obligatorio del equipo de protección. Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros y las medidas de prevención. Dotar y utilizar los equipos de protección personal facial o visual.	Muy Deficiente	10	Ocasional	2	Alta	20	Catastrófico	100	2000	I

	<p>ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS</p>	<p>Contusiones, heridas, amputaciones, fracturas, muerte.</p>	<p>Manos, brazos en las zonas de operación de las máquinas. Ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado. Reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas. Elementos móviles con energía acumulada. Desconocimiento de la maquinaria. Espacios reducidos. Utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.</p>	<p>Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos de atrapamiento especialmente de las maquinarias y las medidas de prevención. Proteger o aislar los puntos de las maquinarias que posibiliten la introducción voluntaria de las manos. Instalar en las máquinas que lo requieran, sistemas de parada automática en los puntos de operación donde es necesaria la intervención del operario. Reparar, dar mantenimiento y vigilar el adecuado desempeño de los sistemas de seguridad contra atrapamientos en las máquinas. Evitar las prácticas de reparación de las maquinarias en funcionamiento. Capacitación del personal en la operación y limpieza adecuada y segura de la maquinaria. Toda maquinaria con riesgo de golpe o de atrapamiento, debe estar debidamente identificada y con señalización de seguridad en español. No utilizar prendas de vestir sueltas, ni joyas u otros objetos.</p>	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Grave	25	50	III
--	---	---	---	--	-----------	---	------------	---	------	---	-------	----	----	-----

	EXPOSICIÓN AL RUIDO	Fatiga, pérdida auditiva, impotencia, irritabilidad, trastornos del sueño y otros posibles daños a la salud.	Exposición a altos niveles de presión sonora generados en máquinas y herramientas. Ausencia y/o no uso de equipo de protección auditiva.	Remitirse a la normas: -Decreto Ejecutivo 306 del 4 de septiembre de 2002, publicada en Gaceta Oficial N° 24, 235 de 10 de septiembre de 2002 por el cual se aprueba el Reglamento para el Control de los Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación, así como en Ambientes Laborales. - Controlar la exposición a niveles de presión sonora generados en los procesos de trabajo. - Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Aceptable		Continuada	4	Baja	0	Grave	25	0	IV
	ILUMINACIÓN INADECUADA	Accidentes, fatiga visual: molestias oculares, pesadez de ojos, picores, necesidad de frotarse los ojos, somnolencia, · Trastornos visuales: Borrosidad, disminución de la capacidad visual. · Fatiga Mental: Síntomas extraoculares: cefaleas, vértigos, ansiedad.	Mala iluminación del puesto de trabajo, debido a daño de lámparas.	Incrementar el uso de la luz natural. Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requiera mayor nivel de iluminación. Iluminar pasillos, escaleras y rampas y demás áreas donde pueda haber gente. Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión. Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.	Aceptable		Continuada	4	Baja	0	Leve	10	0	IV

	EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Tensión nerviosa, pérdida auditiva, lesiones músculo esqueléticas.	Exposición a niveles de vibraciones generados en máquinas y herramientas. Ausencia de equipo de protección contra vibraciones.	Resolución Nº 505- 1999, publicada en Gaceta Oficial Nº 24,163 de 18 de octubre de 2000, por el cual se aprueba el Reglamento Técnico Nº DGNTI-COPANIT-45-2000. Higiene y seguridad Industrial en Ambientes de Trabajo donde se Generen Vibraciones. - Controlar la exposición a niveles de presión sonora y vibraciones generados en los procesos de trabajo.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	INCENDIO	Quemaduras, asfixia, intoxicación, etc.	Origen eléctrico (instalaciones eléctricas defectuosas o inadecuadas). · Proyección de partículas incandescentes (esmerilado, etc.). · Descuidos en el control de las fuentes de calor y/o combustibles. · Electricidad estática.	Almacenar los productos inflamables en locales distintos e independientes de los de trabajo, debidamente aislados y ventilados o en armarios completamente aislados. -Prohibido fumar en todo recinto sujeto a riesgo. -Mantener el ambiente de trabajo limpio de polvo en suspensión mediante extracción localizada y canalizada por conducciones herméticas. -Colocar extintores de incendios. -Hacer mantenimiento periódico de extintores y demás equipos contra incendios. -Revisar y mantener las instalaciones eléctricas aisladas y protegidas. -Señalizar y dejar libres las salidas de emergencia. -Realizar periódicamente ejercicios de evacuación simulada.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Grave	25	0	IV

	EXPLOSIÓN (ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS)	Traumatismo, fractura, amputación, quemaduras, asfixia, sordera,	La utilización de materiales explosivos, la presencia de gases, vapores, nieblas o nubes de polvos en el aire que pueden crear una atmósfera potencialmente explosiva. Origen eléctrico (instalaciones eléctricas defectuosas o inadecuadas). · Proyección de partículas incandescentes · Descuidos en el control de las fuentes de calor y/o combustibles. · Electricidad estática.	Renovación periódica de aire en el ambiente de trabajo (ventilación y extracción forzada o natural.) · Mantener bajo control toda fuente de calor o de combustible. · Mantener orden y aseo en todos los lugares de trabajo. La instalación eléctrica debe cumplir con la normativa vigente de servicios eléctricos, en el diseño, instalación, mantención y uso. · Establecer prohibición de encender fuegos y de fumar en zonas de alto riesgo de incendio.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Catastrófico	100	0	IV
ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Caídas, cortes, golpes, quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, paro respiratorio, etc.	Contacto involuntario o accidentalmente con un conductor, instalación elemento eléctrico, máquina, enchufe, etc. bajo tensión directa.	Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles. -Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada. -Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos. -Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas. -En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta. -No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Grave	25	50	III

	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, etc.	Contacto con masas (falta de puesta a tierra, deterioro de aislamiento).	<p>Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles.</p> <p>-Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.</p> <p>-Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos.</p> <p>-Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas.</p> <p>-En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta.</p> <p>-No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.</p>	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III
--	---------------------------------	--	--	--	-----------	---	-----------	---	------	---	------	----	----	-----

TÉRMICO	EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS	Golpe de calor a frío, quemaduras, deshidratación, afección cutánea, otras.	Ventilación natural insuficiente. Locales con ventilación por extracción mecánica insuficiente. Excesivo tiempo de exposición. Ausencia de intercambio de aire en los espacios de trabajo. Excesiva cantidad de máquinas en el local, o máquinas muy próximas.	Contar con suficiente ventilación natural o forzada en las áreas de trabajo. Mejorar la extracción del calor por medio de la adecuada y suficiente ventilación por extracción mecánica. Controlar el tiempo de permanencia / trabajo en calor o frío extremos, asegurando además las adecuadas pausas de recuperación. Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención. Contar con intercambio de aire adecuados en los espacios de trabajo. Considerar la temperatura generada por las máquinas en relación con los adecuados espacios entre ellas, cantidad en cada sala o cuarto y la ventilación adicional que requieren para mantener las áreas de trabajo térmicamente aceptables para las personas.	Aceptable	Ocasional	2	Baja	0	Leve	10	0	IV
	CONTACTOS TÉRMICOS	Golpe de calor, quemaduras, hiperpirexia, deshidratación, afección cutánea, inestabilidad circulatoria, otras.	Ausencia de elementos de protección colectiva sobre superficies calientes. Ausencia de equipos de protección personal contra contactos térmicos.	Remitirse a la normas: - ISO 7243 – 1989 Ocupacional TLV's, 2008. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Aceptable	Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV

QUÍMICO	EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS	Irritación, alergias.	Contacto con sustancias y productos utilizados para limpieza, lubricación y refrigerantes.	Tener las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias peligrosas. · Utilizar los elementos de protección personal adecuados al tipo de producto a manipular. · Generar procedimiento de trabajo.	Deficiente	6	Frecuente	3	Alta	18	Leve	10	180	II
ERGONOMICO	SOBRESFUERZOS, POSTURAS INADECUADAS Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS.	Tirantez de nuca, dorsalgias, lumbalgias.	Durante la realización de trabajos y el acceso a áreas a una altura inadecuada.	Cambiar de postura, evitar obstáculos en el acceso al punto de operación,	Mejorable	2	Frecuente	3	Media	6	Leve	10	60	III

## Anexo D. Protocolo de seguridad en máquinas templadoras.

Templadora por inducción	TOCCO I			TOCCO II			Observaciones
CONDICIONES GENERALES	SI	NO	N/A	SI	NO	N/A	
<b>ORGANOS DE ACCIONAMIENTO</b>							
Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.	X			X			
¿Están protegidos contra accionamientos involuntarios?	X			X			
			X			X	
¿Están situados fuera de zonas peligrosas? Salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).	X			X			
<b>PUESTA EN MARCHA</b>							
¿Se efectúa únicamente a través del accionamiento voluntario del órgano previsto a tal efecto?	X			X			
<b>PARADA</b>							
¿Dispone de parada General en condiciones seguras?		X			X		
Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			X			
El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			X			Se debe rearmar la máquina para volver a iniciar ciclo
¿Dispone de parada en cada Puesto de Trabajo?	X			X			
¿Dispone de parada de Emergencia?	X			X			
¿Las órdenes de parada son Prioritarias sobre las demás?	X			X			
<b>BLOQUEO</b>							
El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.	X			X			En el tablero eléctrico están los totalizadores, y el personal de mantenimiento usa candados.
El equipo posee válvulas con bloqueo para impedir el suministro hidráulico.			X		X		
<b>RIESGOS MAS SIGNIFICATIVOS</b>							
¿Dispone de protección contra las proyecciones?	X			X			Tienen encerramiento
¿Dispone de protección que impida el acceso a los elementos móviles?	X			X			Los elementos móviles no están al alcance de los operarios

¿Dispone de protección contra contactos eléctricos directos?		X			X		
¿Dispone de protección contra contactos eléctricos indirectos?	X			X			
¿Dispone de medios de extracción para sustancias nocivas o tóxicas?		X			X		No dispone de extractores de neblina aceitosa
¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación del ruido?		X			X		No genera demasiado ruido
<b>OTRO TIPO DE RIESGOS</b>							
¿Existe riesgo de caída de personas a distinto nivel?	X			X			Solo sube al segundo nivel personal calificado de mantenimiento
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por partes del equipo?	X			X			
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por herramientas manuales?		X			X		
¿Existe riesgo de contactos térmicos?	X			X			Se manejan altas temperaturas en el proceso.
¿Existe riesgo de contacto con sustancias cáusticas, corrosivas, etc.?	X			X			En el proceso se utiliza hidrotemple y los operarios deben usar guantes para evitar el contacto
¿Existe riesgo de exposición a radiaciones?		X			X		
¿Existe riesgo de explosión?	X			X			
¿Existe riesgo de estallido?	X			X			
¿Existe riesgo de incendio?	X			X			
¿Existe riesgo por vibraciones?		X			X		
¿La Iluminación es adecuada?	X			X			
¿Existen las advertencias y señalizaciones indispensables?	X			X			

## Anexo E. Protocolo de efectividad de los resguardos de las templadoras.

		Templadoras por inducción						Observaciones
		TOCCO I			TOCCO II			
		SI	NO	N/A	SI	NO	N/A	
<b>GUARDAS</b>	¿Cumplen los protectores provistos con los mínimos requisitos?		X			X		Se encuentran deteriorados
	¿Protegen adecuadamente los protectores las manos, los brazos, y las demás partes del cuerpo de los trabajadores de entrar en contacto con partes peligrosas que se encuentren en movimiento?	X			X			
	¿Están asegurados firmemente los protectores y no son fáciles de retirar?	X			X			
	¿Asegura el protector que ningún objeto pueda caer sobre las partes en movimiento?		X			X		No hay un protector que cumpla esta función
	¿Permiten los protectores una operación de la maquinaria segura, cómoda, y relativamente sencilla?	X			X			
	¿Puede la maquinaria ser lubricada sin retirar el protector?	X			X			
	¿Hay un sistema para apagar la maquinaria antes de que los protectores sean retirados?	X			X			No hay ningún tipo de sensor que cumpla esta función
	¿Pueden los protectores existentes ser mejorados?	X			X			
<b>PELIGRO MECANICO</b>	<b>El punto de operación:</b>							
	¿Existe un protector en el punto de operación provisto para la máquina?	X			X			El punto de operación no tiene protector
	¿Mantiene las manos, brazos, y dedos del operador fuera del área de peligro?	X			X			
	¿Existe evidencia de que los protectores hayan sido alterados o retirados?	X			X			
	¿Puede recomendar algún protector más práctico y eficiente?	X			X			Se puede mejorar con algunos sensores que mejoren el funcionamiento de los sistemas de seguridad
	¿Pueden realizarse cambios en la máquina para eliminar completamente el peligro en el punto de operación?	X			X			Se pueden integrar sensores al funcionamiento de la máquina para la protección de los operarios
<b>Aparato transmisor de fuerza (Transmisión):</b>								

	¿Existen engranajes, poleas, o volantes desprotegidos en el aparato?	X			X			No están al alcance de los operarios
	¿Hay algún motor de banda o cadena expuesto?		X			X		El sistema de transmisión está cubierto
	¿Hay algún tornillo, chaveta/pasador o clavija, collar, etc. expuesto?		X			X		
	¿Se encuentran cerca del operador los controles de inicio y apagado?	X			X			
	Si hay más de un operador, ¿se proporciona controles separados?		X			X		
<b>Otras partes en movimiento:</b>								
	¿Se proveen protectores para todas las partes peligrosas de la máquina que se encuentran en movimiento, incluyendo las piezas auxiliares?	X			X			
<b>Peligros No-Mecánicos</b>								
	¿Se han provisto protectores especiales, armaduras, o equipos personales de protección, donde sea necesario, para proteger a los trabajadores de la exposición a sustancias dañinas usadas en la operación de las máquinas?	X			X			Se utilizan los EPP's adecuados
<b>PELIGROS ELECTRICOS</b>	¿Fue instalada la máquina de acuerdo con los requisitos y los aplicables localmente?	X				X		
	¿Existe conexiones eléctricas sueltas?		X			X		
	¿Está la máquina aterrizada apropiadamente (a tierra)?	X			X			
	¿Tiene el suministro de energía los fusibles correctos y protegidos?	X			X			
	¿Experimentan los trabajadores descargas pequeñas de energía ocasionalmente al operar las máquinas?		X				X	

## Anexo F. Matriz de riesgos de las templadoras por inducción.

VALORACION DEL RIESGO EN LAS TEMPLADORAS														
	PELIGRO	RIESGO	UBICACIÓN DEL PELIGRO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	ND Nivel de deficiencia	NE Nivel de exposición	P Probabilidad		C Consecuencia		R Riesgo			
MECANICO	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, muerte.	Piso mojado o resbaladizo por el derrame del líquido de temple. Ausencia de limpieza del área de tránsito. Irregularidades en las superficies.	Eliminar la suciedad, papeles, polvo, grasas, desperdicios y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Marcar y señalar los objetos que no pueden ser eliminados. Mantener las vías de acceso y los pasos perfectamente iluminados. Utilizar calzado antideslizante. Mantener y reparar las irregularidades del piso.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III
	CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	Torceduras, esguinces, fracturas, lumbalgia, traumatismos internos o superficiales, desgarro, heridas cortantes, golpes contusos y hasta la muerte.	Trabajo en altura con plataformas inseguras, escaleras en mal estado. Superficies de tránsito sucias (escaleras, pasillos, etc.). · Suelos mojados y/o resbaladizos (grasas, aceites, líquido de frenos, refrigerantes, etc.). · Superficies irregulares o con aberturas. · Desorden. · Calzado inadecuado. · Falta de iluminación.	Instalar barandas de protección a las plataformas. Mantenimiento preventivo de las escaleras. Supervisión de las tareas y señalización de las áreas. Limpieza de líquidos, grasa, residuos u otro vertido que pueda caer al suelo. · Eliminar del suelo suciedades y obstáculos con los que se pueda tropezar. · Colocar revestimiento o pavimento de características antideslizantes. · Mayor eficacia en la limpieza. · Calzado adherente. · Colocar barandas en aberturas de piso.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Grave	25	50	III
	CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Desplome o caída del material de los carros donde se transportan.	Utilizar buenas prácticas para la manipulación de objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV

CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Manipulación inadecuada de objetos. Ausencia de equipos auxiliares para la manipulación y transporte de objetos.	Contar con equipos de protección que faciliten sujetar los objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV
PISADAS SOBRE OBJETOS	Contusiones, hematomas, heridas, esguinces, caídas fracturas, otras.	Cuando caen las piezas de trabajo al piso. Objetos, materiales en el piso punzo cortantes.	Implementar buenas prácticas de orden y limpieza en las áreas de trabajo. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Mal diseño de las zonas de circulación. Elementos de la estructura que representan obstáculos.	Eliminar los objetos fijos, que pudiesen representar peligro de golpes / choques. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Leve	10	40	III
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Posibilidad de contactos con elementos móviles de las máquinas como las puertas automáticas.	Implementar el uso de sensores. Eliminar los objetos fijos, que pudiesen representar peligro de golpes / choques. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos y vehículos. Se debe contar con señalización de los puntos susceptibles a choques y que no se puedan eliminar, informando o advirtiendo el peligro o riesgo.	Muy Deficiente	10	Ocasional	2	Alta	20	Grave	25	500	II

	PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro y cuerpo.	Mal estado de guardas de protección colectiva contra las proyecciones de fragmentos y partículas. Ausencia de equipos de protección personal (ojos y rostro).	Contar con guardas de protección colectiva de tipo pantallas o cualquier otro medio. Uso obligatorio del equipo de protección. Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros y las medidas de prevención. Dotar y utilizar los equipos de protección personal facial o visual.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS	Contusiones, heridas, amputaciones, fracturas, muerte.	Manos, brazos en las zonas de operación de las máquinas. Ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado. Reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas. Elementos móviles con energía acumulada. Desconocimiento de la maquinaria. Espacios reducidos. Utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.	Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos de atrapamiento especialmente de las maquinarias y las medidas de prevención. Proteger o aislar los puntos de las maquinarias que posibiliten la introducción voluntaria de las manos. Instalar en las máquinas que lo requieran, sistemas de parada automática en los puntos de operación donde es necesaria la intervención del operario. Reparar, dar mantenimiento y vigilar el adecuado desempeño de los sistemas de seguridad contra atrapamientos en las máquinas. Evitar las prácticas de reparación de las maquinarias en funcionamiento. Capacitación del personal en la operación y limpieza adecuada y segura de la maquinaria. Toda maquinaria con riesgo de golpe o de atrapamiento, debe estar debidamente identificada y con señalización de seguridad en español. No utilizar prendas de vestir sueltas, ni joyas u otros objetos.	Muy Deficiente	10	Ocasional	2	Alta	20	Grave	25	500	II

	EXPOSICIÓN AL RUIDO	Fatiga, pérdida auditiva, impotencia, irritabilidad, trastornos del sueño y otros posibles daños a la salud.	Exposición a altos niveles de presión sonora generados en máquinas y herramientas. Ausencia y/o no uso de equipo de protección auditiva.	Remitirse a la normas: -Decreto Ejecutivo 306 del 4 de septiembre de 2002, publicada en Gaceta Oficial NO 24, 235 de 10 de septiembre de 2002 por el cual se aprueba el Reglamento para el Control de los Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación, así como en Ambientes Laborales. - Controlar la exposición a niveles de presión sonora generados en los procesos de trabajo. - Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Aceptable		Continuada	4	Baja	0	Leve	10	0	IV
	ILUMINACIÓN INADECUADA	Accidentes, fatiga visual: molestias oculares, pesadez de ojos, picores, necesidad de frotarse los ojos, somnolencia, · Trastornos visuales: Borrosidad, disminución de la capacidad visual. · Fatiga Mental: Síntomas extraoculares: cefaleas, vértigos, ansiedad.	Mala iluminación del puesto de trabajo, debido a daño de lámparas.	Incrementar el uso de la luz natural. Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requiera mayor nivel de iluminación. Iluminar pasillos, escaleras y rampas y demás áreas dónde pueda haber gente. Proporcionar suficiente iluminación. Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión. Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.	Aceptable		Continuada	4	Baja	0	Leve	10	0	IV

	EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Tensión nerviosa, pérdida auditiva, lesiones músculo esqueléticas.	Exposición a niveles de vibraciones generados en máquinas y herramientas. Ausencia de equipo de protección contra vibraciones.	Resolución N° 505- 1999, publicada en Gaceta Oficial N° 24,163 de 18 de octubre de 2000, por el cual se aprueba el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000. Higiene y seguridad Industrial en Ambientes de Trabajo donde se Generen Vibraciones. - Controlar la exposición a niveles de presión sonora y vibraciones generados en los procesos de trabajo. - Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV
	INCENDIO	Quemaduras, asfixia, intoxicación, etc.	Origen eléctrico (instalaciones eléctricas defectuosas o inadecuadas). · Proyección de partículas incandescentes (esmerilado, etc.). · Descuidos en el control de las fuentes de calor y/o combustibles. · Electricidad estática.	-Prohibido fumar en todo recinto sujeto a riesgo. Instalación eléctrica antideflagante. -Mantener el ambiente de trabajo limpio de polvo en suspensión mediante extracción localizada y canalizada por conducciones herméticas. -Colocar extintores de incendios. -Hacer mantenimiento periódico de extintores y demás equipos contra incendios. -Revisar y mantener las instalaciones eléctricas aisladas y protegidas. -Señalizar y dejar libres las salidas de emergencia. -Realizar periódicamente ejercicios de evacuación simulada.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Muy Grave	60	120	III

	EXPLOSIÓN (ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS)	Traumatismo, fractura, amputación, quemaduras, asfixia, sordera,	La utilización de materiales explosivos, la presencia de gases, vapores, nieblas o nubes de polvos en el aire que pueden crear una atmósfera potencialmente explosiva. Origen eléctrico (instalaciones eléctricas defectuosas o inadecuadas). · Proyección de partículas incandescentes · Descuidos en el control de las fuentes de calor. · Electricidad estática.	Renovación periódica de aire en el ambiente de trabajo (ventilación y extracción forzada o natural.) · Mantener bajo control toda fuente de calor o de combustible. · Mantener orden y aseo en todos los lugares de trabajo. La instalación eléctrica debe cumplir con la normativa vigente de servicios eléctricos, en el diseño, instalación, mantención y uso. · Establecer prohibición de encender fuegos y de fumar en zonas de alto riesgo de incendio.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Catastrófico	100	200	II
ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Caídas, cortes, golpes, quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, paro respiratorio, etc.	Contacto involuntario o accidentalmente con un conductor, instalación elemento eléctrico, máquina, enchufe, etc. bajo tensión directa.	Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles. -Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada. -Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos. -Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas. -En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta. -No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Catastrófico	100	400	II

	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, etc.	Contacto con masas (falta de puesta a tierra, deterioro de aislamiento).	<p>Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles.</p> <p>-Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.</p> <p>-Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos.</p> <p>-Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas.</p> <p>-En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta.</p> <p>-No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.</p>	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Catastrófico	100	400	II
TERMICO	EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS	Golpe de calor a frío, quemaduras, deshidratación, afección cutánea, otras.	Ventilación natural insuficiente. Locales con ventilación por extracción mecánica insuficiente. Excesivo tiempo de exposición. Ausencia de intercambio de aire en los espacios de trabajo. Excesiva cantidad de máquinas en el local, o máquinas muy próximas.	<p>Contar con suficiente ventilación natural o forzada en las áreas de trabajo. Mejorar la extracción del calor por medio de la adecuada y suficiente ventilación por extracción mecánica. Controlar el tiempo de permanencia / trabajo en calor o frío extremos. Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención. Contar con intercambio de aire adecuados en los espacios de trabajo. Considerar la temperatura generada por las máquinas en relación con los adecuados espacios entre ellas, cantidad en cada sala o cuarto y la ventilación adicional que requieren para mantener las áreas de trabajo térmicamente aceptables para las personas.</p>	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV

	CONTACTOS TÉRMICOS	Golpe de calor, quemaduras, hiperpirexia, deshidratación, afección cutánea, inestabilidad circulatoria, otras.	Ausencia de elementos de protección colectiva sobre superficies calientes. Ausencia de equipos de protección personal contra contactos térmicos.	Remitirse a la normas: - ISO 7243 – 1989 Ocupacional TLV's, 2008. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Mejorable	2	Ocasional	2	Baja	4	Grave	25	100	III
QUÍMICO	EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS	Irritación, alergias.	Contacto con sustancias y productos utilizados para el proceso de templado.	Tener las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias peligrosas. · Utilizar los elementos de protección personal adecuados al tipo de producto a manipular. · Generar procedimiento de trabajo.	Mejorable	2	Continuada	4	Media	8	Grave	25	200	II

### Anexo G. Protocolo de seguridad en la prensa Veltri.

CONDICIONES GENERALES	S	N	N/A	Observaciones
<b>ORGANOS DE ACCIONAMIENTO</b>				
Los dispositivos de mando son claramente visibles e identificables.	X			
¿Están protegidos contra accionamientos involuntarios?	Botonera	X		
	Pedal		X	
¿Están situados fuera de zonas peligrosas? Salvo excepciones en caso de necesidad (p.e: paro de emergencia).	X			
<b>PUESTA EN MARCHA</b>				
¿Se efectúa únicamente a través del accionamiento voluntario del órgano previsto a tal efecto?	X			
<b>PARADA</b>				
¿Dispone de parada General en condiciones seguras?		X		
Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	X			
El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	X			Se debe rearmar la máquina para volver a iniciar ciclo
¿Dispone de parada en cada Puesto de Trabajo?	X			
¿Dispone de parada de Emergencia?	X			
¿Las órdenes de parada son Prioritarias sobre las demás?	X			
<b>BLOQUEO</b>				
El equipo posee switch con bloqueo para candado para impedir el suministro eléctrico.	X			En el tablero eléctrico están los totalizadores, y el personal de mantenimiento usa candados.
El equipo posee válvulas con bloqueo para candado para impedir el suministro hidráulico.			X	
<b>RIESGOS MAS SIGNIFICATIVOS</b>				
¿Dispone de protección contra las proyecciones?		X		No cuenta con un dispositivo que evite las proyecciones hacia el operario.
¿Dispone de protección que impida el acceso a los elementos móviles?		X		No cuenta con guarda para evitar atrapamiento en el avance

				de la prensa
¿Dispone de protección contra contactos eléctricos directos?		X		
¿Dispone de protección contra contactos eléctricos indirectos?	X			Conectada a tierra
¿Dispone de medios de extracción para sustancias nocivas o tóxicas?			X	
¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación del ruido?			X	
<b>OTRO TIPO DE RIESGOS</b>				
¿Existe riesgo de caída de personas a distinto nivel?		X		
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por partes del equipo?	X			
¿Existe riesgo de golpes y/o cortes por herramientas manuales?		X		
¿Existe riesgo de contactos térmicos?		X		
¿Existe riesgo de contacto con sustancias cáusticas, corrosivas, etc.?		X		
¿Existe riesgo de exposición a radiaciones?		X		
¿Existe riesgo de explosión?		X		
¿Existe riesgo de estallido?		X		
¿Existe riesgo de incendio?		X		
¿Existe riesgo por vibraciones?		X		
¿La Iluminación es adecuada?	X			
¿Existen las advertencias y señalizaciones indispensables?	X			

## Anexo H. Protocolo de efectividad de los resguardos de la prensa Veltri.

Protocolo de verificación de resguardos Prensa Veltri		SI	NO	N/A	Observaciones
<b>GUARDAS</b>	¿Cumplen los protectores provistos con los mínimos requisitos?		X		No protegen eficientemente todos los peligros que produce la maquina
	¿Protegen adecuadamente los protectores las manos, los brazos, y las demás partes del cuerpo de los trabajadores de entrar en contacto con partes peligrosas que se encuentren en movimiento?		X		No hay protección en el sistema de avance de la prensa, puede generar atrapamiento de dedos.
	¿Están asegurados firmemente los protectores y no son fáciles de retirar?		X		No tiene protectores
	¿Asegura el protector que ningún objeto pueda caer sobre las partes en movimiento?		X		No hay un protector que cumpla esta función
	¿Permiten los protectores una operación de la maquinaria segura, cómoda, y relativamente sencilla?		X		
	¿Puede la maquinaria ser lubricada sin retirar el protector?	X			
	¿Hay un sistema para apagar la maquinaria antes de que los protectores sean retirados?		X		No hay ningún tipo de sensor que cumpla esta función
	¿Pueden los protectores existentes ser mejorados?	X			
<b>PELIGRO MECANICO</b>	<b>El punto de operación:</b>				
	¿Existe un protector en el punto de operación provisto para la máquina?		X		El punto de operación no tiene protector
	¿Mantiene las manos, brazos, y dedos del operador fuera del área de peligro?		X		
	¿Existe evidencia de que los protectores hayan sido alterados o retirados?			X	No tiene protectores
	¿Puede recomendar algún protector más práctico y eficiente?	X			
	¿Pueden realizarse cambios en la máquina para eliminar completamente el peligro en el punto de operación?	X			Se pueden integrar sensores al funcionamiento de la máquina para la protección de los operarios
	<b>Aparato transmisor de fuerza (Transmisión):</b>				
	¿Existen engranajes, poleas, o volantes desprotegidos en el aparato?		X		
¿Hay algún motor de banda o cadena expuesto?		X		El sistema de transmisión está cubierto	

	¿Hay algún tornillo, chaveta/pasador o clavija, collar, etc. expuesto?	X			El mecanismo de avance de la prensa tiene un tornillo que está expuesto
	¿Se encuentran cerca del operador los controles de inicio y apagado?	X			
	Si hay más de un operador, ¿se proporciona controles separados?		X		
<b>Otras partes en movimiento:</b>					
	¿Se proveen protectores para todas las partes peligrosas de la máquina que se encuentran en movimiento, incluyendo las piezas auxiliares?		X		
<b>Peligros No-Mecánicos</b>					
	¿Se han provisto protectores especiales, armaduras, o equipos personales de protección, donde sea necesario, para proteger a los trabajadores de la exposición a sustancias dañinas usadas en la operación de las máquinas?	X			Se utilizan los EPP's adecuados
<b>PELIGROS ELECTRICOS</b>	¿Fue instalada la máquina de acuerdo con los requisitos y los aplicables localmente?		X		No cumple con todas las normas de seguridad
	¿Existe conexiones eléctricas sueltas?		X		
	¿Está la máquina aterrizada apropiadamente (a tierra)?	X			
	¿Tiene el suministro de energía los fusibles correctos y protegidos?	X			
	¿Experimentan los trabajadores descargas pequeñas de energía ocasionalmente al operar las máquinas?		X		

## Anexo I. Matriz de riesgos de las templadoras por inducción.

VALORACION DEL RIESGO EN LA PRENSA VELTRI														
	PELIGRO	RIESGO	UBICACIÓN DEL PELIGRO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	ND Nivel de deficiencia		NE Nivel de exposición		P Probabilidad		C Consecuencia		R Riesgo	
MECANICO	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	Contusiones, hematomas, dislocaciones, invalidez, heridas, fracturas, muerte.	Falta de limpieza del área de tránsito. Irregularidades en las superficies.	Eliminar la suciedad, papeles, polvo, desperdicios y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Marcar y señalar los objetos que no pueden ser eliminados. Mantener las vías de acceso y los pasos perfectamente iluminados. Utilizar calzado antideslizante. Mantener y reparar las irregularidades del piso.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Desplome o caída del material apilado.	Utilizar buenas prácticas para la manipulación de objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN	Golpe, corte, contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismos, otros.	Manipulación inadecuada de objetos. Ausencia de equipos auxiliares para la manipulación y transporte de objetos. Objetos difíciles de agarrar y sujetar.	Utilizar buenas prácticas para la manipulación de objetos. Contar con equipos de protección que faciliten sujetar los objetos. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros de la manipulación de objetos y las medidas de prevención.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	PISADAS SOBRE OBJETOS	Contusiones, hematomas, heridas, esguinces, caídas fracturas, otras.	Cuando caen las piezas de trabajo al piso. Objetos, materiales en el piso punzo cortantes.	Implementar buenas prácticas de orden para la eliminación de objetos punzo cortantes en las áreas de trabajo. Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV

GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Mal diseño de las zonas de circulación. Elementos de la estructura que representan obstáculos.	Eliminar los objetos fijos, que pudiesen representar peligro de golpes / choques. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos y vehículos.	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS MÓVILES	Contusiones hematomas, heridas, fracturas, aplastamiento, traumatismo, desgarramientos, otros.	Posibilidad de contactos con elementos móviles de las máquinas en operación. Ausencia de equipo de protección en función de la tarea.	Uso de protectores de seguridad y sensores. Ampliar en lo posible las zonas de tránsito, según los equipos y vehículos. Se debe contar con señalización de los puntos susceptibles a choques y que no se puedan eliminar, informando o advirtiendo el peligro o riesgo.	Muy Deficiente	10	Frecuente	3	Muy Alta	30	Grave	25	750	I
PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS	Cuerpo extraño en los ojos, golpes, laceraciones, cortes en el rostro.	Ausencia de guardas de protección colectiva contra las proyecciones de fragmentos y partículas. Ausencia de equipos de protección personal (ojos y rostro).	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Rediseñar el sistema de sujeción y alineación.</li> <li>— Instalar protecciones adecuadas.</li> <li>— Comprobar los parámetros de operación de la prensa.</li> <li>— Ajustar las protecciones y porta piezas</li> <li>— Utilizar las protecciones personales.</li> <li>— Informar y formar a los trabajadores acerca de los riesgos y peligros y las medidas de prevención.</li> </ul>	Muy Deficiente	10	Continuada	4	Muy Alta	40	Muy Grave	60	2400	I

	<p>ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS</p>	<p>Contusiones, heridas, amputaciones, fracturas, muerte.</p>	<p>Manos, brazos en las zonas de operación de las máquinas. Ausencia, deterioro, sistema de seguridad de las máquinas desactivado. Reparación y limpieza de las maquinarias sin paralizarlas. Elementos móviles con energía acumulada. Desconocimiento de la maquinaria. Utilización de prendas de vestir sueltas, joyas u otros.</p>	<p>— Proteger o aislar los puntos de las maquinarias que posibiliten la introducción voluntaria de las manos. — Instalar en las máquinas que lo requieran, sistemas de parada automática en los puntos de operación donde es necesaria la intervención del operario. — Reparar, dar mantenimiento y vigilar el adecuado desempeño de los sistemas de seguridad contra atrapamientos en las máquinas. — Evitar las prácticas de reparación de las maquinarias en funcionamiento. — Capacitación del personal en la operación y limpieza adecuada y segura de la maquinaria. — Toda maquinaria con riesgo de golpe o de atrapamiento, debe estar debidamente identificada y con señalización de seguridad en español. — No utilizar prendas de vestir sueltas, ni joyas u otros objetos.</p>	<p>Muy Deficiente</p>	<p>10</p>	<p>Frecuente</p>	<p>3</p>	<p>Muy Alta</p>	<p>30</p>	<p>Muy Grave</p>	<p>60</p>	<p>1800</p>	<p>I</p>
	<p>EXPOSICIÓN AL RUIDO</p>	<p>Fatiga, pérdida auditiva, impotencia, irritabilidad, trastornos del sueño y otros posibles daños a la salud.</p>	<p>Exposición a altos niveles de presión sonora generados en máquinas y herramientas. Ausencia y/o no uso de equipo de protección auditiva.</p>	<p>Remitirse a la normas: -Decreto Ejecutivo 306 del 4 de septiembre de 2002, publicada en Gaceta Oficial N0 24, 235 de 10 de septiembre de 2002 por el cual se aprueba el Reglamento para el Control de los Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación, así como en Ambientes Laborales. - Controlar la exposición a niveles de presión sonora generados en los procesos de trabajo. - Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.</p>	<p>Aceptable</p>		<p>Esporádica</p>	<p>1</p>	<p>Baja</p>	<p>0</p>	<p>Leve</p>	<p>10</p>	<p>0</p>	<p>IV</p>

	ILUMINACIÓN INADECUADA	<p>Accidentes, fatiga visual: molestias oculares, pesadez de ojos, picores, necesidad de frotarse los ojos, somnolencia,</p> <p>· Trastornos visuales: Borrosidad, disminución de la capacidad visual.</p> <p>· Fatiga Mental: Síntomas extraoculares: cefaleas, vértigos, ansiedad.</p>	Mala iluminación del puesto de trabajo, debido a daño de lámparas.	<p>Incrementar el uso de la luz natural.</p> <p>Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requiera mayor nivel de iluminación.</p> <p>Iluminar pasillos, escaleras y rampas y demás áreas dónde pueda haber gente.</p> <p>Proporcionar suficiente iluminación.</p> <p>Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión.</p> <p>Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.</p>	Aceptable		Frecuente	3	Baja	0	Leve	10	0	IV
	EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Tensión nerviosa, pérdida auditiva, lesiones músculo esqueléticas.	Exposición a niveles de vibraciones generados en máquinas y herramientas. Ausencia de equipo de protección contra vibraciones.	<p>Resolución N° 505- 1999, publicada en Gaceta Oficial N° 24,163 de 18 de octubre de 2000, por el cual se aprueba el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000. Higiene y seguridad Industrial en Ambientes de Trabajo donde se Generen Vibraciones.</p> <p>- Controlar la exposición a niveles de presión sonora y vibraciones generados en los procesos de trabajo.</p> <p>- Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos y las medidas de prevención.</p>	Aceptable		Esporádica	1	Baja	0	Leve	10	0	IV

ELECTRICO	CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	Caídas, cortes, golpes, quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, paro respiratorio, etc.	Contacto involuntario o accidentalmente con un conductor, instalación elemento eléctrico, máquina, enchufe, etc. bajo tensión directa.	<p>Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles.</p> <p>-Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.</p> <p>-Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos.</p> <p>-Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas.</p> <p>-En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta.</p> <p>-No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.</p>	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV
	CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS	Quemaduras por contacto o por arco, calambres, contracciones, etc.	Contacto con masas (falta de puesta a tierra, deterioro de aislamiento).	<p>Antes de comenzar a trabajar, realizar un control visual para detectar defectos reconocibles.</p> <p>-Puesta a tierra de masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.</p> <p>-Alejamiento y aislamiento de las partes activas de la instalación para evitar contactos directos.</p> <p>-Llevar a cabo un examen periódico de las instalaciones eléctricas.</p> <p>-En caso de avería, desconectar la tensión y sacar el enchufe, comunicar los daños y hacerlos reparar por personal autorizado para trabajos eléctricos. Nunca reparar por su cuenta.</p> <p>-No trabajar con iluminación escasa o inadecuada.</p>	Mejorable	2	Esporádica	1	Baja	2	Leve	10	20	IV