

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE  
VENA Y REPOTENCIACIÓN DEL CILINDRO SECADOR DE LA FÁBRICA  
DE CIGARRILLOS LA UNIVERSAL**

**JAIME ARMANDO GARCÍA ACOSTA  
LUIS JESÚS SEPÚLVEDA SANGUINO**

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

**2007**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE  
VENA Y REPOTENCIACIÓN DEL CILINDRO SECADOR DE LA FÁBRICA  
DE CIGARRILLOS LA UNIVERSAL**

**JAIME ARMANDO GARCÍA ACOSTA  
LUIS JESÚS SEPÚLVEDA SANGUINO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
OMAR GELVES AROCHA  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2007**

## DEDICATORIA

*Ante todo agradezco a Dios por ser fuente de inspiración en las cosas que hago día a día, por su protección y bendición. A mis padres Rodolfo y Mildreth por su amor dado, sus enseñanzas, su confianza total entregada, por haberme hecho quien soy, y por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida. A mi esposa Sandra, por todo lo que ha compartido en mi camino. A mi abuela Vilma por todas las enseñanzas consejos y sabiduría que aun permanecerán en mí. A todas la personas que colaboraron en este proyecto, amigos y compañeros por ayudarme a cumplir este sueño. Gracias a todos y que Dios los bendiga.*

*Jaime G.*

## DEDICATORIA

*Agradezco al Señor por darme su bendición y amor en cada instante de mi vida. A mis padres Marco y Cecilia por todo el amor, la orientación y la confianza que me han dado durante mi existencia. A mi esposa Sorley, por su entrega total e incondicional, por su comprensión, y por todo el amor que me ha entregado. A mis hijos Sebastián y Shirley, a los cuales amo y son fuente de inspiración de las cosas que hago día a día. A mis amigos por todos los momentos memorables e inolvidables que hemos pasado. A cada una de las personas que de una u otra manera aportaron su grano de arena para que este proyecto se llevara a cabo.*

*Eternamente agradecido*

*Luis J Sepúlveda.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de este proyecto de grado expresan sus más sinceros agradecimientos a:

El cuerpo docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, quienes a través de la formación impartida, proporcionaron los conocimientos necesarios para la realización del mismo, en especial al Ingeniero Omar Gelvez Arocha por su colaboración en la realización del mismo.

A Orlando Ulloa, Dayana Torres, al Personal de la fábrica de cigarrillos La Universal; a los ingenieros Fredy Celis y Jesús Vanegas por su asesoría y colaboración en la construcción de los equipos.

A nuestros padres, familiares y amigos por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	2
1.1 PROCESOS INDUSTRIALES	5
1.1.1 Los cigarrillos	5
1.1.2 La Economía de la Industria Tabacalera	7
1.2 LAS EMPRESAS Y LAS MARCAS	9
1.3 DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTO	13
1.3.1 El precio y la marca	13
1.3.2 Localización y composición de la industria.	15
1.4 PROCESOS DEL TABACO	19
1.4.1 El proceso primario del tabaco	19
1.4.2 Humidificación al vacío	20
1.4.3 Pos-humidificación	20
1.4.4 Proceso de desvenado	21
1.5 EL PROCESO DE LA VENA	22
2. JUSTIFICACIÓN	27
3. OBJETIVOS	35
3.1 OBJETIVOS GENERALES	35
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
4. EQUIPOS DEL SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE VENA	37
4.1 BANDA TRANSPORTADORA MÓVIL	39
4.1.1 El Equipo	40
4.1.2 Partes del Equipo	40
4.1.3 Paquete motriz.	42

4.1.4	Diseño detallado	43
4.1.5	Selección y construcción de la banda	53
4.1.6	Mantenimiento	65
4.2	ZARANDA ACONDICIONADORA.	66
4.2.1	Selección y montaje de la malla	68
4.2.2	Selección y montaje del sistema de vapor	70
4.2.3	Selección y montaje de la tapa de la cámara de vaporización.	73
4.3	ZARANDA DIRECCIONADORA	75
4.3.1	El Equipo	75
4.3.2	Partes del equipo	76
4.3.3	Descripción de las partes de la zaranda direccionadora	77
4.3.4	Selección y construcción de la zaranda de transporte	94
4.3.5	Paquete Motriz	100
4.3.6	Mantenimiento	105
4.4	LAMINADOR	105
4.4.1	El Equipo	105
4.4.2	Partes del Equipo	106
4.4.3	Selección y Construcción del laminador	118
4.4.4	Selección y construcción del sistema de calibración	120
4.4.5	Selección de aditamentos	127
4.4.6	Mantenimiento	131
4.5	PICADORA	131
4.5.1	Selección y adecuación del nuevo equipo	133
4.5.2	Calibración	133
4.6	CONTROL ELÉCTRICO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS	134
5.	REPOTENCIACIÓN DEL CILINDRO SECADOR	137
5.1	CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS NUEVOS IMPONENTES.	139

5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	140
5.3 ELEMENTOS DE MEDICIÓN	142
5.4 PROCEDIMIENTOS	143
6. ANÁLISIS DE PRUEBAS DE LOS EQUIPOS	151
CONCLUSIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	156
ANEXOS	158

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Empresas Colombianas del Sector Tabacalero	10
Cuadro 2. Marcas de cigarrillo de consumo nacional	13
Cuadro 3. Características de la vena y tipos recomendados de transportadores y elevadores para material a granel.	38
Cuadro 4. Resultados de la prueba de capacidad.	45
Cuadro 5. Velocidades estándar para bandas planas.	47
Cuadro 6. Diámetros de Tambor Estándar.	47
Cuadro 7. Factor de Ancho.	49
Cuadro 8. Factor de Longitud.	49
Cuadro 9. Factor de Longitud.	49
Cuadro 10. Eficiencia Motriz.	50
Cuadro 11. Potencia adicional.	51
Cuadro 12. Cadena Paso 35.	60
Cuadro 13. Cadena Paso 40	61
Cuadro 14. Datos Posición 1.	82
Cuadro 15. Velocidades y Aceleraciones de la posición 1.	83
Cuadro 16. Datos Posición 2.	84
Cuadro 17. Velocidades y Aceleraciones de la posición 2.	85
Cuadro 18. Datos Posición 3	86
Cuadro 19. Velocidades y Aceleraciones de la posición 3.	87
Cuadro 20. Datos Posición 4	88
Cuadro 21. Velocidades y Aceleraciones de la posición 4.	89
Cuadro 22. Resultados.	90
Cuadro 24. Cadena Paso 60.	126
Cuadro 25. Resultados del experimento.	144

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de la cadena de tabaco en Colombia	3
Figura 2. Cadena de valor del tabaco en Colombia 2002.	8
Figura 3. Concentración de la Actividad Industrial	16
Figura 4. Participación de la industria del tabaco por tamaño.	17
Figura 5. Localización geográfica de las empresas del sector tabacalero	18
Figura 6. Concentración Industrial del Tabaco en Santander	19
Figura 7. Proceso del tabaco	22
Figura 8. Actual diagrama del proceso primario.	28
Figura 9. Plano del proceso en línea para el procesamiento de la vena	30
Figura 10. Diagrama de la etapa 1.	32
Figura 11. Diagrama de la etapa 2	32
Figura 12. Diagrama de la etapa 2	33
Figura 13. Esquema del proceso por etapas.	34
Figura 14. Maquinas para el procesamiento de la vena.	37
Figura 15. Posición de la banda dentro del nuevo diagrama de proceso	39
Figura 16. Despiece de la banda transportadora móvil.	40
Figura 17. Banda transportadora móvil.	41

Figura 18. Ángulos recomendados según el tipo de banda	44
Figura 19. Estructura de apoyo de la banda	54
Figura 20. Análisis de esfuerzos del sistema estructural	54
Figura 21. Tambor	55
Figura 22. Análisis de esfuerzos del tambor	56
Figura 23. Banda Plana.	57
Figura 24. Tipo de unión	57
Figura 25. Guardas	58
Figura 26. Trozo de Madera	58
Figura 27. Banda con trozos de madera	59
Figura 28. Paquete motriz de la banda.	59
Figura 29. Motorreductor de la banda.	60
Figura 30. Cadena Paso 40	61
Figura 31. Piñón conductor	62
Figura 32. Piñón conducido	62
Figura 33 .Rueda	63
Figura 34. Sistema tensor de la banda	64
Figura 35. Chumacera UCP 207	64
Figura 36. Aspecto final de la banda transportadora móvil.	64
Figura 37. Posición de la zaranda acondicionadora dentro del nuevo diagrama de proceso	66
Figura 38. Transportador vibratorio.	67
Figura 39. Zaranda disponible.	68

Figura 40. Malla	69
Figura 41. Malla montada	69
Figura 42. Diagrama del sistema de vapor de la zaranda acondicionadora	70
Figura 43. Válvula de paso.	71
Figura 44. Filtro en "Y".	71
Figura 45. Válvula reguladora.	72
Figura 46. Manómetro	72
Figura 47. Sistema de vapor.	73
Figura 48. Tapa.	74
Figura 49. Tapa montada.	74
Figura 50. Aspecto final del sistema de vapor	74
Figura 51. Posición de la zaranda direccionadora dentro del nuevo diagrama de proceso	75
Figura 52. Despiece de la zaranda direccionadora	76
Figura 53. Aspecto final del diseño de la zaranda direccionadora.	77
Figura 54. Principio de los sistemas de presión de adherencia variable.	80
Figura 55. Mecanismo de movimiento de la zaranda	80
Figura 56. Mecanismo en la posición 1	81
Figura 57. Mecanismo en la posición 2	83
Figura 58. Mecanismo en la posición 3.	85
Figura 59. Mecanismo en la posición 4	87
Figura 60. Deflexión de los flejes	90

Figura 61. Diagrama de cuerpo libre.	91
Figura 62. Estructura de la Zaranda.	95
Figura 63. Análisis de esfuerzos de la estructura de la zaranda direccionadora	96
Figura 64. Tipos de canales	96
Figura 65. Bandeja	97
Figura 66. Sistema vibratorio.	97
Figura 67. Biela	98
Figura 68. Análisis de esfuerzos de la biela.	99
Figura 69. Buje	99
Figura 70. Chumacera UCP 208-24	100
Figura 71. Paquete motriz de la zaranda direccionadora	100
Figura 72. Motor de la zaranda direccionadora	101
Figura 73. Poleas	102
Figura 74. Correa	102
Figura 75. Eje motriz.	103
Figura 76. Análisis de esfuerzos del eje motriz.	103
Figura 77. Chumacera UCP 205 del eje motriz	104
Figura 78. Chumacera UCP 208- 24.	104
Figura 79. Aspecto final de la zaranda direccionadora.	104
Figura 80. Despiece del laminador	106
Figura 81. Aspecto final del diseño del laminador.	107
Figura 82. Vista lateral del laminado plano indicando el espesor, las velocidades, el ángulo de contacto con los rodillos y otras	

características.	110
Figura 83. Estructura de apoyo del laminador	118
Figura 84. Análisis de esfuerzos del sistema estructural del laminador	119
Figura 85. Rodillo Laminador.	119
Figura 86. Análisis de esfuerzos de los rodillos laminadores	120
Figura 87. Sistema de calibración.	120
Figura 88. Tornillos de calibración.	121
Figura 89. Análisis de esfuerzos de los tornillos de posicionamiento	122
Figura 90. Elementos de soporte.	122
Figura 91. Análisis de esfuerzos de los elementos de soporte	123
Figura 92. Correderas. Figura 93. Análisis de esfuerzos de las correderas.	123
Figura 94. Paquete motriz del laminador.	124
Figura 95. Motorreductor del laminador	125
Figura 96. Cadena del laminador	126
Figura 97. Piñones.	127
Figura 98. Raspadores	128
Figura 99. Bandeja de alimentación	128
Figura 100. Chumacera UCP 212	129
Figura 101. Buje de Bronce	129
Figura 102. Aspecto final del laminador	130
Figura 103. Partes de la picadora	132

Figura 104. Picadora actual de la fabrica de cigarrillos la universal	132
Figura 105. Picadora seleccionada	134
Figura 106. Tornillo de graduación de avance de la picadora	134
Figura 107. Diagrama eléctrico.	135
Figura 108. Montaje dentro de la caja metálica.	136
Figura 109. Funcionamiento actual del secador.	137
Figura 110. Tubería de vapor del cilindro secador.	138
Figura 111. Secador con intercambiador de calor	139
Figura 112. Prototipo y sus partes	141
Figura 113. Prototipo y sus partes	141
Figura 114. Obtención de flujos.	142
Figura 115. Pirómetros	142
Figura 116. Medidor de humedad.	143
Figura 117. Ventilador Fade 12-4	149
Figura 118. Rendimiento neumático del ventilador.	149
Figura 119. Calentador	150
Figura 120. Vena no procesada.	151
Figura 121. Broza después del laminador	151
Figura 122. Vena antes y después de laminada.	152
Figura 123. Hebra de vena.	152

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. SOLDADURA AWSE6013	159
Anexo B. SOLDADURA AWSE6011	160
Anexo C. CHUMACERAS	161
Anexo D. MOTORES SIEMENS	162
Anexo E. MOTORREDUCTOR DE LA BANDA	163
Anexo F. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	164
Anexo G. ACERO GALVANIZADO	166
Anexo H. PIÑONES DE LA BANDA	167
Anexo I. PIÑONES DEL LAMINADOR	168
Anexo J. TIPOS DE BANDAS PLANAS.	169
Anexo K. UNIÓN METÁLICA	171
Anexo L. RUEDAS	172
Anexo M. CORREA	173
Anexo N. POLEAS	174
Anexo O. MOTORREDUCTOR DEL LAMINADOR	175
Anexo P. CADENAS.	176
Anexo Q. VENTILADOR	178
Anexo R. RESORTE	179
Anexo S. ACCESORIOS DE TUBERÍA	180
Anexo T. INCLINACIONES DE BANDA PERMITIDAS	183
Anexo U. RESISTENCIAS	184
Anexo V. ECUACIONES DE LA ZARANDA	185
Anexo W. PLANOS	193

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA LINEA DE PROCESAMIENTO DE VENA Y REPOTENCIACIÓN DEL CILINDRO SECADOR DE LA FABRICA DE CIGARRILLOS LA UNIVERSAL\*

**AUTORES:** Jaime Armando García Acosta  
Luis Jesús Sepúlveda Sanguino \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Diseño y construcción, Maquinaria, Tabaco.

### CONTENIDO:

En la fabrica de cigarrillos La Universal, a las hojas de tabaco utilizadas como materia prima, se les separa la sección mas gruesa de la vena, debido a que estas forman astillas indeseadas dentro de la hebra que conforman mas adelante los cigarrillos, haciéndolo difícil y desagradable de fumar. Este proceso causa el mayor porcentaje de desperdicios y por lo tanto es el factor que mas incrementa los costos de producción. Sin embargo, se ha observado en la fábrica de cigarrillos La Universal, la ausencia de los mecanismos adecuados para procesar adecuadamente la vena, lo cual pone a la empresa en desventaja respecto a la competencia.

Todos estos aspectos económicos de producción, sumado a la guerra de precios en la cual viven hoy día las empresas tabacaleras, lleva a plantear como solución el diseño y construcción de una serie de máquinas que realicen esta labor eficientemente y en el menor tiempo posible.

Los equipos que se necesitan para poder llevar esta meta a cabalidad en su respectivo orden son la banda de transporte, zaranda acondicionadora, zaranda direccionadora, laminador, picadora e intercambiador de calor con su respectivo ventilador. Algunos de ellos ya eran parte del inventario de equipos de la fábrica, por lo cual simplemente se le hicieron una serie de modificaciones y adecuaciones para su óptimo estado y funcionamiento dentro del nuevo diagrama de proceso.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Omar Gelvez Arocha.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE PROCESSING LINE OF VEIN AND POWER UPGRADE OF THE DRYING CYLINDER OF THE UNIVERSAL CIGARETTES COMPANY \*

**AUTHORS:** Jaime Armando García Acosta \*\*  
Luis Jesús Sepúlveda Sanguino \*\*

**KEY WORDS:** Design and construction, Machinery, TOBACCO.

### CONTENT:

In the Universal cigarettes company, the tobacco leaves are used like source material, they are separated from the heavy section (vein), because these form undesired chips within the fiber that conform ahead cigarettes, making it difficult and disagreeable to smoke. This process causes the greater percentage of wastes and therefore it is the factor that increases the production costs. Nevertheless, it has been observed in the Universal cigarettes company, the absence of the suitable mechanisms to process the vein appropriately, which puts the company in disadvantage with respect to the competition.

All these economic aspects of production, added to the war of prices in which the tobacco companies live in these days, take to rise as solution the design and construction of a series of machines that makes this job efficiently and in the smaller possible time.

The necessary equipment to achieve completely this goal are the mobile conveyor, conditioning vibratory system, orientation vibratory system, squishier, chopper and the heat exchanger with its respective fan. Some of them were already part of the equipment inventory of the factory, that's why they just need some little modifications and adjustments for its best function into the new process diagram.

---

\* Thesis.

\*\*Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering. Director: Eng. Omar Gelvez Arocha.

## INTRODUCCIÓN

El proceso del tabaco en Colombia es relativamente corto, lo conforman en el eslabón primario, la producción de tabaco y en la fase industrial, la preparación y desvenado de la hoja, la elaboración de cigarros y la fabricación de cigarrillos. Del tabaco se obtienen otros productos como, los puros, el tabaco para mascar y las mezclas de tabacos para pipas, no obstante, en el país estos productos son menos importantes.

La industria colombiana de cigarrillos viene configurándose de acuerdo a los patrones mundiales, la tecnología utilizada es equivalente a la usada en cualquier parte del mundo y tiende a fortalecerse por la presencia de las grandes multinacionales. La producción de cigarrillos de tabaco rubio se ha incrementado desplazando a los cigarrillos de tabaco negro; dicha producción es absorbida por el mayor consumo nacional y las exportaciones cuyo principal destino (82%) son los Estados Unidos.

En síntesis, el proceso del tabaco en Colombia viene ganando competitividad, a los malos resultados de la mitad de la década del noventa le han seguido años de recuperación, gracias a la dinámica positiva y creciente de la industria. Aunque la tendencia general entre 1992 y 2004 fue a una disminución del área y la producción, ésta última alcanzó en el año 2003 y 2004 los mayores valores de todo el período; además, los factores de rentabilidad en costos y precios indican que esta tendencia podría consolidarse en los próximos años.

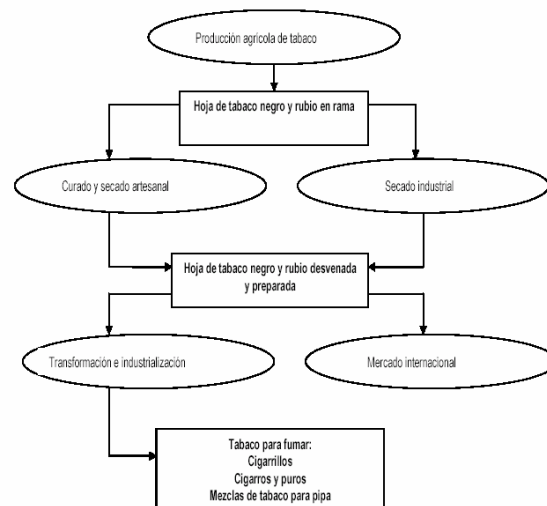
Siendo consecuentes con el deber ciudadano y preparación académica, se propone la construcción de una serie de máquinas que permitan incorporar la

vena de la hoja de tabaco al proceso primario de la fabrica de cigarrillos la universal, haciendo de esta empresa, una completamente tecnificada y eficaz, capaz de competir en el mercado con las más grandes.

## 1. ANTECEDENTES

En el sector primario la producción de tabaco negro y rubio genera en promedio 15.000 empleos anuales en cerca de 15.000 Hectáreas distribuidas alrededor del país. Los productos que se obtienen en las primeras etapas de la producción son hojas de tabaco negro y rubio sin desnervar (sin la nervadura o palo de la hoja) o desnervadas, éstas últimas son utilizados por el sector secundario o industrial en la elaboración de productos de consumo tales como cigarrillos, cigarros, puros, picadura de tabaco, tabaco para mascar, rapé, y en la elaboración de tabaco homogeneizado y tabaco reconstituido. A pesar del cambio tecnológico que rige la agricultura y la industria del último siglo, la producción de tabaco desde su cultivo hasta la manufactura de cigarrillos, cigarros y puros, continúa siendo delicada e intensiva en la utilización de mano de obra (ver figura 1)<sup>1</sup>.

Figura 1. Estructura de la cadena de tabaco en Colombia



Fuente: Observatorio Agrocadenas Colombia

---

<sup>1</sup> Fuente Observatorio Agrocadenas Colombia

Las actividades culturales tradicionales del cultivo se relacionan con la preparación del suelo, almácigos, transplante, fertilización, riego, aporque, despunte de las hojas, recolección manual y curado<sup>2</sup>, entre otras. La fase industrial comprende el desvenado o despalillado de la hoja y un sin número de actividades adicionales que se presentan más adelante.

Adicionalmente, si bien los productos finales de la cadena, son criticados por su incidencia en la salud humana, también es una fuente de ingresos para el Estado que alimenta así erogaciones importantes.

En Colombia, se cultivan dos tipos de tabaco, negro y rubio, que varían por sus características técnicas, estratégicas y comerciales y se cultivan en regiones diferentes. Estos a su vez configuran dos mercados diferenciados.

El tabaco rubio se produce en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Tolima, Huila, Quindío, Valle, Cauca y Nariño en cerca de 35 municipios. Se cultiva en pequeñas explotaciones y generalmente bajo la modalidad de arrendamiento; su producción ha aumentado en la última década debido a la mayor demanda por cigarrillos suaves. La industria ha tenido que complementar su consumo de este tipo de tabaco con importaciones, con el objeto de completar las ligas para la fabricación de cigarrillos.

A su vez el tabaco negro es de dos clases García y Cubita. El García se produce en los departamentos de Santander y Boyacá, se cultiva en terrenos menores a una hectárea, la aparcería y el arrendamiento de la tierra, así como el trabajo familiar son las modalidades predominantes del cultivo. Es acopiado directamente por la industria fabricante de cigarrillos en sus

---

<sup>2</sup> Este proceso consiste en secar las hojas de tabaco, ya sea a través de aire o aire caliente, humo (fuego) o al sol, con el propósito de que al marchitarse adquieran un color y aroma específico.

agencias de compra y por los medianos y pequeños fabricantes de cigarros en los mercados de contado o “spot”. El tabaco negro tipo Cubita se produce en Bolívar, Sucre y Magdalena. Su cultivo se desarrolla en áreas cuya extensión promedio gira alrededor de 1 hectárea por agricultor, en su mayor parte propietarios. El principal destino de este tipo de tabaco es la exportación.

Dadas las características del tabaco rubio y negro, se configuran dos mercados. El primero destinado exclusivamente a la fabricación de cigarrillos, el tabaco es adquirido por las tabacaleras desde antes de la cosecha y acopiado en sus agencias de compra. Y el segundo, destinado a la producción de cigarros y puros que se negocia en los mercados de contado en los municipios productores. Existe un tercero que es el mercado internacional a donde se destina principalmente el tabaco negro tipo Cubita.

## **1.1 PROCESOS INDUSTRIALES**

**1.1.1 Los cigarrillos.** Posterior a la fase primaria, el tabaco curado es sometido a un primer proceso industrial. Éste consiste en limpiar, reclasificar y quitar la nervadura a las hojas, se realiza agregándoles humedad para obtener mayor flexibilidad y la “despalilladora” retira los tallos para obtener la hoja desnervada. Cuando se han retirado las nervaduras, el tabaco se prensa o comprime, es almacenado en cajas de madera y llevado a depósitos en donde permanece aproximadamente dos años, mientras pasa por un proceso de maduración o añejamiento natural.

Finalizado dicho proceso, es enviado a las plantas de procesamiento, donde es acondicionado a través de medios como “la saturación y las altas temperaturas”, con el objeto de lograr un nivel adecuado de humedad que le

permita a éste producto ser mezclado y cortado<sup>3</sup>. Las recetas, salsas y/o fórmulas precisas contienen además de tabaco, saborizantes, humectantes, aromatizantes y preservantes, dichos componentes son los que dan las características de la marca a los cigarrillos.

Existen diferentes máquinas que almacenan el tabaco mezclado<sup>4</sup>, de modo que caiga en forma continua en el papel de cigarrillo preparado, el cual se enrolla alrededor del tabaco y con un engomador y calor forma varillas continuas. Luego éstas se cortan en la longitud adecuada, y se les inserta el filtro, (que ha sido elaborado en un proceso independiente) se sella a las varillas y se obtiene el cigarrillo<sup>5</sup>.

Los cigarrillos elaborados pasan a máquinas empaquetadoras<sup>6</sup>, donde se agrupan 10 o 20 cigarrillos de acuerdo a la presentación, se cubren con papel aluminio y luego con la envoltura impresa, y por último, se envuelven en polipropileno, para mantener su frescura<sup>7</sup>. El proceso final es el forrado. La máquina empaquetadora envuelve 10 o 20 paquetes en papel impreso

---

<sup>3</sup> Este proceso se conoce como la elaboración del blend: mezcla de distintos tipos y calidades de tabaco con adición de saborizantes y aromatizantes que le dan las características especiales a cada marca.

<sup>4</sup> La primera máquina de fabricar cigarrillos se patentó en los Estados Unidos en 1860, sus principales características han sido la base de los modelos posteriores, el tabaco debidamente preparado se introducía a una tira continua de papel que ingresaba en un tubo conformador dentro del cual se engomaba el papel y se le daba una forma cilíndrica. Una cuchilla giratoria de acción intermitente cortaba los cigarrillos. Dicha máquina elaboraba 100 cigarrillos diarios. Las máquinas actuales elaboran 1200 a 2000 cigarrillos por minuto. Ver Olaya y Rivas. [1985]

<sup>5</sup> Ver [http://www.philipmorrisusa.com/es/product\\_facts/ingredients/ingredients\\_in\\_cigarettes.asp](http://www.philipmorrisusa.com/es/product_facts/ingredients/ingredients_in_cigarettes.asp).

<sup>6</sup> Las empaquetadoras actuales envuelven a razón de 2400 cigarrillos por minuto o más dependiendo del grado de desarrollo tecnológico de la máquina.

<sup>7</sup> Compañía Colombiana de Tabaco. COLTABACO. [2003].

distintivo de la marca y por último se llevan a empaque en cajas de cartón y se almacenan para luego ser distribuidas<sup>8</sup>.

Finalmente, las materias primas que se consumen en la fabricación de cigarrillos además del tabaco rubio y negro, de primera y segunda clase<sup>9</sup> son: los aromatizantes, humectantes, saborizantes, preservativos, el papel para cigarrillos, filtros, marquillas, papel corcho, celofán, cintillas, estampillas y pegantes. Los cigarrillos son de tabaco rubio y negro, con o sin filtro.

En Colombia en el año 2002 la producción de cigarrillos fue de 21.765.324 millares de cigarrillos sin filtro por un valor de 453.937 millones de pesos corrientes. De estos se vendieron 20.860.822 millares de cigarrillos el 25% de ellos al exterior<sup>10</sup>. El 98% de los cigarrillos producidos en el país son cigarrillos con filtro, los cigarrillos de tabaco negro y sin filtro han perdido importancia absoluta.

**1.1.2 La Economía de la Industria Tabacalera.** La Cadena de valor del Tabaco en el año 2002 alcanzó un valor de US \$ 195 millones, los cuales se distribuyeron, aproximadamente, de la siguiente forma: el 13% fue el valor del tabaco comprado por la industria de cigarrillos y demás productos elaborados con tabaco, el 33% a materias primas (distintas al tabaco), servicios públicos, etc. que la industria transfirió durante su proceso de

---

<sup>8</sup> COLTABACO. [2003].

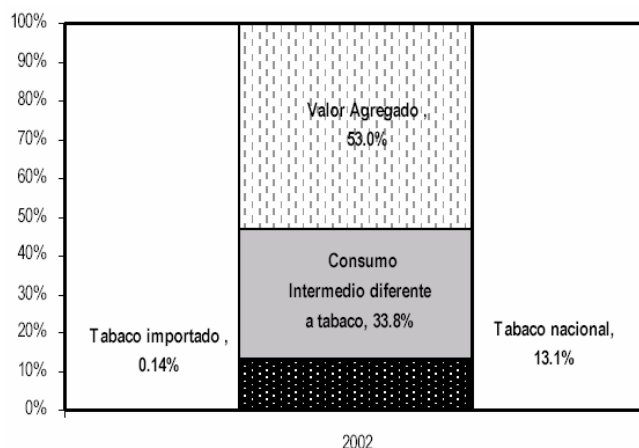
<sup>9</sup> Los tabacos de primera, son los de media mata, y de color uniforme aunque sean pequeños, los de segunda son los bajeros, o cogolleros, también los verdes pasados [cosechados prematuramente] y los que poseen maltratos en sus hojas. Ver Olaya y Rivas. [1985]

<sup>10</sup> Según la Encuesta anual Manufacturera del DANE.

producción, el 53% restante correspondió al valor agregado por la industria. (Ver figura 2)<sup>11</sup>

Figura 2. Cadena de valor del tabaco en Colombia 2002.

Producción Bruta = US \$ 195 millones.)



**Fuente:** EAM-DANE; Ministerio de Agricultura. Cálculos Observatorio Agrocalendas.

Como se aprecia la participación de la materia prima básica no es tan importante en la estructura de la cadena, de tal manera que variaciones en los precios que no sean muy significativos no tienen gran impacto sobre la estructura de costos de los bienes finales, esto es cigarrillos y cigarrillos. De hecho, las demás materias primas y demás componentes (papel, pegantes, aromatizantes, saborizantes, filtros, cintillas, empaques, entre otras) que hacen parte de los insumos pesan más fuertemente que el tabaco en rama que adquiere la industria. Se resalta de estas cifras la alta participación del valor agregado dentro de la cadena de valor, que representa el 53%, superior a la de la industria de alimentos 39% y la industria manufacturera 42%, situación que obedece a altos niveles de productividad y eficiencia en el proceso productivo.

<sup>11</sup> **Fuente:** EAM-DANE; Ministerio de Agricultura. Cálculos Observatorio Agrocalendas.

El valor del tabaco comprado por la industria alcanzó un total de US \$ 26 millones, de los cuales el 98% correspondió a tabaco rubio y negro de producción nacional y el 1.04% a tabaco importado. Los US \$ 195 millones producto de la industria del tabaco representaron en 2002 el 0,68% del total de la producción de la industria manufacturera nacional, la cual fue de US \$ 28.694 millones.

## **1.2 LAS EMPRESAS Y LAS MARCAS**

**COLTABACO.** Las firmas transformadoras de tabaco más importantes en Colombia son en su orden, La Compañía Colombiana de Tabaco S.A. (COLTABACO) (recientemente adquirida por la Phillip Morris), la Productora Tabacalera de Colombia S.A. (PROTABACO), La procesadora Nacional de cigarrillos (PRONALCI), La Fabrica de Cigarrillos La Universal. La primera de ellas, surgió en 1919, por asociación de empresas locales y fue expandiéndose a nivel nacional, absorbiendo otras empresas o desplazándolas de su mercado, así que en 1924, ésta firma poseía fábricas en las principales ciudades del país: Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cartagena. Durante muchos años COLTABACO se mantuvo como la única empresa del sector.

En la actualidad su planta de procesamiento se encuentra localizada en Medellín y se dedica a la fabricación de cigarrillos y picaduras, a la comercialización y expendio de éstos productos y, a la “producción, elaboración, distribución, importación, exportación, adquisición y enajenación dentro y fuera del país de tabaco en rama o elaborado”<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> <http://www.COLTABACO.com.co>. [2004]

Produce y comercializa marcas como Caribe, Imperial, Derby, Derby Azul, Royal, Líder, American Gold, Boston, Boston Light, Green y Green Light. Además produce la picadura Alfa para pipa. Según estimaciones recientes, esta empresa participa con cerca del 35%<sup>18</sup> del mercado colombiano de cigarrillos, sus ventas en el 2004 ascendieron aproximadamente a \$216.000 millones. Ésta compañía tiene como filial a Tabacos Rubios de Colombia S.A., empresa que se encarga de adquirir y adecuar el tabaco para ser exportado. Además de la fábrica de cigarrillos ubicada en Medellín, COLTABACO cuenta en la misma ciudad, con un centro de desarrollo tecnológico. Posee una planta procesadora de tabaco en el municipio de San Gil, Santander, cuatro agencias de compra en las zonas tabacaleras y 23 agencias de venta de cigarrillo en las principales ciudades del país. Según la misma compañía, utiliza tecnología de punta y en la actualidad emplea directamente a 1.100 personas, y estacionalmente a 130.

Cuadro 1. Empresas Colombianas del Sector Tabacalero

Establecimiento	Producto Elaborado	Ubicación
Compañía Colombiana de Tabaco S.A.	Cigarrillos con filtro y sin filtro y picadura para pipa	Medellin, Bucaramanga y San Gil.
Productora Tabacalera de Colombia S.A.	Cigarrillos con filtro	Bogotá D.C., San Gil.
Procesadora Nacional Cigarrillera. PRONALCI S.A.	Cigarrillos	Girón (Santander)
Industria Tabacalera Puyana	Cigarros	Bucaramanga (Santander)
Cigarros Duque E.U.	Cigarros	Bucaramanga (Santander)
Compañía Cigarrera Monseñor Ltda.	Cigarros	San Gil (Santander)
Cigarros Santa Lucia	Cigarros	Piedecuesta (Santander)
Fábrica de Cigarros La Universal	Cigarros	Piedecuesta (Santander)
Cigarros Gamo	Cigarros	Piedecuesta (Santander)
Cigarros Comandante	Cigarros	Piedecuesta (Santander)
Cigarros Centauro	Cigarros	Piedecuesta (Santander)
Cigarros la Primera Re	Cigarros	Cali (Valle del Cauca)
Fábrica de Cigarros Cigalia	Cigarros	San Pedro (Valle del Cauca)
La Cava del Puro de Bolivar Ltda.	Cigarros	Cartagena (Bolívar)
C. I. TABCO S.A	Comercialización de cigarrillos	Bogotá D.C.
RICCO'S HABANOS E.U.	Productos de tabaco <sup>1</sup>	Bucaramanga (Santander)
Tabacos Rubios de Colombia S.A.	Cultivo y preparación de hoja de tabaco.	Medellin (Antioquia)
Sociedad de Comercialización Internacional Tairona S.A.	Exportación de tabaco negro en rama	Medellin (Antioquia)

Fuente: CONFECAMÁRAS Y SUPERSOCIEDADES. Elaboración Observatorio Agrocadenas.

Finalmente, ésta empresa fue adquirida en el año 2004, por una compañía holandesa filial de la Phillip Morris, el negocio se llevó a cabo por una suma cercana a los US \$ 310 millones, ahora la empresa vende productos nacionales pero de capital extranjero. El negocio registrado en Colombia se suma a la tendencia en el resto del mundo, donde la mayoría de compañías nacionales han sido adquiridas por las multinacionales British American Tobacco (BAT) y Phillip Morris.

Ejemplo de ello son: la Cigarrera la Moderna en México y las compañías nacionales de Corea del Sur, Tailandia, Taiwán, Japón y algunos países de Europa Central. Es de notar que la multinacional Phillip Morris ya tenía presencia en el mercado colombiano con su marca Marlboro que participa en un 5% del mercado nacional<sup>13</sup>.

**PROTABACO.** La otra empresa importante en el ámbito nacional es la Productora de Tabaco de Colombia (PROTABACO), creada en el año de 1962. Su principal planta de procesamiento se sitúa en Bogotá. Su objeto social es igualmente, la transformación del tabaco en cigarrillos, y la producción conjunta de filtros y empaques. Utiliza modernos equipos de tecnología extranjera; y comercializa sus productos a través de 7 agencias comerciales ubicadas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali, Bucaramanga, Ibagué y Villavicencio.<sup>14</sup>

Entre las marcas que comercializa esta empresa se encuentran: Mustang, Fly, Premier, Starlite, Universal, President, Continental y Tropical. “Mustang es la que tiene más recordación, debido a que por más de 13 años ha patrocinado el campeonato profesional de fútbol colombiano”. También

---

<sup>13</sup> Legicomex.com. [2005a].

<sup>14</sup> Ver <http://www.PROTABACO.com.co>. [2005]

produce marcas destinadas exclusivamente a la exportación: Bronco, GT One, Silver, Champion y Starlite. Según estimaciones recientes, participa con cerca del 30% de las ventas de cigarrillo en el país.

La producción de PROTABACO está integrada desde el desvenado hasta la producción de cigarrillos. La planta de desvenado se encuentra ubicada en el municipio de San Gil, Santander; donde acopia el tabaco mediante diversas agencias localizadas en los municipios y zonas de cultivo. El proceso de desvenado se realiza mediante supervisión centralizada y tecnología automatizada con modernos equipos. Su seguimiento se hace mediante un software desarrollado por la compañía, con el cual se vigila, el proceso del tabaco desde que ingresa a la planta de desvenado hasta el producto final.

En el cuadro 2, se muestran las diferentes marcas que comercializan y producen COLTABACO y PROTABACO para el mercado nacional. Estas compañías también exportan marcas privadas, y tabaco desvenado a países como Estados Unidos, Centro América y Europa.

Phillip Morris la compañía ahora propietaria de COLTABACO ha importado al país tradicionalmente la marca de cigarrillos Marlboro, manufacturada por la Tabacalera Nacional Venezolana. Mientras la British American Tobacco (BAT) compite en todos los segmentos del mercado importando las marcas: Belmont, Lucky Strike, Kool, Kent, Montana, Delta y recientemente Pall Mall, en el año 2001 su participación en el mercado nacional de cigarrillos fue del 30%, esta compañía ha optado por la estrategia de no manufacturar en el país y competir con marcas netamente importadas en su mayoría producidas en Venezuela.

Cuadro 2. Marcas de cigarrillo de consumo nacional

Cigarrillos con filtro		
	Mezcla de tabaco Rubio y Negro	Tabaco Rubio
COLTABACO	Caribe	Boston
	Derby	Boston Light
	Derby Suave	Royal
		Green
		American Gold
		Green Light
		Imperial
		Lider
		Picadura Alfa para pipa
PROTABACO	President	Mustang rojo
	Continental rojo	Mustang Azul
	Tropical	Mustang Menthol
		Fly
		Fly Light
		Premier rojo
		Premier suave
		Starlite
		Premier Menthol Light
	Universal	
Cigarrillos sin filtro		
COLTABACO	Tabaco Negro	
		Pielroja

Fuente: Páginas Web. Coltabaco y Protabaco

### 1.3 DIFERENCIACIÓN DE PRODUCTO

**1.3.1 El precio y la marca.** En el mercado mundial de cigarrillos la marca y la publicidad asociada a la primera juegan un papel importante en la definición de los volúmenes consumidos. En Estados Unidos, por ejemplo, se gastaron US \$ 4.83 mil millones sólo en 1995, en la realización de comerciales, productos publicitarios, regalías y comisiones (porque aparezcan fumadores en el cine y en las series televisivas).

En este sentido las marcas más consumidas son las que más invierten en publicidad, Marlboro representa el 8.4% del consumo mundial, Mild Seven 2.3%, L&M 1.8%, Winston 1.6%, Camel 1.2%.

En Colombia una característica importante del mercado es la diferenciación del producto, fundamentada en variaciones del proceso productivo que permite obtener diferentes tipos de cigarrillos, calidades y sabores en función de la duración del proceso y los aditivos utilizados.

Sin embargo, más importante que la calidad, la competencia entre las dos principales empresas nacionales se lleva a cabo al igual que en el resto del mundo, por marcas diferenciadas en precios y con el cigarrillo importado. Por ejemplo, el Imperial (COLTABACO) compite con el President (PROTABACO) y el Derby con el Mustang, y estos a su vez con las marcas importadas. Durante los últimos años, se observa una feroz guerra comercial en los segmentos de precios bajos, cajetillas entre \$1.000 y \$1.500, en esta han participado COLTABACO, PROTABACO y la BAT, mientras la Phillip Morris mantuvo su estrategia de marca enfocada en los segmentos de precios altos con MALBORO \$2.900.

En consonancia con la estrategia de precios y marcas, la innovación de productos se da a través de tres segmentos del mercado: los full flavor (sabor completo), mentolados y suaves. En los tres segmentos participan las dos compañías nacionales y las marcas importadas por la Phillip Morris y la British American Tobacco Colombia (BAT).

Como se aprecia en el cuadro 2 en el país se producen un total de 25 marcas para consumo nacional, de ellas 24 corresponden a cigarrillos con filtro<sup>15</sup> y sólo 1 a cigarrillos sin filtro, 19 marcas se fabrican exclusivamente con tipos de tabaco rubio, 5 se producen con mezclas de tabaco rubio y negro y 1 se elabora únicamente con tabaco negro tipo García. Ésta producción se

---

<sup>15</sup> El objeto de los filtros es librar la nicotina y eliminar carbohidratos nocivos. La sustancia más importante de los cigarrillos, es por supuesto, el tabaco, el cual, se caracteriza químicamente por la presencia de un alcaloide especial llamado Nicotina.

encuentra a cargo principalmente de dos empresas COLTABACO y PROTABACO.

En relación al posicionamiento de marca, algunos estudios revelan que: “Boston (COLTABACO) es la marca que más se consume en el mercado colombiano. Le siguen, Mustang (PROTABACO), Belmont (BAT), y Marlboro (Phillip Morris), entre otros.”<sup>16</sup>

La distribución y venta de cigarrillos en el país la hacen directamente las compañías productoras y las importadoras, ya sea a través de mayoristas, cadenas de almacenes (mini mercados, supermercados e hipermercados), grandes distribuidores, canal tienda a tienda, consumo local, licorerías, kioscos y lo que se conoce como ORECAS (restaurantes, casinos, cafeterías y tabernas) entre otros.

**1.3.2 Localización y composición de la industria.** De acuerdo a la información hallada en la base de datos industrial de CONFECAMARAS, a continuación se ha clasificado la industria procesadora de tabaco en Colombia de la siguiente manera:

- Empresas dedicadas exclusivamente a transformar la hoja de tabaco para exportación o venta a las pequeñas productoras de cigarros.

Empresas que fabrican cigarros desde productos artesanales o “chicotes”, hasta puros finos de exportación.

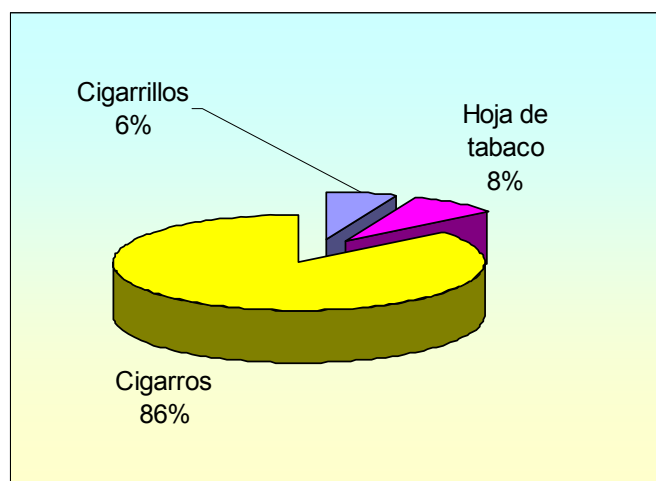
Y grandes empresas fabricantes de cigarrillos, transformadoras de la hoja en todas las etapas productivas.

---

<sup>16</sup> Legixcomex.com. [2005a].

Para el año 2003 se encontraron 52 empresas productoras del sector registradas en Cámaras de Comercio, su distribución según la actividad principal puede apreciarse en la Figura 3<sup>17</sup>. El 8% de éstas se dedica a desvenear y/o preparar la hoja de tabaco, el 6% elabora cigarrillos y el grueso de las empresas 86% produce cigarrillos y/o puros.

Figura 3. Concentración de la Actividad Industrial



**Fuente:** Observatorio Agrocadenas con base en CONFECÁMARAS y SUPERSOCIEDADES

La anterior información debe observarse a la luz del tamaño de la industria.<sup>18</sup> Como se aprecia en la Figura 4 el 88% de las empresas son micro, un 4% pequeñas y un 8% es gran empresa, no se dan casos de mediana empresa. Aunque cabe destacar que la diferencia entre los activos de las empresas líderes COLTABACO Y PROTABACO son profundas en relación a los activos

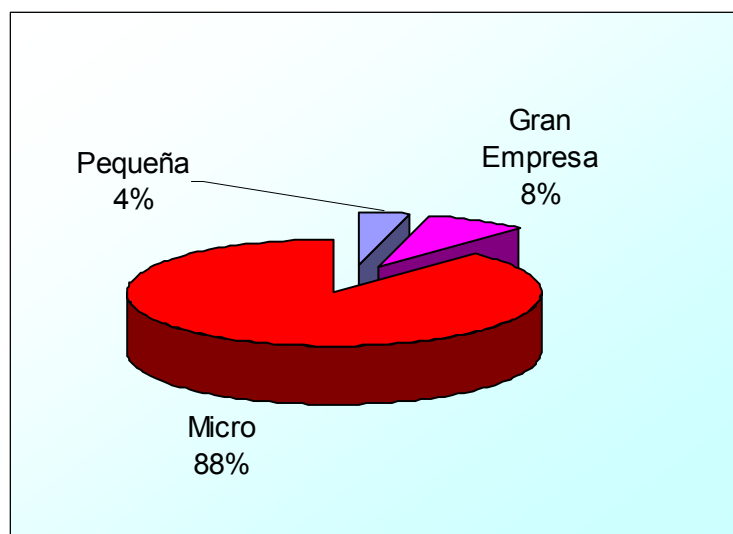
---

<sup>17</sup> **Fuente:** Observatorio Agrocadenas con base en CONFECÁMARAS y SUPERSOCIEDADES

<sup>18</sup> Esta clasificación se realiza según las definiciones dadas en el artículo 2 de la Ley No 590 de 10 de julio de 2000, por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa en Colombia.

de las seguidoras Tabacos Rubios S.A., PRONALCI S.A., éstas según la legislación se consideran grandes empresas pero las diferencias con las dos primeras, permiten considerar que dadas las características del sector serían las empresas medianas del mercado colombiano.

Figura 4. Participación de la industria del tabaco por tamaño.



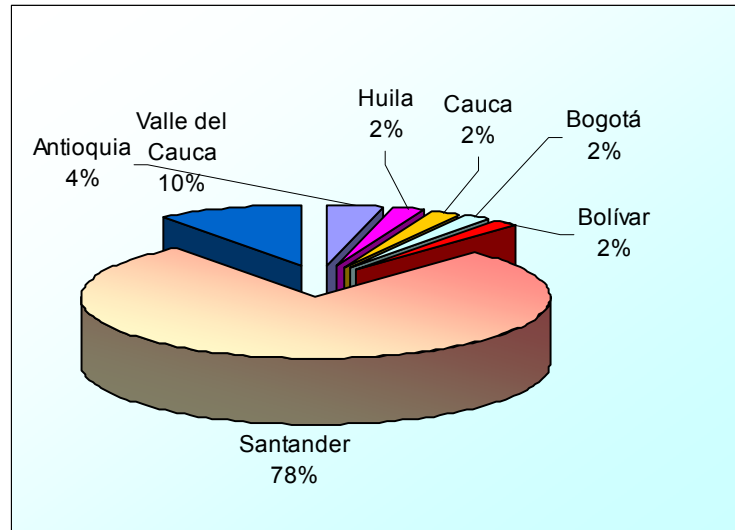
Fuente: Observatorio Agrocadenas con base en CONFECÁMARAS y SUPERSOCIEDADES

La distribución geográfica de la industria responde a patrones de especialización en la producción y en el consumo: las grandes empresas productoras de cigarrillos se localizan en los centros industriales cercanos a las materias primas diferentes al tabaco<sup>19</sup> y con infraestructura pesada de comercialización y distribución. Mientras las productoras de cigarros y hoja de tabaco desvenada se ubican primordialmente en las zonas de producción primaria, en el departamento de Santander, Valle del Cauca y Bolívar (ver Figura 5).

---

<sup>19</sup> Aromatizantes, humectantes, saborizantes, preservativos, el papel para cigarrillos, filtros, marquillas, papel corcho, celofán, cintillas, estampillas y pegantes.

Figura 5. Localización geográfica de las empresas del sector tabacalero

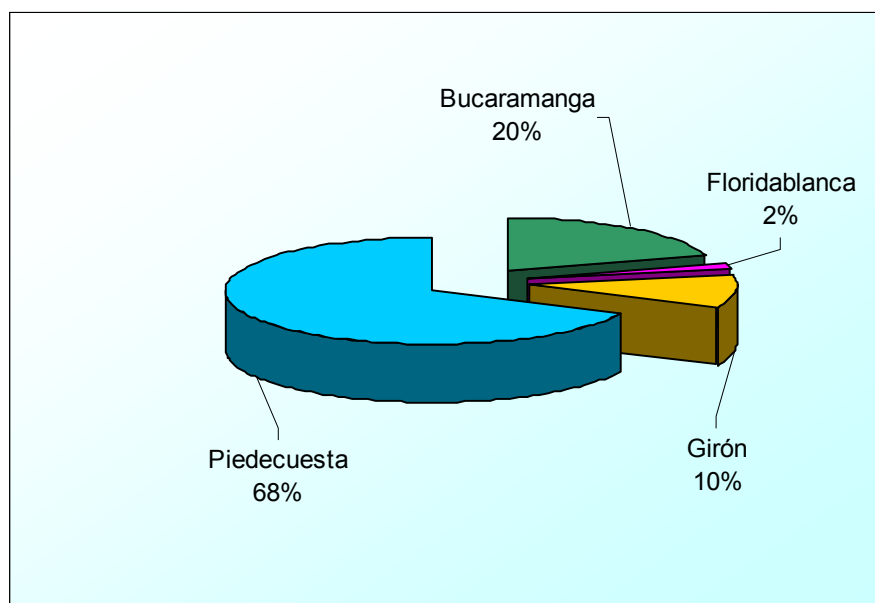


Al tomar en cuenta la totalidad de la industria, se tiene que el 78% de las empresas se ubican en el departamento de Santander, principal productor primario de la hoja, el 10% en el Valle del Cauca, 4% en Antioquia, y un 2% en cada una de las siguientes regiones: Bogotá, Huila, Cauca y Bolívar. En ciudades como Bogotá y Medellín ésta participación se explica principalmente por la presencia de las grandes tabacaleras PROTABACO y COLTABACO.

De dicha localización, se configura en la actividad tabacalera un importante cluster productivo en la fabricación de cigarros.

La producción y manufactura del tabaco son actividades de gran importancia en el departamento de Santander, donde además de producción hay industrias manufactureras de cigarros principalmente y empresas que elaboran el tabaco para la exportación, estas se agrupan en los municipios de Piedecuesta, Girón, Floridablanca y Bucaramanga, tal y como se observa en la Figura 6.

Figura 6. Concentración Industrial del Tabaco en Santander



Fuente: Observatorio Agrocadenas con base en CONFECÁMARAS y SUPERSOCIEDADES

## 1.4 PROCESOS DEL TABACO

**1.4.1 El proceso primario del tabaco.** La hoja de tabaco desde su secado y empacado en los campos de cultivo y el añejamiento en depósitos demora aproximadamente dos años para luego poder lograr iniciar la fabricación de productos.

Los factores más influyentes en la fabricación de productos incluyen la humedad y acondicionamiento de la hoja para su manejo mecánico a lo largo de la planta.

El tabaco llega generalmente en fardos de 50 kg después de un largo almacenamiento con una humedad de mas o menos 10% que implica un inmediato proceso de rehumidificación llamado proceso primario o proceso al vacío.

**1.4.2 Humidificación al vacío.** Tiene los siguientes pasos:

- Introducción del tabaco al autoclave, evacuación de aire e inyección de vapor, repetir este procedimiento de evacuación e inyección tres veces según el tipo de tabaco.
- La humedad del tabaco debe aumentar en un 4% sobre la humedad con la cual empezó a ser procesado en el autoclave.
- El proceso de humidificación se puede programar manual o automáticamente.
- Cuando se aumenta la humedad en un 1% se requiere aumentar la temperatura en 10 °C, por lo tanto un aumento de temperatura en 40°C implica un aumento de humedad en un 4%. Es muy importante relacionar la temperatura con la humedad para no tostar el tabaco y así rebajar la calidad y la maleabilidad, causando desperdicios de la materia prima.
- Es necesario que la humidificación sea total y pareja hasta el centro del bulto.

**1.4.3 Pos-humidificación.** La pos-humidificación sirve para dar al tabaco la debida condición para el tratamiento dentro de la línea de proceso, siendo realizada en cilindros rotativos con inyección de vapor y agua con el propósito de lograr un aumento de la humedad normal de 6 a 8%, aunque un mayor aumento siempre es posible pero relacionando la humedad con la temperatura. No es conveniente dada la experiencia en estos casos que durante el proceso de preparación previa el tabaco alcance temperaturas más elevadas de 60-70°C.

La línea de pos-humidificación trata de lograr humedades que hagan óptimas las condiciones para el proceso de desvenado que en la líneas esenciales consiste en separar la hoja de tabaco, la vena para un tratamiento especial por separado.

Esto se hace debido a que las condiciones químicas de las substancias dentro de la vena deben ser manejadas con diferente criterio.

#### **1.4.4 Proceso de desvenado**

- El tabaco debe entrar al proceso con un 22 a 24% de humedad y con una temperatura de 45 a 55<sup>0</sup>C. Fácilmente se puede comprobar mediante una prueba manual. Si la hoja tiene la debida condición para el desvenado mecánico, se imita sencillamente el batido de un diente de desgarre con un dedo, debiéndose separar la hoja de la vena; en caso de quedar pedazos de la hoja en la vena, el acondicionamiento será defectuoso. Una vena bien acondicionada debe dejarse envolver el perímetro de un dedo y dejarse nudar sin que se rompa.

- Un requisito indispensable para el desvenado consiste en el aflojamiento y acondicionamiento adecuado de la hoja.

- Se juzga el resultado del desvenado según las proporciones obtenidas.

La hojilla producida en el desvenado deberá tener de 1 a ½ pulgada y el porcentaje de esta cantidad deberá ser entre 75 y 80%, inferior a 1/8 se consideran menudos y rapé.

- Otra forma de evaluar un buen desvenado es por la cantidad de hoja en la vena.

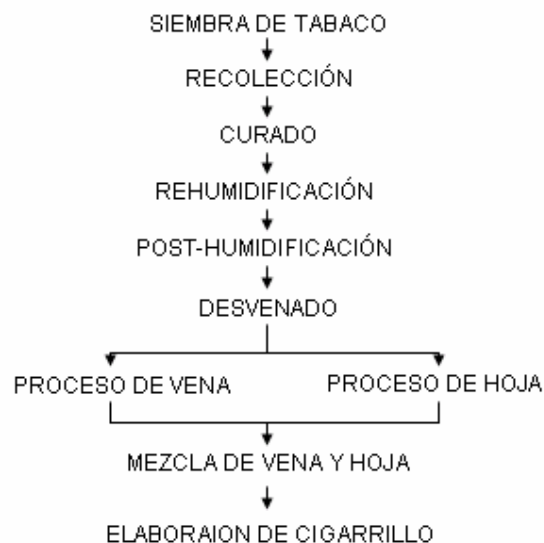
- Pedazos de vena en forma de lanceta representan siempre una deficiencia en la fabricación de cigarrillos y en el propio cigarrillo puesto que no solo tiene una mala combustión sino que no solo tiene buen llenado.

## 1.5 EL PROCESO DE LA VENA

En esta parte del proceso se debe humedecer la vena para que sea maleable y fácil de moldear. Por lo cual se hace pasar a través de equipos en los cuales se añade vapor y agua. Estando ya en las condiciones ideales se hace pasar a través de un laminador el cual le da apariencia de hoja, para posteriormente ser picada a una distancia de 0,35 mm. Luego se hace pasar esta vena a través de un equipo de secado en el cual se busca una humedad final en esta de 12%. Ya lista la vena se mezcla con las hebras de hoja picadas a un porcentaje de 70 % hoja y 30 % vena. Conformando finalmente la materia prima para elaborar cigarrillos.

El proceso completo se muestra en la figura 7.

Figura 7. Proceso del tabaco



**Componentes básicos del subsistema de procesamiento de vena.** Un subsistema de procesamiento de vena típico comprende los siguientes componentes:

**Caldera:** es un dispositivo cuya función es producir o generar vapor. Este vapor es utilizado en el proceso para el acondicionamiento del tabaco<sup>20</sup>, para el calentamiento del haz de tubos del secador e intercambiador, y para dar presión al tanque que contiene las sustancias (en nuestro caso agua) que serán añadidas al tabaco.

**Aductor de vena:** es un dispositivo que tiene como función, el transporte y la dosificación de tabaco. Consta de una banda inclinada con aditamentos para mejor arrastre, y una mano volvedora, cuya función es la de dosificar el tabaco, la cual se gradúa cambiando su altura respecto a la banda (ver Figura 8). Este dispositivo es de mucha ayuda en procesos donde es importante tener controlado tanto el flujo de materia como otros factores tales como temperatura, presión, etc.

**Zaranda de limpieza:** es un dispositivo de clasificación de partículas de tabaco que van pegadas a las venas llamadas broza, estas tienen tamaños menores a 5 mm, por lo cual la zaranda tiene una malla con agujeros escalonados de diámetro 5 mm. Su objetivo es separar la broza de la vena.

**Cilindro acondicionador:** estando la vena ya limpia, se procede a pasarla por un cilindro acondicionador (ver figura 9), en el cual se adiciona a la vena vapor y agua, para aumentar la humedad de esta desde un 5%, hasta un

---

<sup>20</sup> Se entiende por acondicionamiento el proceso en el cual se aumenta la humedad del tabaco, y el proceso de calentar la hoja para que los poros se abran y la hoja pueda absorber mejor las sustancias añadidas.

30%. Para esto el cilindro dispone de unas boquillas por las cuales entra el vapor, y otras boquillas por donde entra el agua.

**Tanque de almacenamiento de agua:** es un recipiente hermético, el cual tiene una regleta donde se puede ver el volumen de sustancia que contiene, con el fin de poder dosificar la cantidad de agua que se le añadirá a la vena. Consta de una entrada de vapor, el cual presuriza el tanque para poder expulsar el líquido a través de una tubería de salida.

**Zaranda acondicionadora:** es un dispositivo donde se le añade vapor controladamente a la vena, para poderla ablandar antes del proceso de laminado. Consta de una malla a través de la cual pasa el vapor en forma ascendente y una Serie de tubos internos ahuecados los cuales permiten la salida de vapor hacia las venas.

**Zaranda direccionadora:** es el dispositivo que se encarga de dirigir la vena hacia la laminadora ordenadamente, de tal manera que la vena pueda entrar con su eje longitudinal perpendicular a l eje axial de los rodillos laminadores. Para tal fin consta de una excéntrica que le da en movimiento vibratorio y una lámina acanalada sobre la cual se encarrilan las venas durante su transporte

**Laminador:** es el dispositivo que tiene como objeto dar a la vena el espesor de la hoja. Consta de una estructura sobre la cual van montados dos rodillos a través de los cuales se hace pasar la vena ya acondicionada, para darle el espesor deseado. El espesor es graduable, gracias a dos tornillos laterales los cuales modifican la distancia entre los rodillos de laminado

**Picadora:** es la maquina que se encarga de darle a la vena de la hoja de tabaco el ancho deseado, en nuestro caso deberá estar graduada a 120 cortes por pulgada de avance, lo cual equivale a tener venas de 0,2 mm de

ancho. Consta de una banda de entrada, dos masas que le dan ajuste y avance a la vena de tabaco a través de la boquilla de corte, y una cuchilla movida por un cigüeñal en cual le da un movimiento de corredera.

**Secador: dispositivo** cilíndrico encargado de darle la humedad final a la vena. La humedad óptima es del 12 %. Para ello dispone de una serie de tubos internos calentados con vapor, a través de los cuales pasa la vena haciendo contacto con ellos. Ya que la vena es más difícil de secar que las hojas debido a sus propiedades de absorción; los secadores de vena vienen diseñados con un intercambiador de calor para añadir aire caliente, el cual combinado con el calor de los tubos seca más uniformemente la vena sin quemar su superficie.

**Turbinas:** son las encargadas de suministrar el aire caliente para el secado de la vena, y por otra parte es la encargada de sacar el aire caliente que se concentra dentro del cilindro secador, y de esta manera permite la existencia de un ambiente saturado de vapor dentro de este

**Intercambiador de calor:** dispositivo encargado de calentar el aire que será introducido hacia el secador. Consta de un control de flujo de aire y un control de temperatura de las resistencias, con lo cual se puede controlar la temperatura del aire y por consiguiente la humedad final de la vena.

**Tuberías de vapor:** son los instrumentos encargados de conducir el vapor desde la caldera hasta los diferentes puntos donde se necesitan, en nuestro caso hasta el tanque de almacenamiento de agua, el cilindro acondicionador, la zaranda acondicionadora, el cilindro secador y el intercambiador de calor.

**Bandas transportadoras:** dispositivos industriales que se encargan de dar transporte a la vena durante las diferentes etapas del proceso. Transportan la vena.

**Ductos de conducción de aire:** son los accesorios que conducen el aire desde el intercambiador hasta el interior del secador, y también transportan el aire desde el interior del secador hasta la chimenea por donde será expulsado finalmente.

**Válvulas reguladoras de presión:** son las encargadas de estrangular el vapor en todos los procesos donde se necesita tener un control del proceso. El caso mas claro es el control de la presión en los tubos de la zaranda acondicionadora, para que la vena tenga la dureza deseada.

**Manómetros:** es un indicador de presión, instalado entre la válvula de abastecimiento y la válvula reguladora, con la finalidad de medir e indicar continuamente la presión del vapor entrante a la zaranda. También hay otro instalado en el tanque de almacenamiento de agua, el cual necesita la presión para poder introducir el agua al tanque acondicionador.

**Válvulas de paso:** es una válvula manual, cuya función es la permitir el paso de vapor desde la caldera hasta el resto de dispositivos que lo utilizaran. Son hechas de acero al carbón y resisten hasta 300 psi de presión.

**Mangueras de vapor:** debido al movimiento vibratorio de la zaranda acondicionadora, la introducción de vapor hacia los tubos no se puede a través de un medio rígido; por tal motivo se utiliza un medio flexible como lo son las mangueras. Estas son hechas de un material compuesto de un polímetro de gran resistencia mecánica y resistente a altas temperaturas, combinado con hilos acerados. Resisten hasta 300 psi de presión de vapor.

## 2. JUSTIFICACIÓN

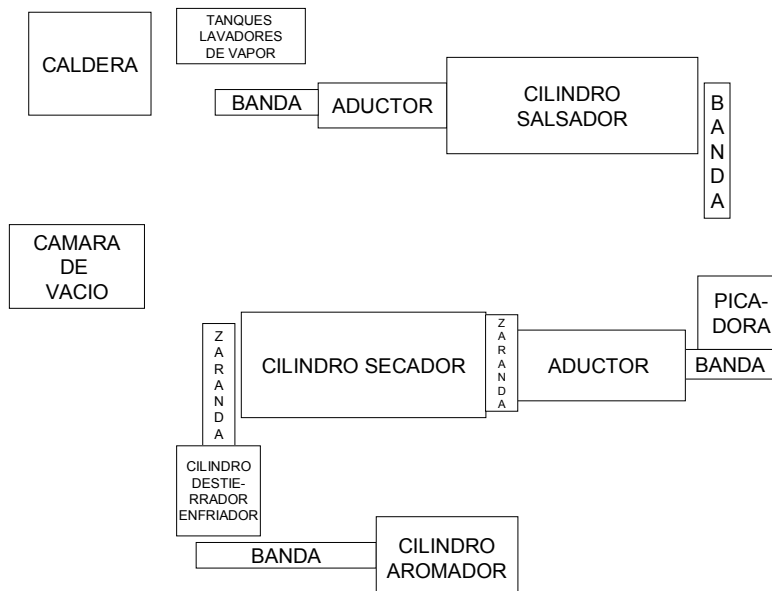
Actualmente las plantas diseñadas para el procesamiento de tabaco, cuentan con un subsistema que da a la vena de la hoja características que le permiten ser utilizada en la conformación de la hebra de tabaco, la cual se usa para la elaboración de cigarrillos.

Dentro de las características que se tienen en cuenta en la vena para la conformación de la hebra de tabaco están su tamaño, su humedad y su homogeneidad en la mezcla con las hojas de tabaco que conforma la hebra; ya que cada una de ellas tiene gran importancia a la hora de elaborar cigarrillos de excelente calidad y bajo costo.

Si alguna de estas características se pasa por alto, se podría producir una ausencia de las propiedades ideales que deben tener los cigarrillos de buena calidad.

Con el actual diagrama del proceso primario de la fabrica de cigarrillos la universal (ver figura 8) la vena que se corta del tabaco no se puede aprovechar, por lo cual se toma como desperdicio del proceso. Esto pone a la fabrica en desventaja a la hora de hablar de los precios del producto, frente a las otras empresas productoras de cigarrillos, ya que todas estas cuentan con maquinaria moderna en la cual incluyen el subsistema de desvenado y procesamiento de vena.

Figura 8. Actual diagrama del proceso primario.



El hecho de no tener este subsistema obliga a la empresa a perder un 30% de su materia prima, la cual se podría vender, pero su precio es la cuarta parte del costo asumido por la fábrica. Ciertamente es un factor económico que de ser positivo y no negativo para la empresa la colocaría en un sitio adecuado para poder competir frente a las demás empresas.

Además la fabrica cuenta con un cilindro secador de una capacidad muy limitada para el proceso, no se podría secar vena con humedades del 36% para alcanzar 12% sin que se quemara su superficie. Esto se debe a que el principio termodinámico que utiliza para su trabajo es la conducción de calor, mas explícitamente usa un haz de tubos calentados por vapor, con los cuales toca al producto para secarlo.

Todas estas falencias, lleva a plantear como solución el diseño y construcción de una serie de maquinas que realicen estas labores de una manera rápida y eficaz, permitiendo aprovechar al máximo la materia prima.

El aprovechamiento de la vena puede hacerse de dos maneras: construyendo todas las maquinas necesarias para un proceso en línea, o aprovechando la maquinaria que se tiene y construyendo otras para poder realizar el proceso.

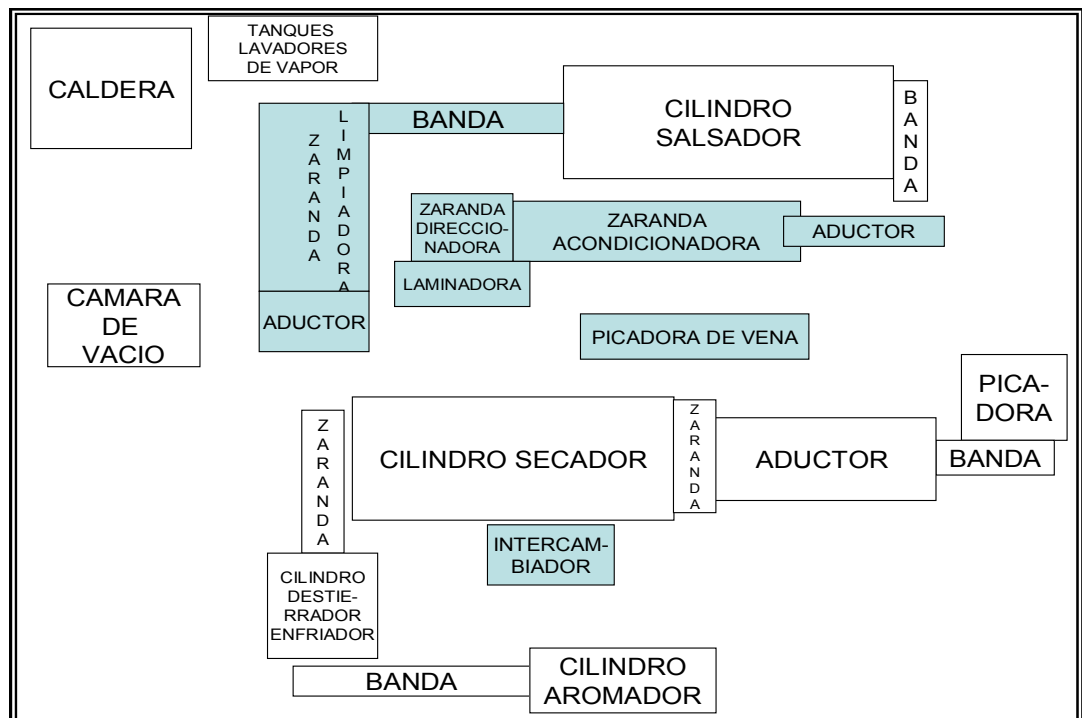
### **Construcción de la maquinaria total para obtener un proceso en línea.**

Para poder tener un proceso en línea se necesitaría construir en su totalidad la maquinaria mencionada en el capítulo anterior, y habría que seguir un patrón de proceso como se describe a continuación:

Estando ya la hoja y la vena separada, se lleva la vena a un aductor para que dosifique su entrada a una zaranda limpiadora, luego por medio de una banda se lleva hasta el cilindro acondicionador donde se le añade vapor y agua elevando la humedad hasta un 30%, luego cae en una banda, la cual transporta la vena desde la salida del cilindro hasta un espacio suficientemente grande para acumular esta vena por un tiempo mínimo de 24 horas para que absorba el agua en su totalidad; luego de transcurrido este tiempo se lleva a otro aductor donde se dosificara la entrada de la vena a una zaranda acondicionadora donde se le añadirá vapor a la vena para ablandarla, seguidamente cae en la zaranda direccionadora, para luego entrar en optima posición al laminador. Luego se acumula, y se deja reposar para que vuelva a absorber el agua extraída en el laminado para que no se endurezca.

Al cabo de mínimo doce horas se introduce en la picadora, y luego al secador; sitio donde se le dará la humedad final, para poder ser mezclada con la hebra de la hoja de tabaco (ver figura 11).

Figura 9. Plano del proceso en línea para el procesamiento de la vena



#### Ventajas:

1. Autonomía total del sistema, con lo cual podría hacerse a la vez mas de un proceso.
2. Menor necesidad de mano de obra durante el proceso ya que la vena después de cada etapa, queda en un lugar propicio para iniciar la otra, con lo cual se reduce la manipulación por parte de los operarios que se le da a la vena.

#### Desventajas:

1. Alto costo en manufactura y montaje de las maquinas.

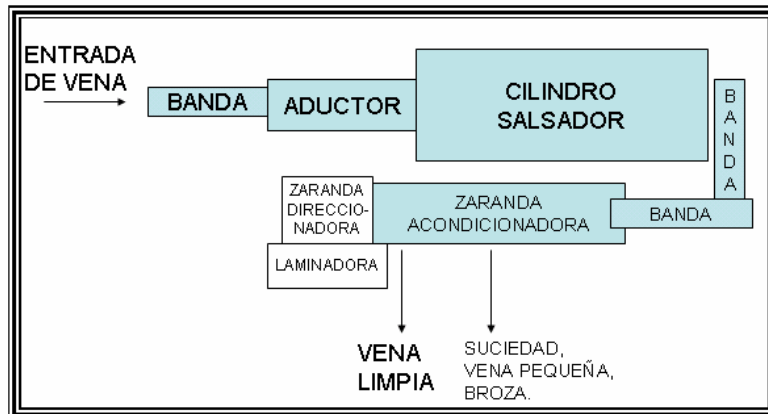
2. Se necesitaría gran espacio para albergar toda la maquinaria necesaria.

**Construcción de la maquinaria necesaria para hacer el proceso aprovechando las maquinas existentes.** Una alternativa con la que podemos contar es aprovechar la maquinaria existente, y simplemente hacer las maquinas que hacen falta para poder realizar el mismo proceso. Se necesitara una banda transportadora móvil con capacidad para transportar 500 Kg/hora, Se necesitará modificar una zaranda para que pueda cumplir con las funciones de limpieza y acondicionamiento, se necesitará diseñar y construir un laminador de vena, se necesitará seleccionar y montar una picadora para tabaco de 70 cortes por pulgada de avance, y se necesitará seleccionar y montar un intercambiador de calor para tener un buen funcionamiento del secador. El único requisito particular es seguir un patrón de proceso como se describe a continuación:

Estando ya la hoja y la vena separada, se realiza la etapa uno llamada limpieza de la vena, con la se lleva la vena al aductor que hoy día sirve para el proceso de salsado, para que dosifique su entrada al cilindro salsador existente sin que se le agregue ninguna sustancia, este nos ayuda a desprender la broza de la vena, ayudando de esta manera al proceso de limpieza. Luego por medio de dos bandas transportadoras (una fija y otra móvil) se lleva a una zaranda acondicionadora la cual en esta etapa solo hace la función de clasificación.

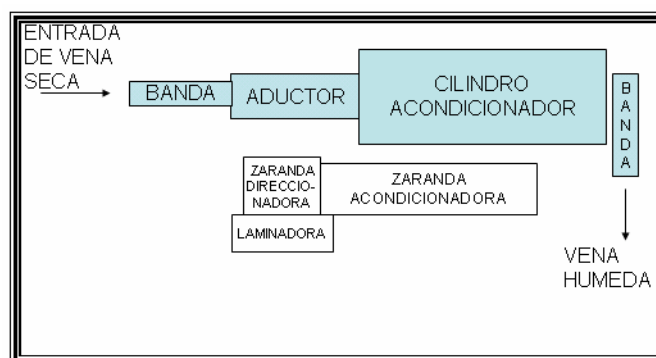
Para que se cumpla tal fin se habrá una compuerta alternativa la cual esta al final de la malla, la cual nos hace caer la vena limpia por una tolva; y la broza sale por otra tolva. Luego el operario recoge la broza en cajas de cartón paja, para ser llevada nuevamente al aductor anteriormente mencionado. Ver figura 10.

Figura 10. Diagrama de la etapa 1.



La segunda etapa consiste en un pre-acondicionamiento, en la cual se le hará a la vena un aumento de humedad para darle plasticidad antes de ser laminada, esto se logra de la siguiente manera: Se introduce la vena en el aductor para que dosifique su entrada al cilindro, el cual ahora se llamará cilindro acondicionador, el cual por medio de unas boquillas añadirá vapor y agua a la vena, luego caerá en la banda fija, la cual conduce la vena desde el cilindro hasta un cajón de madera<sup>21</sup> en el cual se dejara reposar la vena por un tiempo de 24 horas. Ver figura 11.

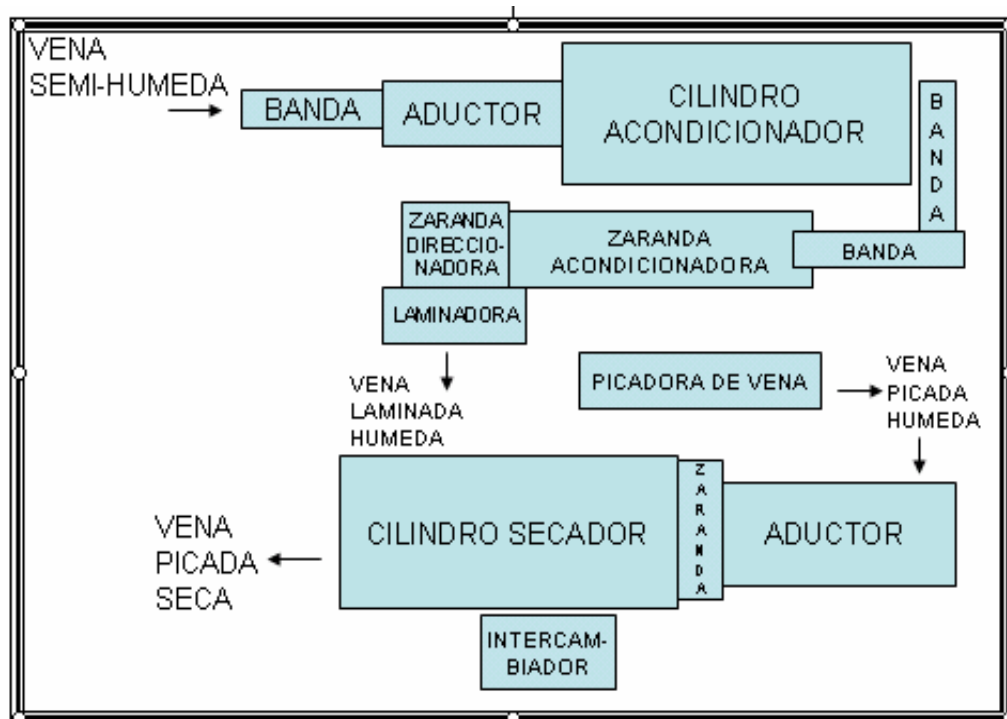
Figura 11. Diagrama de la etapa 2



<sup>21</sup> La madera recomendada para los cajones que se usan en la industria tabacalera es el zapan, ya que no transmite olores al tabaco. Además que cuenta con muy buenas propiedades para resistir el deterioro que produce el vapor y la humedad.

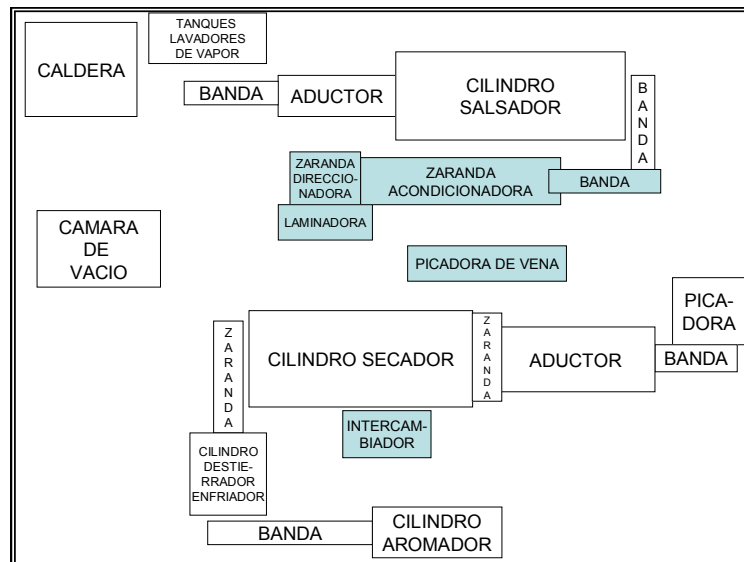
En la etapa tres, se introduce la vena en el aductor, la cual será dosificada por este, pasará al cilindro que en este caso también nos servirá de acondicionador, ya que introduciremos vapor para ablandar la vena, luego pasará a través de las dos bandas transportadoras, caerá en la zaranda la cual ahora nos sirve de acondicionadora, ya que también añade vapor a la vena a una presión de 60 psi con lo cual lograremos mas ablandecimiento de esta, luego caerá a la zaranda direccionadora la cual dispone la vena perpendicularmente respecto al eje del rodillo laminador para posteriormente ser introducida en este, de donde saldrá y tendrá un reposo de 12 horas. Transcurrido este periodo de tiempo, ya estará lista para ser picada e inmediatamente secada, con lo cual terminamos el proceso. Ver Figura 12.

Figura 12. Diagrama de la etapa 2



La figura 13. Muestra el nuevo diagrama del proceso primario.

Figura 13. Esquema del proceso por etapas.



**Ventajas:**

- Bajo costo de manufactura y montaje de las maquinas necesarias.
- Poco espacio para realizar el montaje de las maquinas que se necesitaran.

**Desventajas:**

- Dependencia sobre el sistema de salsado, ya que no se podrán realizar los dos procesos a la vez.
- Mayor costo de mano de obra, ya que no se necesitará mucho trabajo por parte de los operarios.

Después de analizar las alternativas, junto con la gerencia, se decidió que la opción dos es la mas viable y conveniente para la empresa. Para lo cual dieron todo su apoyo con el fin realizar este desarrollo industrial dentro de la planta.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS GENERALES**

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, de atender las necesidades del Sector Industrial Santandereano. Con este trabajo de grado se persigue dar a la Fábrica de Cigarrillos la Universal competitividad ante los bajos costos de producción y buena calidad con que cuentan las demás empresas productoras de cigarrillos. Específicamente en lo relacionado a la utilización de la vena de la hoja en la elaboración de cigarrillos; la cual da al cigarrillo un bajo costo de producción y suavidad en la fumada debido a sus características inocuas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para la construcción de la línea de procesamiento de vena y repotenciación del cilindro secador de la fábrica de cigarrillos la universal se necesita:

- Diseñar y construir una banda transportadora para conducir la vena desde la banda de salida del cilindro vaporizador a la zaranda acondicionadora con una capacidad de 500 Kg. de tabaco/hora.
- Modificar la zaranda existente para que cumpla con las funciones de clasificación y humectación de la vena. La clasificación corresponde a separar las partículas de menos de 5 mm de ancho y debe ser capaz de aumentar la humedad en un 5 %.

- Diseñar y construir una zaranda que nos permita guiar la vena hacia la laminadora. De tal forma que la vena se disponga en forma longitudinal para entrar a la laminadora.
- Diseñar y construir una laminadora para vena de tabaco que sea capaz de laminar 500 kg/hr de 5mm a 0.5 mm de espesor.
- Seleccionar una picadora para el corte de vena para 70 cortes por pulg.
- Seleccionar un intercambiador de calor por convección para aumentar la capacidad de secado del cilindro secador actual, desde un 36% hasta un 12% de humedad a una tasa de 120 Kg/h.

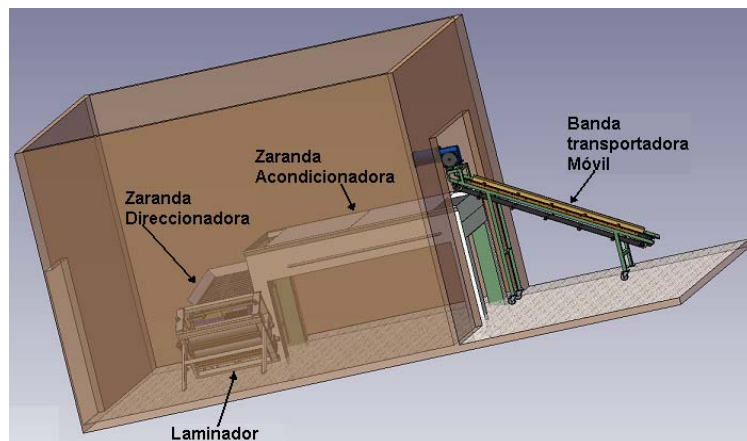
#### 4. EQUIPOS DEL SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE VENA

Se trata de una serie de equipos, en los cuales la vena tendrá el acondicionamiento requerido, de acuerdo a los estándares establecidos internacionalmente para este proceso. Dentro de las cuales están transporte, limpieza, humidificación, ablandamiento, laminado, picado y secado, en su respectivo orden.

Los equipos nuevos del sistema de procesamiento de vena son:

- Banda transportadora móvil.
- Zaranda de limpieza y acondicionadora.
- Zaranda de transporte.
- Laminador de vena.
- Picadora.

Figura 14. Maquinas para el procesamiento de la vena.



Dado este proceso, la vena está apta para ser parte del blend con que se elaboran los cigarrillos.

• **Características de la vena:**

- Condición física: Fibroso
- Densidad: 128 kg/m<sup>3</sup>
- Tamaño: 10 – 200 mm
- Humedad: 5 – 36 %
- Transporte Recomendado: Banda transportadora, Transporte vibratorio

Cuadro 3. Características de la vena y tipos recomendados de transportadores y elevadores para material a granel.

Material	Condición Física	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Reacción sobre el Transportador	Transportador Recomendado	Elevador Recomendado	Comentario
Gratito (Harna)	Pulverizado	641	Lubricante	a, b, c, d, e	g, h, c	
Grano Cervicero, caliente	Granular	881	Corrosivo	c, e, i	g, h	
Grava	Granular	1602	Abrasivo	a, e, f, i	g, h	
Hollín	Pulverizado	1602	Abrasivo	b, d, e, f	g, h	
Hueso molido	Pulverizado	881 - 961		a, b, c, d, e	g, h, c	
Hule, pedacena	Fibroso	801		a, b, e	g, h	Difícil de comer
Jabón en hojuelas	Granular	160 - 320	Pegajoso si está caliente	a, c, e	g	Frágil
Lino, semilla de	Granular	721	Corteza abrasiva	a, b, c, d, e	g, h, c	Corre libremente
Lodo de agua de cloaca	Pulverizado	961	Abrasivo	a, b, e, f	g	Húmedo es pegajoso
Madera, viruta de	Granular	288 - 320	Corrosivo si está mojado	a, c, d, e, i	g, c	Puede formar arcos
Malta	Seca	721	Puede ser pegajoso	a, b, c, d, e	g, h	
Mica, en polvo	Pulverizado	320 - 480	Corre libremente	a, b, c, d, e	g, h, c	Produce polvo
Minerales pesados	En pedazos	1602		a, b, f	g, h	Pueden ser tenaces
Molibdeno, concentrado de	Pulverizado	1762	Abrasivo	a, b, d	h	Pegajoso
Plomo, sales de	Pulverizado	961 - 2403	Difícil de correr	a, b, c, e	g, h	Venenosos
Polvos Metálicos	Pulverizado	801 - 1602	Abrasivo	a, b, c, d, e	g, h	
Pómez	Pulverizado	721	Abrasivo suave	a, b, c, d, e	g, h, c	Pule las superficies
Sal gruesa	Granular	801	Higroscópica	a, b, c, e	g, h	Mojada es corrosiva
Sal en terrones	Pulverizado	1201 - 1522		a, b, c, d, e	g, h	Corre libremente
Salvado	Granular	256 - 320		a, b, c, d, e	g, h	A veces pegajoso
Slíce, harna de	Pulverizado	1281	Abrasivo	a, d, e	g	Difícil de comer
Soya, harina de	Pulverizado	480	Pegajoso	a, b, c, e	g, c	
Tabaco, tallos de	Fibroso	128		a, b, d, e, h, i	g	Difícil de comer
Talco	Pulverizado	801 - 961	Abrasivo suave	a, b, c, d, e	g, h	Se adhiere al metal
Trigo	Granular	769	Corre libremente	a, c, d, e	g, c	Conservese limpio
Vidno machacado	Granular	1281 - 1602	Abrasivo, corrosivo	a, b, e	g, h	
Vidrio, hornada de	Granular	1281	Abrasivo	a, b, e	g, h	
Yeso	Pulverizado	961		a, b, c, e	g, h	

Explicación de las letras simbólicas:

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| a Banda Transportadora              | b Transportadores de Paletas         |
| c Transportadores de flujo continuo | d Transportador Neumático            |
| e Transportador de tornillo         | f Transportador Cadena de arrastre   |
| g Transportador de banda y cangilón | h Transportador de cadena y cangilón |
| i Transportador Vibratorio          |                                      |

Fuente: PINEDA, Carlos. Trabajo de grado "Banco de transporte Neumático y Vibratorio. Bucaramanga, UIS 1982, p. 9

**Limitaciones de diseño.** Para los cálculos y diseño de equipos encontramos las siguientes limitaciones:

Existencia de una banda plana y diversos motorreductores y motores en el inventario.

Banda: 300 mm de ancha.

**Motorreductores:**

1hp a 30 rpm.

2 hp a 60 rpm.

1hp a 68 rpm.

5 hp a 110 rpm.

1.5 hp a 90 rpm.

7.5 Hp a 105 rpm.

**Motores:** 1 hp a 1800 rpm

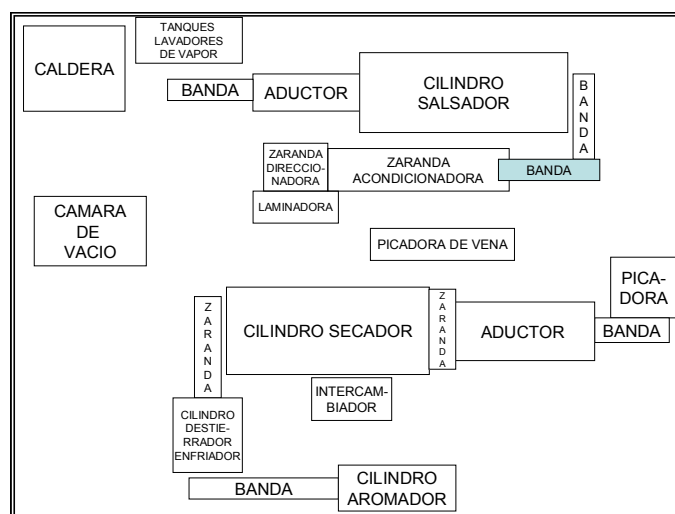
2 hp a 1800 rpm

10 hp a 1800 rpm

**4.1 BANDA TRANSPORTADORA MOVIL**

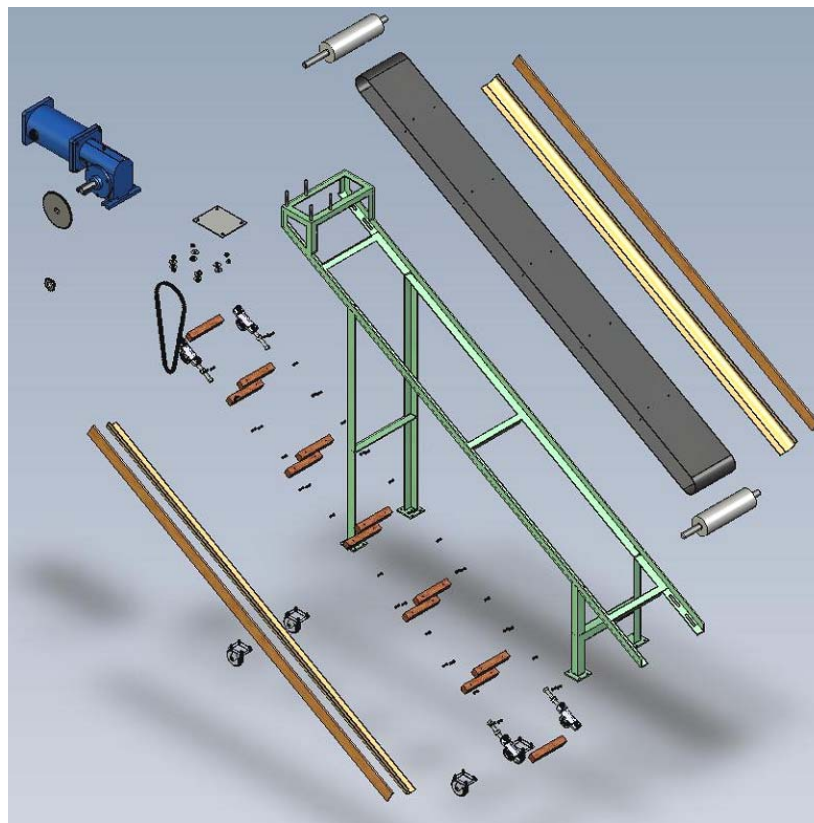
Se utiliza una banda de transporte inclinada para conducir la vena que cae de la banda que extrae el producto desde el cilindro acondicionador y lo llevará a la zaranda acondicionadora. La posición de esta banda dentro del proceso es mostrada en la figura 15.

Figura 15. Posición de la banda dentro del nuevo diagrama de proceso



**4.1.1 El Equipo.** En el ámbito de la industria, el manejo y manipuleo de materiales constituye una parte fundamental dentro del proceso productivo. Los requerimientos de grandes volúmenes de producción han hecho que los transportadores continuos de bandas se constituyan en los elementos más adecuados para mover material al granel, principalmente cuando se trata de grandes distancias y tonelajes.

Figura 16.Despiece de la banda transportadora móvil.

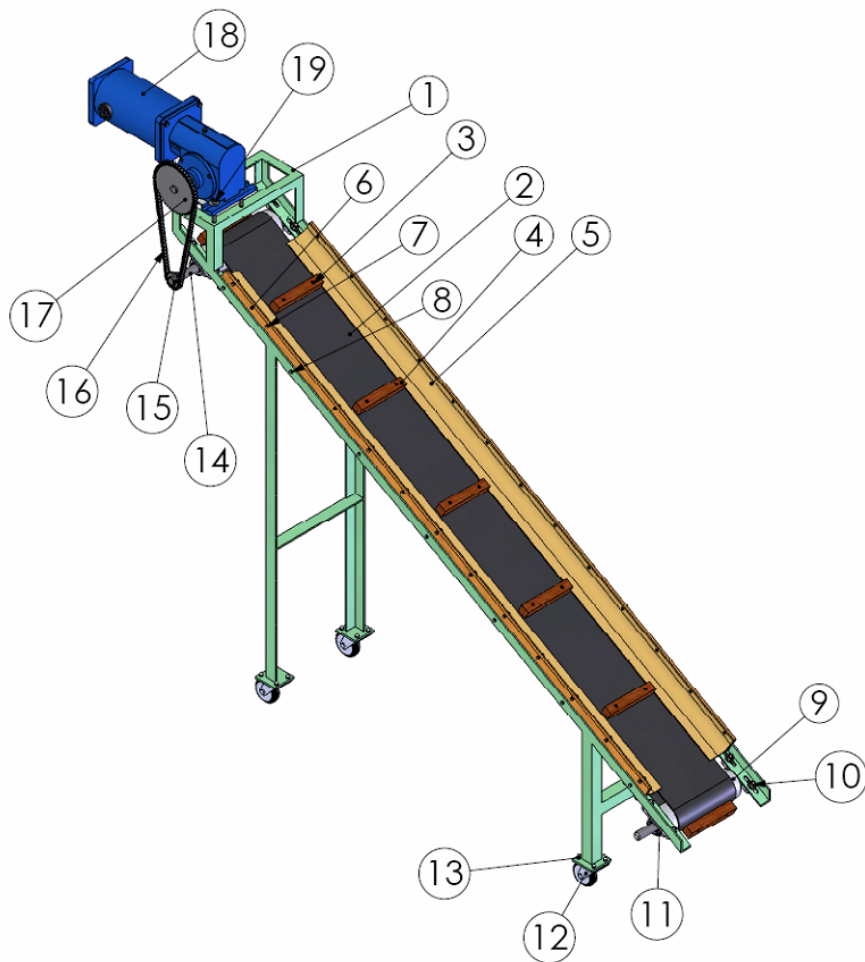


**4.1.2 Partes del Equipo.** La banda transportadora móvil está compuesta por conjuntos, estos pueden resumirse en:

- Estructura de apoyo. No. 1

- Tambores. No. 9 y 14
- Banda plana. No. 2
- Aditamentos. No. 5 y 6
- Elementos de arrastre. No. 4ç
- Paquete motriz. No. 16, 16, 17 y 18
- Ruedas. No. 12
- Tensor. No. 10
- Rodamientos. No. 11

Figura 17. Banda transportadora móvil.



## **Descripción de las partes de la banda transportadora:**

**Estructura de apoyo.** Es un armazón de perfiles de acero que va a soportar todo el peso de los diferentes elementos y material a transportar de la maquina. A su vez absorbe vibraciones e impactos generados durante su funcionamiento.

**Tambores.** Son los encargados de transmitir el movimiento a la banda plana, alineación su eficiencia depende de el ángulo de agarre, coeficiente de fricción y tensión.

**Banda.** Es la encargada de llevar sobre sí misma el material a trasportar.

**Aditamentos.** Elementos adicionales que proporcionan un transporte más eficiente del material.

**Elementos de arrastre.** Son dispositivos que tienen como función mejorar la eficiencia de la capacidad de transporte de la banda. Estos van adheridos a la banda por medio de elementos mecánicos de sujeción.

**4.1.3 Paquete motriz.** Consiste de una serie de elementos que proveen el movimiento necesario para el funcionamiento de la banda. Consta de un motorreductor, piñones y cadena.

**Ruedas.** Permiten la movilidad del equipo para poder trasladarlo en la planta. Ya que este subsistema es opcional en un sistema ya estructurado de la planta.

**Tensor.** Elemento encargado de mover los tambores para lograr la tensión optima en la banda plana.

**Rodamientos.** Sirven de soporte a los tambores y al tiempo permiten la rotación libre sobre su eje.

#### 4.1.4 Diseño detallado

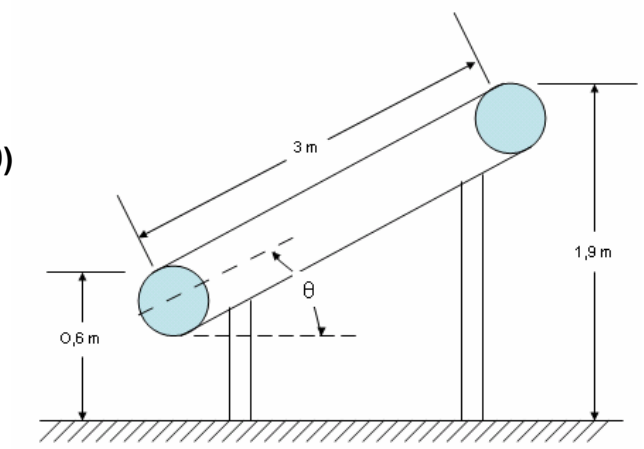
##### Requerimientos de diseño:

- Capacidad (Caudal): 500 kg/h.
- Distancia por cubrir: - Horizontal 1.3 m.  
Vertical 1.90 m.
- Altura de recepción: 1.4 m.
- Recorrido inclinado: 3 m.

**Cálculos para el diseño de la banda:** los cálculos necesarios para el diseño de la banda transportadora se citan a continuación:

- Calculo del ángulo de inclinación.
- Calculo de la capacidad de carga con elementos de arrastre.
- Calculo de Velocidades.
- Calculo de la Potencia requerida.
- Calculo de la relación necesaria entre la salida del motorreductor y el tambor motriz.
- Calculo de la Tensión de la cadena.

##### Calculo del ángulo de inclinación ( $\theta$ )



$$\text{Sen } \theta = \frac{(1,9-0,6)}{3} = 0,43$$

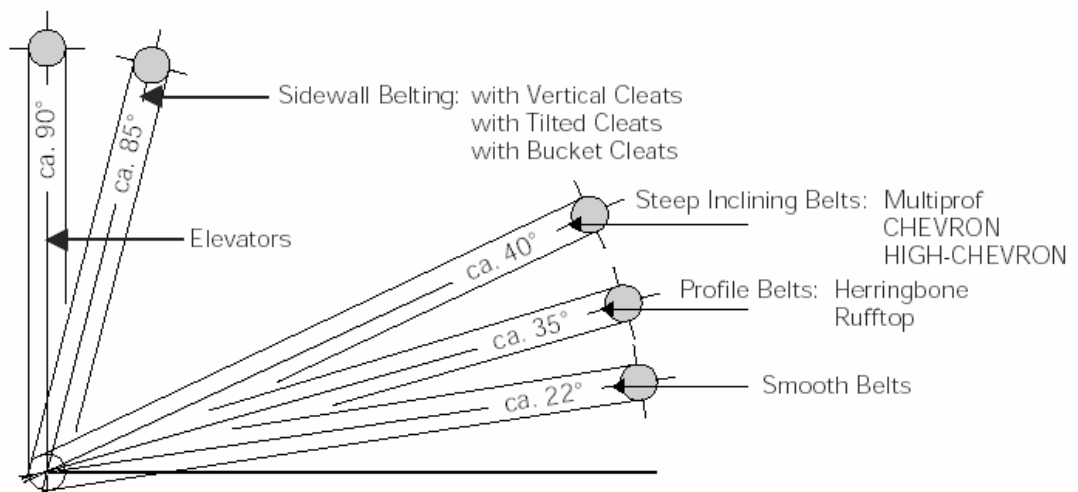
hallamos  $\theta$

$$\theta = \text{arc sen } 0,43$$

$$\theta = 25,7^\circ$$

Siguiendo la metodología de diseño de Dunlop ingeniería, y refiriéndonos específicamente al tema concerniente al ángulo de inclinación de banda, vemos que nos salimos de los parámetros normales recomendados para transporte con banda lisa ( $18^\circ - 20^\circ$ ). Por lo cual se ve la necesidad de usar una serie de elementos de arrastre, los cuales nos permitirán transportar el producto en las condiciones por las cuales tenemos que regirnos. Ver figura 61.

Figura 18. Ángulos recomendados según el tipo de banda



**Calculo de la capacidad de carga con elementos de arrastre.** En nuestro diseño, se hizo necesario la utilización de elementos de arrastre para mejorar la eficiencia del transporte del material. Estos elementos consisten en segmentos de madera atornillados a la banda.

Para los siguientes cálculos se necesitará el dato correspondiente a la capacidad de transporte de cada elemento de arrastre de acuerdo a sus dimensiones. Por lo tanto se realizaron pruebas experimentales con segmentos de madera de diferentes alturas espaciadas a 0,325 m cada una; distancia con la cual se distribuyen 16 elementos en la banda uniformemente.

El resultado de las experiencias es el siguiente:

Cuadro 4. Resultados de la prueba de capacidad.

		Altura de los segmentos de madera (cm)		
		1	2	3
<b>Capacidad de masa transportada (gr)</b>	Experiencia 1	22	30	42
	Experiencia 2	21	27	34
	Experiencia 3	19	29	40
	Experiencia 4	21	28	37
	Experiencia 5	20	28	36
Promedio		20,6	28,4	<b>37,6</b>

Ya obtenidos estos datos, se puede continuar con los cálculos de las velocidades de la banda.

**Calculo de velocidad de la banda.** Inicialmente se hicieron los cálculos correspondientes a la capacidad de carga de la banda transportadora.

Como dato importante cabe resaltar que la banda tendrá elementos de arrastre espaciados a 0,325 m; con lo cual nos da un total de 16 elementos.

Tomando la opción de segmentos de 3 cm de altura, se calcula el número de elementos de arrastre necesarios para el transporte de 500 kg en una hora.

**Peso transportado por cada segmento = 37,6 gr**

Numero de segmentos necesarios para el transporte de la carga de diseño

No. de segmentos = 
$$\frac{\text{flujo de carga total (gr/h)}}{\text{Capacidad de carga de cada segmento (gr/segmento)}}$$

**No. de segmentos =  $\frac{500000 \text{ (gr/h)}}{37,6 \text{ (gr/h)}} = 13297 \text{ (segmentos/hora)}$**

Ahora calculamos la velocidad lineal de la banda.

$V_{\text{Banda}} = \text{No. de segmentos (segmento / h)} \times \text{distancia entre segmentos (m/segmento)}$

$V_{\text{Banda}} = 13297 \text{ (segmento / m)} \times 0,325 \text{ (m / segmento)}$

**$V_{\text{Banda}} = 4321 \text{ m/h} = 1,2 \text{ m/s}$**

De acuerdo en el cuadro de velocidades estandarizadas de bandas planas de Dunlop, verificamos que esta se encuentra en el rango permitido. Ver cuadro 4.

Cuadro 5. Velocidades estándar para bandas planas.

Standard Values

Speeds V (m/s)						
0.42	-	0.52	-	0.66	-	0.84
1.05	-	1.31	-	1.68	-	2.09
2.62	-	3.35	-	4.19	-	5.20
6.60	-	8.40	-		-	

**Determinación del diámetro del tambor motriz.** Primero determinamos un diámetro de tambor permitido; por cuestiones de espacio se eligió el de menor diámetro  $D=100$  mm. Ver cuadro 5.

Cuadro 6. Diámetros de Tambor Estándar.

Standard Pulley Diameter  
(mm)

100	125	160	200	250	315	400	500
630	800	1000	1250	1400	1600	1800	2000

Se consiguió un tambor de  $4 \frac{1}{4}$ " de diámetro que equivale a  $\pm 108$  mm, que era el mas cercano al diámetro mínimo el cual se encuentra dentro de las medidas estándares.

**Calculo de la velocidad angular del tambor motriz.** Con este diámetro podemos encontrar la velocidad angular en el eje del tambor de la siguiente manera:

$$\text{Velocidad Angular del Tambor (rad/s)} = \frac{\text{Velocidad de la Banda (m/s)}}{\text{Radio del Tambor (m)}}$$

$$\omega_{\text{Tambor}} \text{ (rad/s)} = \frac{1.2 \text{ (m/s)}}{0.054 \text{ (m)}}$$

$$\omega_{\text{Tambor}} = 22.2 \text{ (rad/s)} = 212,5 \text{ rpm}$$

• **Calculo de la Potencia requerida para el equipo.**

- Potencia del tambor  $P_T = P1 + P2 + P3 \text{ (kw)}$

- Potencia para la carga en vacío  $P1 = \frac{C_B \times v + Q_m}{C_L \times K_f} \text{ (kw)}$

- Potencia para levantar  $P2 = \frac{H \times Q_m}{367} \text{ (Kw)}$

- Potencia adicional  $P3 = 1,5 \times B \times v \text{ (kw)}$

- Potencia del motor requerida  $P_M = \frac{P_T}{\eta} \text{ (kw)}$

Donde

$Q_m$  (t/h) flujo másico

$v$  ( m/s ) velocidad de la banda

$C_B$  (kg/m) factor de Ancho (ver cuadro )

$C_L$  (m<sup>-1</sup>) factor de longitud (ver cuadro)

$H$  (m) elevación  $H = \sin \theta * L$

$L$  (m) longitud

$\theta$  ( ° ) ángulo de inclinación

$K_f$  (-) factor de servicio (ver cuadro)

$\eta$  ( - ) eficiencia motriz

$$Q_m \text{ (t/h)} = 0,5$$

$$v \text{ ( m/s )} = 1,2$$

$$C_B \text{ (kg/m)} = 31 \text{ (ver cuadro)}$$

Cuadro 7. Factor de Ancho.

Duty	Bulk Density $\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Belt Width B (mm)												
		300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	
Light	Up to Ca.1.0	31	54	67	81	108	133	194	227	291				
Medium	1.0 to 2.0	36	59	76	92	126	187	277	320	468	554	691	745	
Heavy	Over 2.0		65	86	103	144	241	360	414	644	727	957	1033	

Width factor  $C_B$

$$C_L \text{ (m}^{-1}\text{)} = 667 \text{ (ver cuadro)}$$

Cuadro 8. Factor de Longitud.

Length Factor  $C_L$

L (m)	3	4	5	6	8	10	12.5	16	20
$C_L$	667	625	555	526	454	417	370	323	286
L (m)	25	32	40	50	63	80	90	100	150
$C_L$	250	222	192	167	145	119	109	103	77

$$H \text{ (m)} = 1.3 = \sin 25,7 * 3$$

$$L \text{ (m)} = 3$$

$$\theta \text{ (}^\circ\text{)} = 25,7$$

$$K_f \text{ (-)} = 1 \text{ (ver cuadro)}$$

Cuadro 9. Factor de Longitud.

Working Conditions  
Factor  $k_f$

Working Conditions	$k_f$
Favourable, good alignment, slow speed	1.17
Normal (Standard Conditions)	1
Unfavourable, dusty, low temperature, overloading, high speed	0.87 - 0.74
Extremely low temperature	0.57

$\eta (-) = 0,9 - 0,95$  Por Cadena (ver cuadro)

Cuadro 10. Eficiencia Motriz.

Degree of Efficiency $\eta$ (Values)	Types of Drive	$\eta$
	Wormgear drive	0.7 - 0.8
	Toothed chain drive	0.9 - 0.95
	V-Rope drive	0.95
	Pulley motor	0.96
	Normal coupled drive	0.94
	Geared and hydraulic coupling	0.90
	Hydraulic motor	0.86
	Braked installations	0.95 - 1.0

**- Calculo de potencia para la carga en vacío**

$$P1 \text{ (kw)} = \frac{C_B \text{ (kg/m)} \times v \text{ ( m/s )} + Q_m \text{ (t/h)}}{C_L \text{ (m}^{-1}\text{)} \times K_f}$$

$$P1 \text{ (kw)} = \frac{31 \text{ (kg/m)} \times 1,2 \text{ ( m/s )} + 0,5 \text{ (t/h)}}{667 \text{ (m}^{-1}\text{)} \times 1}$$

$$P1 = 5,65 \times 10^{-2} \text{ (Kw)}$$

**- Calculo de potencia para levantar**

$$P2 \text{ (kw)} = \frac{H \text{ (m)} \times Q_m \text{ (t/h)}}{367}$$

$$P2 \text{ (kw)} = \frac{1,3 \text{ (m)} \times 0,5 \text{ (t/h)}}{367}$$

$$P_2 = 1,771 \times 10^{-3} \text{ (kw)}$$

**- Calculo de la potencia adicional**

$$P_3 = 1,5 \text{ (kg/s}^2\text{)} \times B \text{ (m)} \times v \text{ (m/s)}$$

Cuadro 11. Potencia adicional.

**Additional Power Values**

Trippers (throw-off carriages)	Belt Width B (mm)	P (kW)
	≤ 500	0.8 * v
	≤ 1000	1.5 * v
	> 1000	2.3 * v
Scrapers (for installations L ≤ 80 m)	<b>Scraper Type</b>	
	simple, normal contact	0.3 * B * v
	heavy contact	1.5 * B * v
	multifunctional fac scraper	1.8 * B * v
Material - skirtboard	beyond loading point	0.16 * v * l <sub>f</sub>
Discharge plough	Bulk density ρ ≤ 1.2 Angle α = 30° - 45°	1.5 * B * v

B (m) Belt width  
v (m/s) Belt speed  
l<sub>f</sub> (m) Length of material between skirtboard

$$P_3 = 1,5 \text{ (kg/s}^2\text{)} \times 0.3 \text{ (m)} \times 1,2 \text{ (m/s)}$$

$$P_3 = 0,54 \text{ (Kw)}$$

**- Calculo de potencia del tambor**

$$P_T \text{ (kw)} = P_1 \text{ (kw)} + P_2 \text{ (kw)} + P_3 \text{ (kw)}$$

$$P_T \text{ (kw)} = 5,65 \times 10^{-2} \text{ (kw)} + 1,771 \times 10^{-3} \text{ (kw)} + 0,54 \text{ (kw)}$$

$$P_T = 0,5982 \text{ (Kw)}$$

- **Potencia del motor requerida**

$$P_M \text{ (kw)} = \frac{P_T}{\eta}$$

$$P_M \text{ (kw)} = \frac{0,5982 \text{ (kw)}}{0,9}$$

$$P_M = 0,664 \text{ (Kw)} = 0.89 \text{ (Hp)}$$

- **Calculo de la relación necesaria entre la salida del motorreductor y el tambor:** para efectos del diseño se hará el cálculo de relación de velocidades con el motorreductor de menor potencia existente en el inventario (1 Hp), el cual cumple con la potencia requerida; este tiene 68 rpm de salida.

$$\text{Relación} = \frac{\text{Velocidad angular del Tambor (rpm)}}{\text{Velocidad angular del Motorreductor (rpm)}}$$

$$\text{Relación} = \frac{212,5}{68} = 3.125 \quad \Rightarrow \quad 1:3,125$$

Para cumplir esta relación, encontramos un piñón de 50 dientes trabajando con uno de 16 que cumple satisfactoriamente.

- **Calculo de la Tensión de la cadena:** dado el concepto de potencia se procede hallar la tensión que soportara la cadena:

- **Calculo del torque del tambor motriz**

$$T_{\text{orque}} \text{ (N-m)} = \frac{P_{\text{otencia requerida (w)}}}{V_{\text{elocidad angular del tambor (rad/s)}}$$

$$T_{\text{orque}} \text{ (N-m)} = \frac{664 \text{ (w)}}{22,2 \text{ (rad/seg)}}$$

$$T_{\text{orque}} = 29,89 \text{ N - m}$$

#### - Calculo de la tensión de la cadena

$$T_{\text{ensión de Cadena}} \text{ (N)} = \frac{T_{\text{orque}} \text{ (N-m)}}{R_{\text{adio del piñón}} \text{ (m)}}$$

$$T_{\text{ensión de Cadena}} \text{ (N)} = \frac{29,89 \text{ (N-m)}}{0,03568 \text{ (m)}}$$

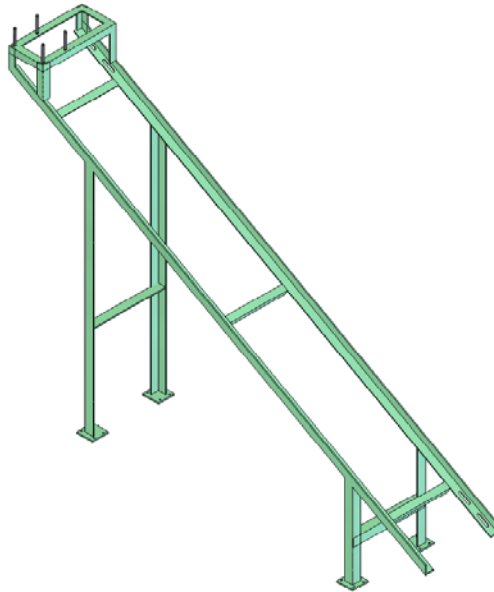
$$T_{\text{ensión de Cadena}} = 837.55 \text{ (N)} = 188.29 \text{ (lb)}$$

#### 4.1.5 Selección y construcción de la banda

**Selección y construcción de la estructura de Apoyo.** El concepto general de diseño de la máquina resulta en una estructura única e independiente, de fácil transporte, siendo acorde con las exigencias del trabajo que realizará.

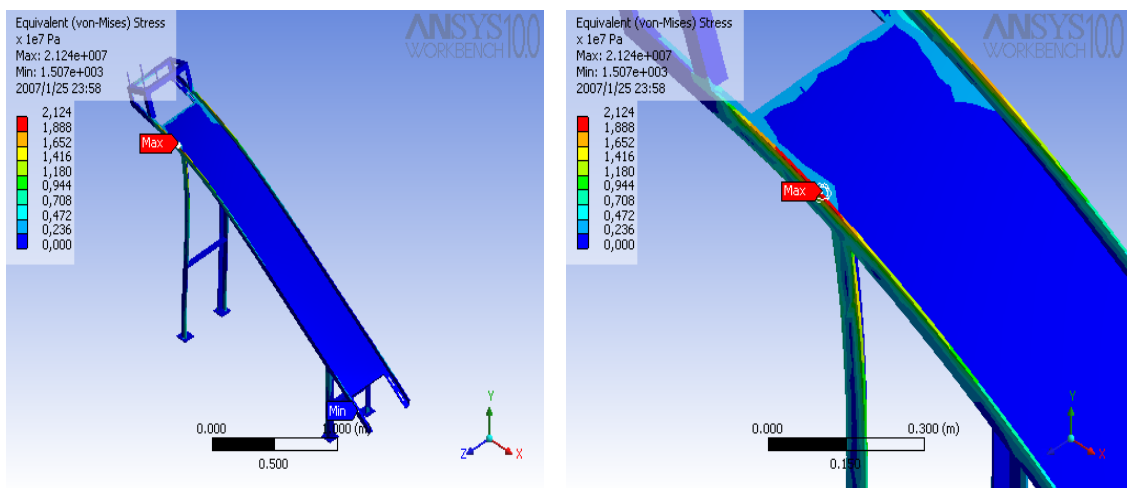
Construida en ángulo **ASTM A36** en (L) de 2" X 2" y de espesor ¼" y ángulo **ASTM A36** en (L) de 1 ½" X 1 ½", de espesor 1/8" (Ver especificaciones del material en el anexo F). Las uniones de esta estructura se realizaron con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6013 (Ver especificaciones de la soldadura en el anexo A). Por otro lado la estructura esta protegida por una capa de anticorrosivo y una capa de pintura, la cual evita el progreso de oxidación provocada por agentes exteriores ambientales. Esta estructura brinda la resistencia y rigidez suficiente para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

Figura 19. Estructura de apoyo de la banda



**Análisis de la estructura de apoyo de la banda transportadora.** En la figura 20 se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la estructura base y se observa que la estructura no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

Figura 20. Análisis de esfuerzos del sistema estructural

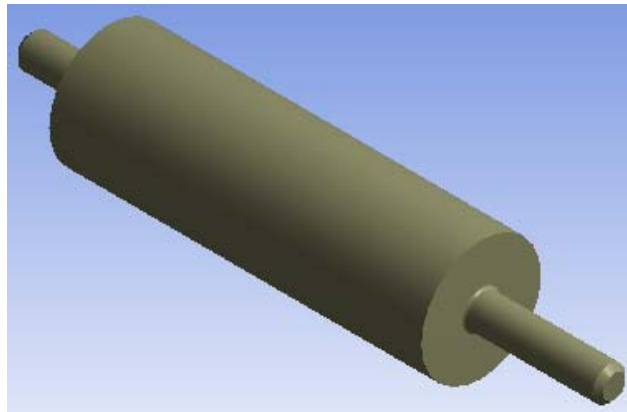


**Selección y construcción de los Tambores.** En el diseño se seleccionó el tambor de retorno igual al tambor motriz, con lo cual para nuestro caso solo se hablará del tambor. Según los resultados de los cálculos se eligió el de menor diámetro  $D=100$  mm.

Sin embargo se consiguió un tambor de  $4 \frac{1}{4}$ " de diámetro que equivale a  $\pm 108$  mm que era el mas cercano al diámetro mínimo, el cual se encuentra dentro de las medidas estándares.

El tambor consta de un eje de  $1 \frac{1}{4}$ " de diámetro en **acero SAE 8620**, soldado a dos platinas circulares de acero **ASTM 1020**, las cuales a su vez van soldadas con soldadura de arco eléctrico AWSE 6013 a un tubo de acero **ASTM 1020** de  $4 \frac{1}{4}$ " de diámetro exterior con 0,4 cm de espesor y 35 cm de largo, con lo cual se da la apariencia de ser un rodillo macizo. Estos tienen como función dar la fuerza de arrastre de la banda.

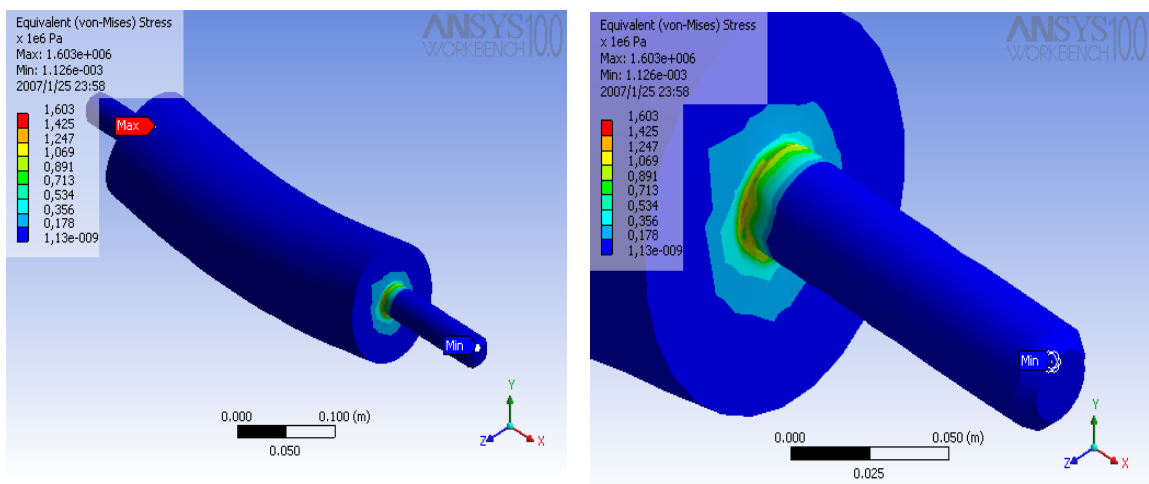
Figura 21. Tambor



Ver especificaciones de los materiales en el anexo F, y de la soldadura en el anexo A.

**Análisis de esfuerzos de los tambores.** El análisis de este sistema es mostrado en la figura 32, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 22. Análisis de esfuerzos del tambor

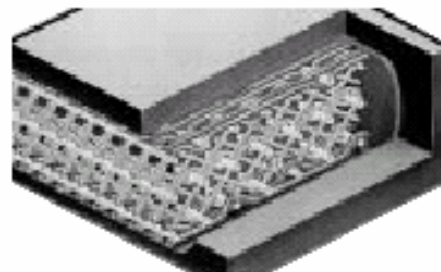
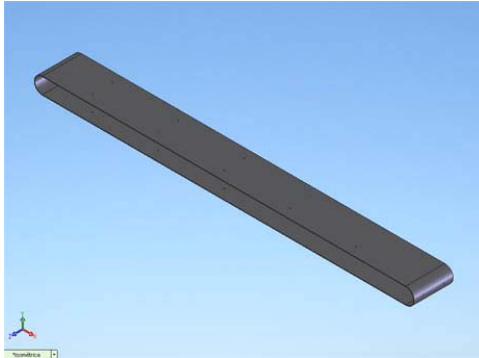


**Selección de Banda Plana.** La selección de la banda plana se omite debido a que esta era una de nuestras limitaciones por encontrarse dentro del inventario de la fábrica de cigarrillos.

Las especificaciones de la banda son las siguientes:

- Marca: DUNLOP DUNLOPLAST belts
- Índice de fricción: 0.25
- Velocidad de trabajo recomendada:  $\leq 1.31$  m/s
- Ancho de banda: 300 mm
- Espesor: 4 mm
- Numero de lonas: 2

Figura 23. Banda Plana.



DUNLOPLAST

En el los ANEXOS L y M puede apreciarse la hoja de datos de la Banda.

**Selección de la unión de la banda.** El tipo de material de la banda no permite un termo-sellado, por lo tanto fue necesario utilizar uniones mecánicas tipo cremallera.

Tipo de unión:

Marca: Clipper ® Wire hooks.

Figura 24. Tipo de unión



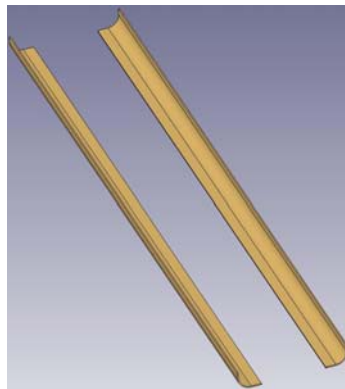
Steel Wire Hook Fastener



En el ANEXO K puede apreciarse la hoja de datos de la unión metálica.

**Selección de aditamentos.** Los aditamentos necesarios para que el producto que se está transportando no sea contaminado, son las guardas, las cuales son simplemente tiras de cuero que toman una forma curva debido a su montaje. Una parte va unida a la estructura y la otra reposa sobre los extremos de la banda.

Figura 25. Guardas



**Selección de elementos de arrastre.** Para efectos de cálculos se hicieron necesarias pruebas experimentales con aditamentos de madera de diferentes alturas, con las cuales se hace la siguiente selección:

Trozos de zapan de 3 cm de ancho, 3 cm de alto y 23 cm de largo, los cuales van sujetos a la banda con tornillos de  $\frac{1}{4}$ " X 2" de acero inoxidable, cada 32,5 cm. Ver figura 26. En total se montaron 16 trozos de madera en la banda como se ve en la figura 27.

Figura 26. Trozo de Madera



Figura 27. Banda con trozos de madera

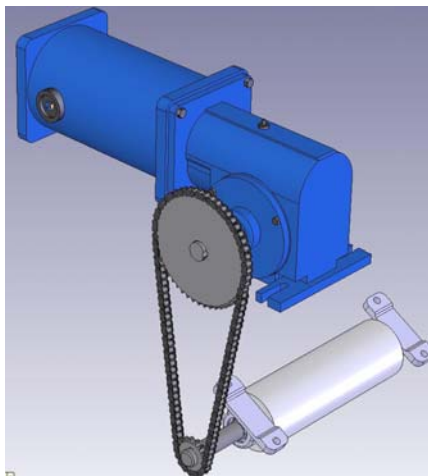


**Selección del Paquete motriz.** Los componentes del paquete motriz se enumeran a continuación:

- Motorreductor
- Cadena
- Piñones

Estos elementos son los encargados de proveer el torque necesario para dar movimiento al tambor motriz, el cual a su vez transmite el movimiento a la banda de transporte. Ver figura 28.

Figura 28. Paquete motriz de la banda.



**Selección del Motorreductor.** La potencia necesaria calculada para el equipo es la siguiente = 0.89 (Hp).

El motorreductor que se consiguió en el inventario de la empresa que cumple con este requisito tiene una potencia de 1 Hp, el cual nos brinda una velocidad angular de 68 rpm de salida. De esta forma el reductor US Gearmotors E186-R274 cumple satisfactoriamente con los requerimientos de operación.

Figura 29. Motorreductor de la banda.



En el anexo E se encuentran las especificaciones técnicas.

**Selección de la Cadena.** Se seleccionó una cadena como medio de transmisión de potencia entre los dos piñones antes mencionados de acuerdo a la tensión hallada en los cálculos,  $T = 188.28$  lb. Ver cuadros.

Cuadro 12. Cadena Paso 35.

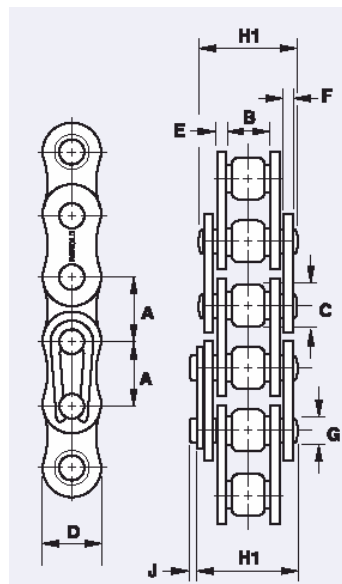
Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
35	1	0.375	0.122	0.130	0.237	0.030	0.030	0.091	0.359	0.031	—	780	140	0.09

Cuadro 13. Cadena Paso 40

Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
40	1	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	0.646	0.055	—	1,760	480	0.40

Debido a que la cadena 35 no cumple con la carga requerida, hubo la necesidad de seleccionar la 40 que soporta 480 lb.

Figura 30. Cadena Paso 40



Ver especificaciones de las cadenas en el anexo P.

**Selección de los Piñones.** En los cálculos encontramos la relación necesaria entre la salida del motorreductor y el tambor:

Relación  $\Rightarrow$  1:3,125

Para cumplir esta relación seleccionamos un piñón tipo A de 50 dientes paso 40 en el eje de salida del reductor como se muestra en la figura 31. Este trabaja con un piñón tipo B de 16 dientes, paso 40 en el eje del tambor motriz, tal como se muestra en la figura 32.

Figura 31. Piñón conductor

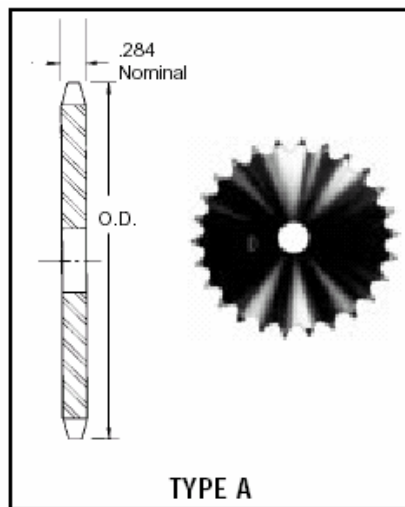
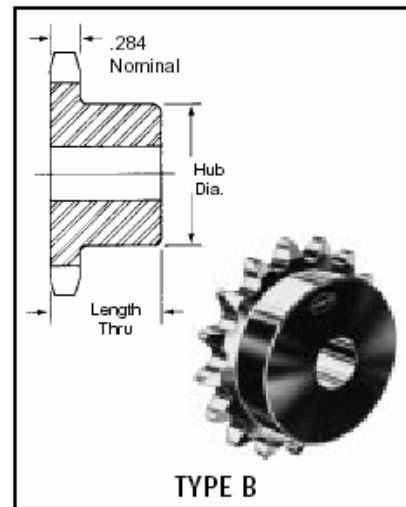


Figura 32. Piñón conducido



Ver especificaciones técnicas de los piñones en el anexo H.

**Selección de las Ruedas.** Para mayor comodidad en cuanto a la manipulación de la banda y espacios reducidos en el lugar que va a trabajar, se le incorporaron cuatro ruedas en la parte inferior.

El peso de la banda con todos sus componentes es de 140 Kg; utilizando un factor de seguridad de 2 obtenemos  $280 \text{ kg} = 617.3 \text{ lb}$ . Las ruedas seleccionadas que cumplen este requerimiento tienen las siguientes características:

Las ruedas tienen 3" de diámetro, con una capacidad de carga estática de 705 lbs. Ver figura 33.

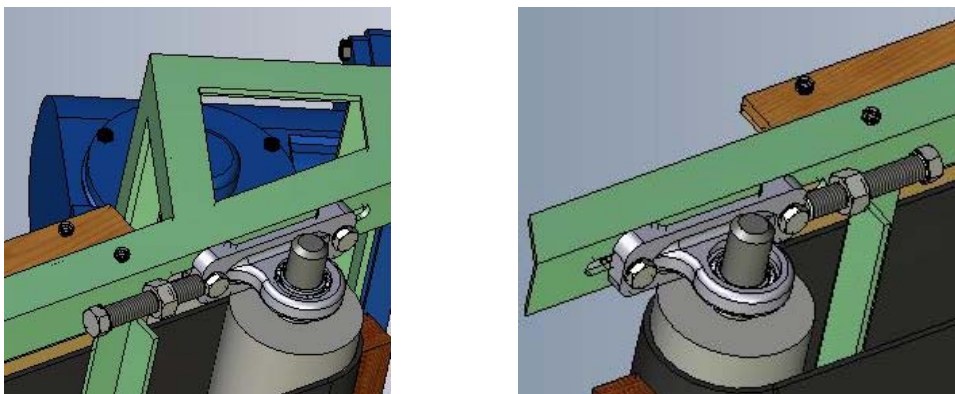
Figura 33 .Rueda



Ver especificaciones de las ruedas en el anexo L.

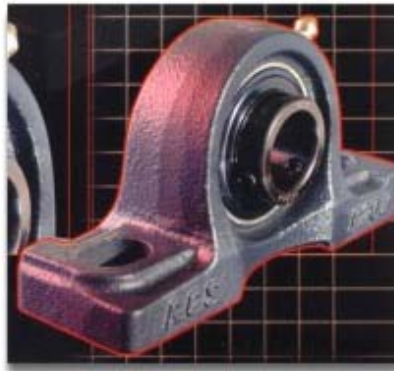
**Selección del tensor de la banda.** Teniendo en cuenta la geometría de los perfiles de la estructura de apoyo de la maquina, se seleccionó un sistema de tensión el cual consta de dos tornillos de  $\frac{3}{4}$ " X  $4 \frac{3}{4}$ ", cabeza hexagonal, los cuales se desplazan a través de dos tuercas soldadas al perfil, en lo cual las puntas de los tornillos desplazan a las dos chumaceras que se deslizan a través de dos correderas, las cuales sostienen el tambor motriz de la banda. Este sistema permite variar la tensión y la alineación de la banda de una forma muy simple y eficaz. Ver figura 34.

Figura 34. Sistema tensor de la banda



**Selección de Rodamientos (Chumaceras).** De acuerdo al diámetro del eje de los tambores se seleccionaron cuatro (4) chumaceras **UCP207** debido a su diámetro interno de 35 mm. Estas soportan el tambor motriz y el tambor de retorno, los cuales dan movimiento y dirección a la banda transportadora.

Figura 35. Chumacera UCP 207



Ver especificaciones de las chumaceras en el anexo C.

**Aspecto final de la banda transportadora móvil.** En las siguientes figuras se muestra el aspecto final con que cuenta el equipo.

Figura 36. Aspecto final de la banda transportadora móvil.



**4.1.6 Mantenimiento.** El mantenimiento, tal como lubricación y ajustes, debe ser realizado en lo posible por personal calificado y entrenado. Se puede decir que el mantenimiento del equipo comprende a la lubricación, la alineación y tensión de la banda y a la alineación y tensión de la cadena de transmisión de potencia.

Los rodamientos de las partes móviles de la banda poseen graseras en la parte superior para su debida lubricación.

En cuanto a la alineación y tensión de la banda, esta se alinea aflojando el tambor motriz y ajustando la banda entre este y el tambor de retorno. Antes de proceder a alinear la banda se debe seguir los siguientes pasos:

- Asegurarse de que el transportador esté nivelado tanto a lo largo como a lo ancho.
- Asegurarse de que la banda haya sido colocada adecuadamente en el transportador.
- Revisar que el transportador sea cargado correctamente. La alimentación debe hacerse en el centro de la banda y en dirección al flujo de la banda.

Alineada la banda se procede al tensado de la misma ajustando los tornillos de tensado y asegurándose de que el avance en cada uno sea igual.

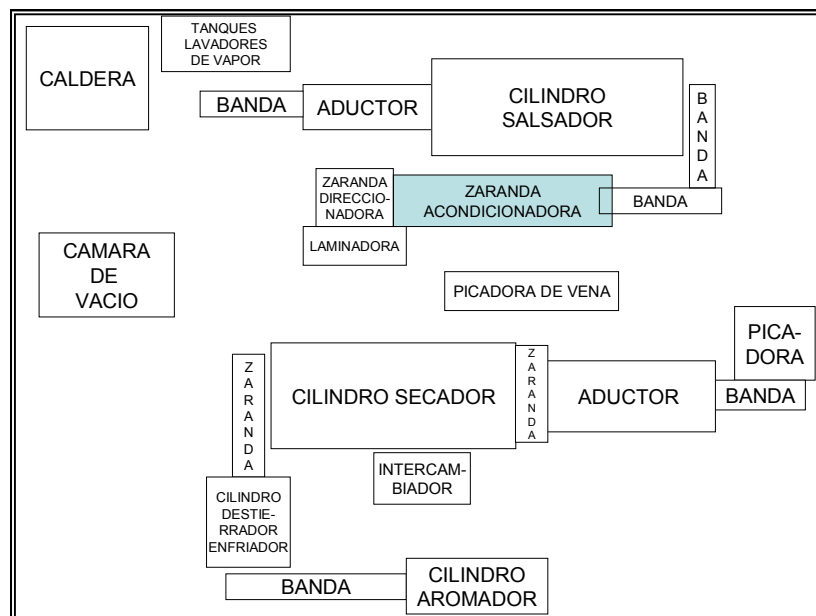
Por otra parte, la cadena motriz y los piñones deben ser revisados periódicamente para que estén correctamente tensos y alineados. Ajustes impropios causarán un desgaste excesivo en los componentes del sistema de transmisión.

- Para ajustar la tensión de la cadena, aflojar los tornillos que sujetan motorreductor contra su base. Apretar los tornillos tensores hasta que se consiga la tensión de la cadena deseada. Apriete los tornillos nuevamente.

## 4.2 ZARANDA ACONDICIONADORA<sup>22</sup>.

Este equipo realizará dentro del proceso tres funciones. La primera función es la clasificación de partículas inferiores al tamaño determinado en los objetivos; con lo cual se separa de la vena la suciedad, las venas pequeñas y los fragmentos de hoja muy pequeños. La segunda función es el transporte desde la entrega de la banda transportadora móvil hasta la zaranda direccionadora. Y la tercera función es la de humidificar la vena, con el fin de ablandarla antes de ser laminada. La posición de la zaranda acondicionadora dentro del proceso es mostrada en la figura 37.

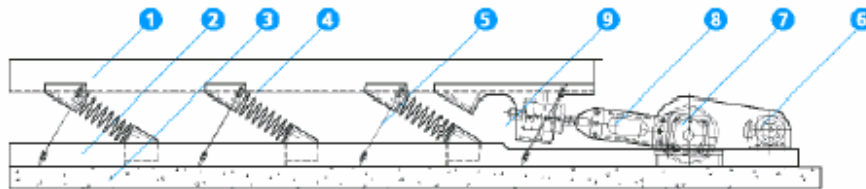
Figura 37. Posición de la zaranda acondicionadora dentro del nuevo diagrama de proceso



<sup>22</sup> MAVI MÁQUINAS VIBRATORIAS LTDA. Principio de funcionamiento del transportador vibratorio Revitran [on line]. Brasil, noviembre 2002 [citado febrero 2003]. Disponible en Internet: <<http://www.Mavi.com.br/brasil/revitran/funcio.htm/>>.

**El Equipo.** La mayoría de los transportadores vibratorios son esencialmente de impulso direccional que consisten en una placa horizontal sobre resortes, que vibra gracias a un brazo excéntrico de conexión directa, pesos excéntricos giratorios, o electroimán o un cilindro neumático o hidráulico. El movimiento impartido a las partículas de material puede variar pero su finalidad es la de impulsar el material hacia arriba y hacia adelante, de modo que se desplace a lo largo de la trayectoria del transportador en una serie de saltos cortos. Ver figura 38.

Figura 38. Transportador vibratorio.



- |   |                            |
|---|----------------------------|
| ① Bandeja transportadora                        | ⑥ Motor                    |
| ② Contrapeso                                    | ⑦ Transmisión reductora    |
| ③ Composición de las fundaciones                | ⑧ Sistema biela – manivela |
| ④ Material a transportar                        | ⑨ Muelas de acoplamiento   |
| ⑤ Flejes planos laterales (guía del movimiento) |                            |

La fábrica de cigarrillos la universal contaba dentro de su inventario de maquinas con una zaranda vibratoria (Ver figura 39), la cual era propiedad de Coltabaco y se usaba para limpiar la hebra de tabaco. Clasificando las partículas con menos de 1 mm de diámetro (Polvo y cenizas), las cuales eran desalojadas por la parte inferior del equipo.

Figura 39. Zaranda disponible.



Siguiendo con los objetivos propuestos en este proyecto, se hizo necesario realizar una serie de modificaciones las cuales describimos a continuación:

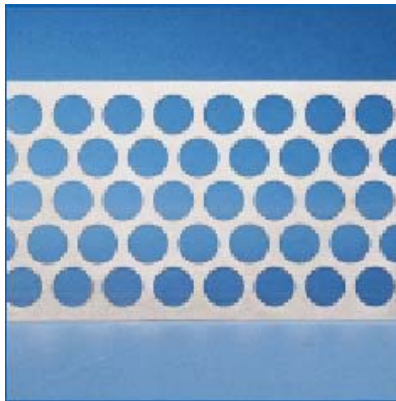
**Rediseño de la zaranda existente.** Para cumplir con el objetivo propuesto se hace necesario una serie de modificaciones a la zaranda existente, las cuales se describen a continuación:

- Montaje de la malla adecuada para clasificar partículas con diámetros inferiores a 5 mm.
- Montaje de un sistema de vapor controlado, el cual añade humedad a la vena a través de su paso por la zaranda.
- Montaje de tapas para evitar que el vapor se escape rápidamente.

**4.2.1 Selección y montaje de la malla.** Teniendo como objetivo la limpieza de la vena, se hizo necesario seleccionar e instalar una malla de acero inoxidable 304, con agujeros de 5 mm intercalados (ver figura 40), la cual nos

permitirá retirar del producto, pedazos de hojas partidas muy pequeñas, piedras, polvo y demás partículas indeseadas que viene con el producto.

Figura 40. Malla



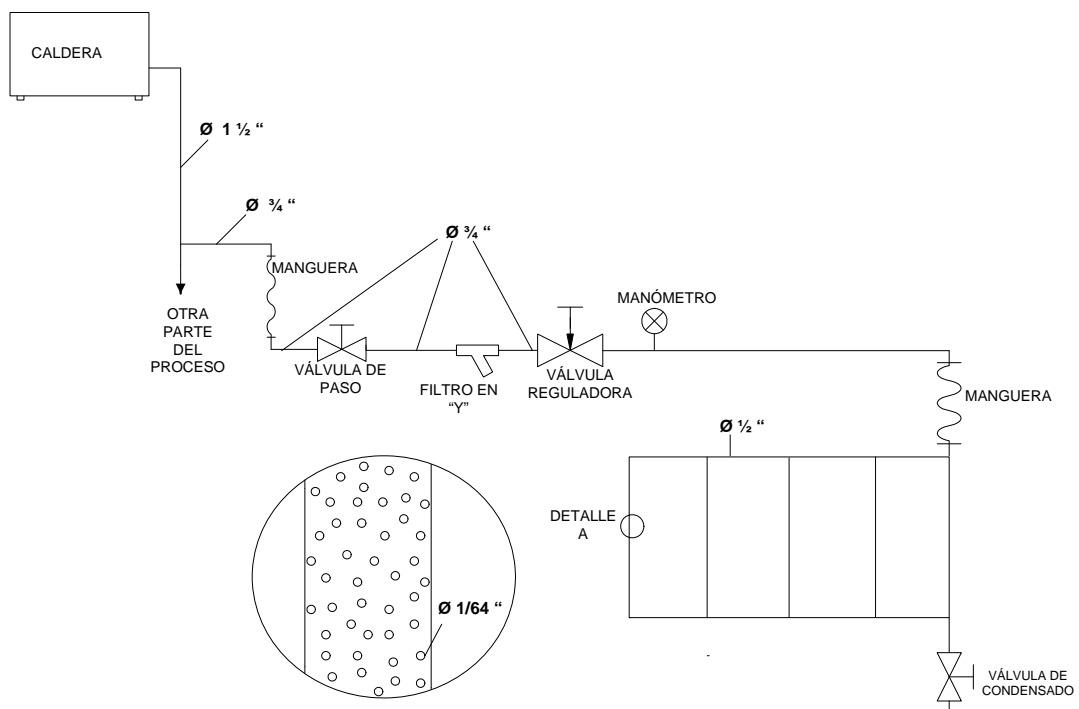
La sujeción de la malla a la bandeja transportadora se hizo por medio de remaches de aluminio de 1/8", los cuales se colocaron estratégicamente para lograr un perfecto asiento de la malla a las superficies de contacto donde se apoya, evitando que esta, tenga deformaciones por el movimiento vibratorio. Ver figura 41.

Figura 41. Malla montada



**4.2.2 Selección y montaje del sistema de vapor.** Para el montaje técnico del sistema de vapor de la zaranda se hace necesaria la selección y montaje de una serie de instrumentos que nos permitirán controlar el proceso de una forma eficiente como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Diagrama del sistema de vapor de la zaranda acondicionadora



Descripción de los elementos del sistema de vapor:

- Líneas de vapor
- Manguera de conducción de vapor, Presión de trabajo:150 psi
- Accesorios para tuberías, tales como codos, uniones, adaptadores, racores, entre otros, de las mismas características de la manguera y las tuberías.

- Válvula de paso, que soporte las presiones de trabajo.
- Válvula reguladora de presión, que soporte la presión de trabajo.
- Manómetro.
- Filtro en “Y”

**Selección y montaje del sistema de vapor.** Se instaló una tubería de  $\frac{3}{4}$ ” de acero al carbón que se encarga de conducir el vapor desde una línea principal hasta un punto cercano de la zaranda. Luego se acopló una manguera de  $\frac{3}{4}$ ”, la cual une la línea antes mencionada con la tubería montada sobre la estructura de apoyo de la maquina. Luego siguiendo esta tubería se procede a instalar una válvula de paso la cual se encarga de permitir el avance del vapor hacia la válvula reguladora la cual se encarga de controlar el caudal de vapor requerido.

Figura 43. Válvula de paso.



Figura 44. Filtro en “Y”.



Figura 45. Válvula reguladora.



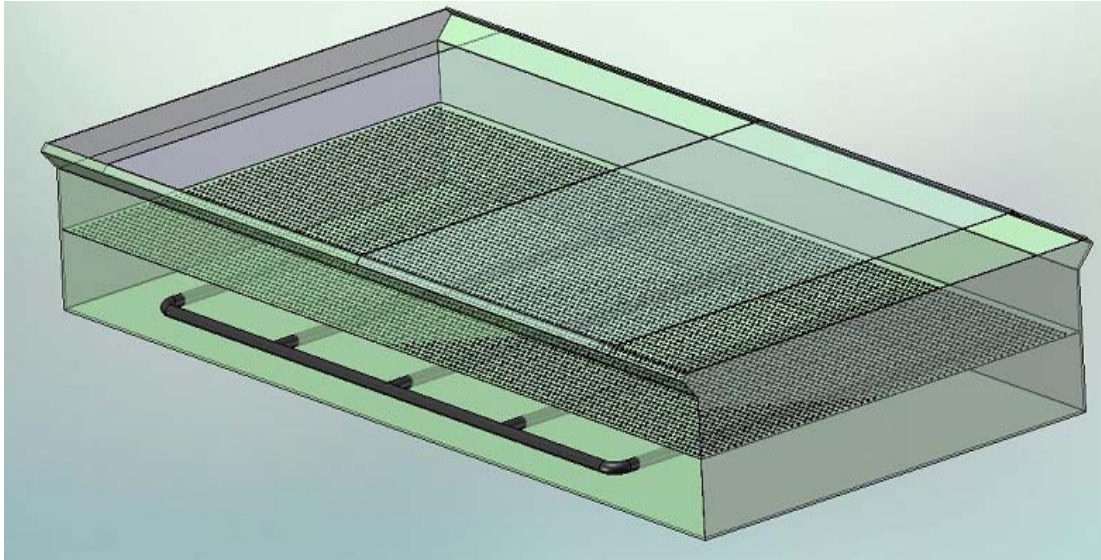
A la salida de este se encuentra un manómetro el cual se encarga de mostrar la presión de trabajo tarada en la válvula antes mencionada.

Figura 46. Manómetro



Siguiendo esta línea encontramos una manguera de 3/4" la cual conduce el vapor desde el punto antes mencionado hasta un armazón hecho con tubería de acero al carbón de 1/2"; el cual posee agujeros de 1/64" por donde sale el vapor directo a la vena. El sistema completo se puede apreciar en la figura 47.

Figura 47. Sistema de vapor.

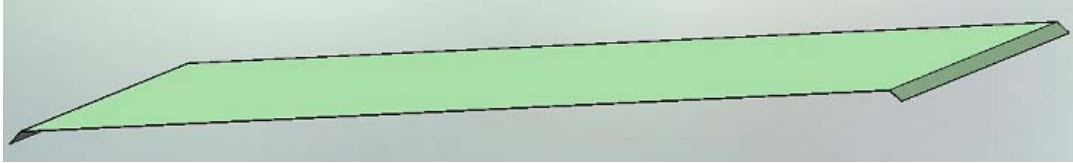


Las especificaciones de los elementos de la tubería se ven en el anexo S.

**4.2.3 Selección y montaje de la tapa de la cámara de vaporización.** Para obtener una buena eficiencia del proceso de humectación de la vena, se hace necesario la instalación de dos tapas, ubicadas en la parte superior de la bande transportadora, las cuales evitan que el vapor añadido a la vena se escape fácilmente, de tal forma que el vapor solo pueda salir por el orificio de entrada y salida de la vena.

Las tapas están hechas en lámina de acero galvanizado calibre 16, y recubiertas por una capa de anticorrosivo y otra de pintura, las cuales evitan el progreso de oxidación provocada por el vapor existente en el medio ambiente que las rodea. Ver figura 48.

Figura 48. Tapa.



La sujeción de las tapas a la bandeja transportadora se hace por medio de tornillos de acero inoxidable de  $\frac{1}{4}$ " x  $\frac{3}{4}$ ".

Figura 49. Tapa montada.



Ver especificaciones técnicas de la lámina en anexo G.

### **Aspecto final de la zaranda acondicionadora:**

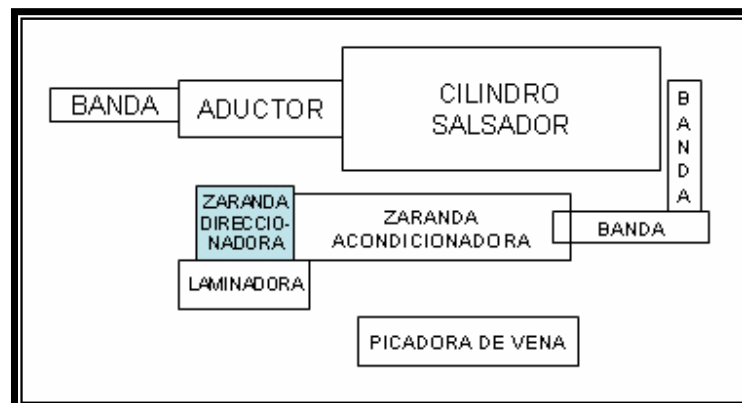
Figura 50. Aspecto final del sistema de vapor



### 4.3 ZARANDA DIRECCIONADORA

Este equipo tiene como función dar transporte y dirección a la vena, la cual se recibe de la zaranda acondicionadora y se entrega de forma tal que el eje axial de la vena sea perpendicular al eje de los rodillos de laminado. Para conseguir este propósito se diseñó una zaranda con la bandeja acanalada en la cual la vena se dispone en los ranuras de tal forma que cuando sale de ella conserva la dirección. La posición de este equipo en el nuevo diagrama del proceso se muestra en la figura 51.

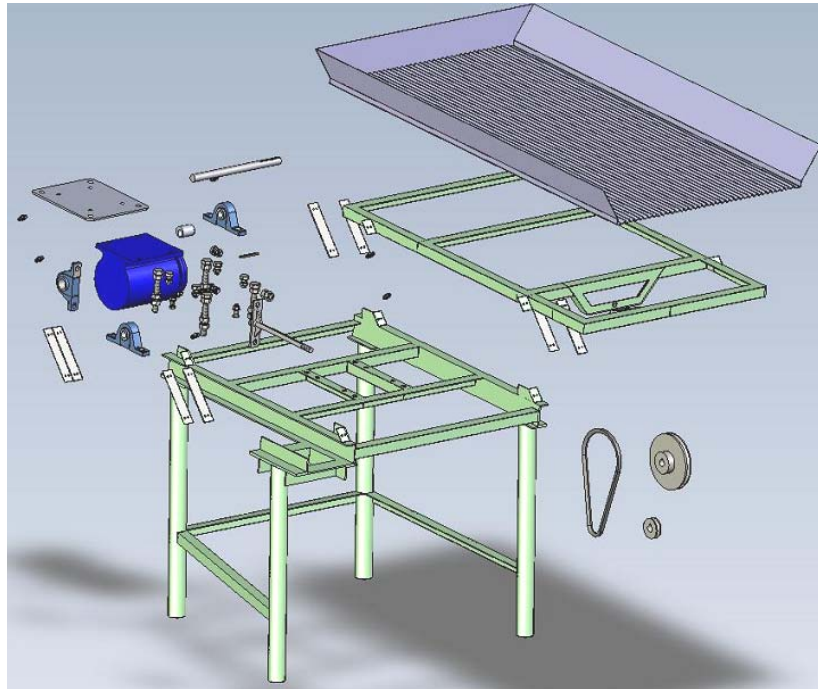
Figura 51. Posición de la zaranda direccionadora dentro del nuevo diagrama de proceso



**4.3.1 El Equipo.** Los transportadores vibratorios también llamados de sacudidas o de inercia, están constituidos por una placa horizontal o inclinada en forma de canal, sostenida por muelles, flejes inclinados, o por rodillos accionados mediante un movimiento apropiado de vaivén, que obliga al material a recorrer determinado espacio, en parte debido a variaciones en la aceleración y en parte a causa del menor coeficiente de rozamiento del material que arrastra, comparado con el coeficiente de rozamiento estático.

El tipo de zaranda al que ahora nos referimos, no cumple la función típica de clasificación, en este caso solo se limitará al transporte y dirección adecuada del producto para la siguiente etapa.

Figura 52. Despiece de la zaranda direccionadora



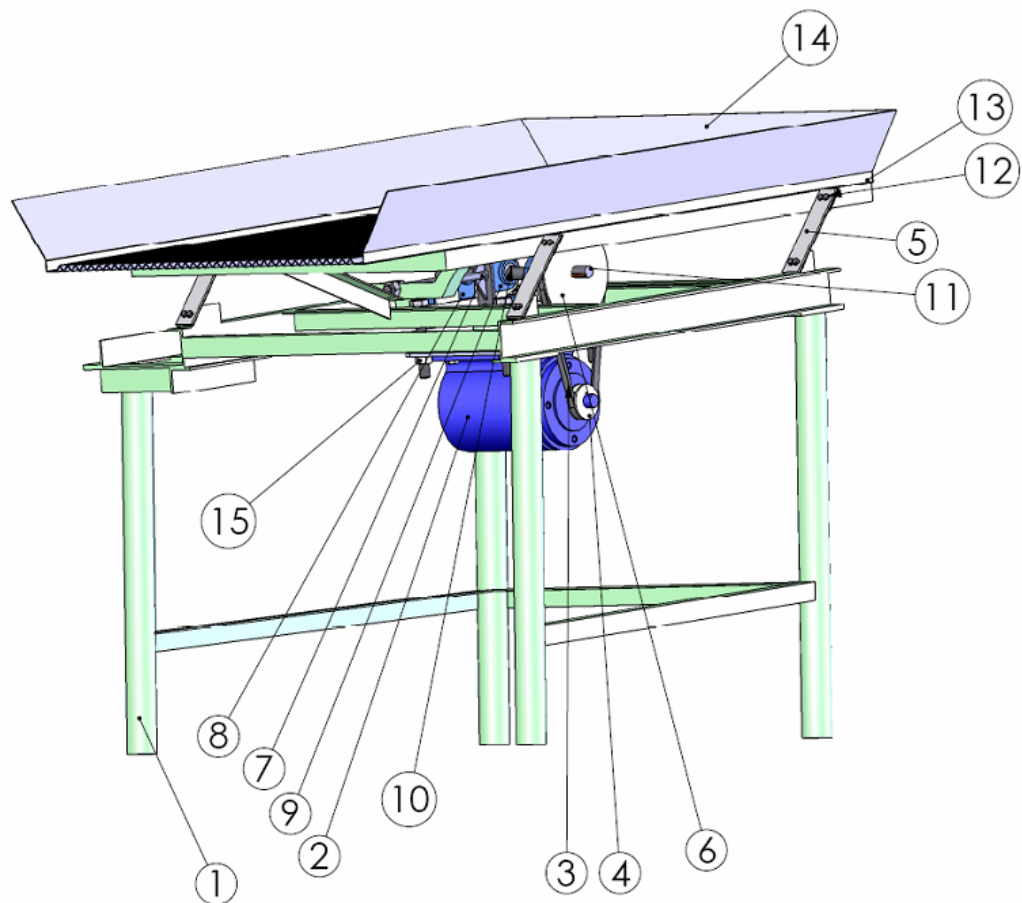
**4.3.2 Partes del equipo.** El concepto general de diseño del equipo resulta en una estructura única e independiente, siendo acorde con las exigencias del trabajo que realizará.

La zaranda de transporte está compuesta por los conjuntos que se muestran en la figura 53. Estos pueden resumirse en:

- Estructura de apoyo. No. 1 y 13
- Bandeja Transportadora. No. 14
- Flejes. No. 5
- Excéntrica. No. 10
- Eje. No. 11

- Biela. No. 7
- Paquete motriz. No. 2, 3, 4 y 6
- Rodamientos. No. 8 y 9

Figura 53. Aspecto final del diseño de la zaranda direccionadora.



#### 4.3.3 Descripción de las partes de la zaranda direccionadora

**Estructura de apoyo:** es un armazón de perfiles de acero que va a soportar todo el peso de los diferentes elementos y material a transportar del equipo. A su vez absorbe vibraciones e impactos generados durante su funcionamiento.

**Bandeja Transportadora:** es el elemento sobre el cual se desplaza el material, tiene forma rectangular y canales en forma de v, los cuales tienen como función disponer la vena en cierto sentido para que su posterior proceso sea más efectivo.

**Flejes:** son elementos elásticos, cuya función es la de soportar la bandeja a la base, además de producir la fuerza restauradora para el movimiento de retroceso de la misma.

**Excéntrica:** la excéntrica es el elemento encargado de generar el movimiento de vaivén.

**Eje:** es el elemento que transmite la potencia y movimiento desde el paquete motriz hacia la excéntrica.

**Biela:** es el elemento encargado de transmitir el movimiento de la excéntrica a la bandeja transportadora.

**Paquete motriz:** está constituido por un motor trifásico dos poleas en aluminio y una correa.

**Rodamientos:** son los encargados de dar movimiento libre al eje que mueve la excéntrica y a la biela.

**Diseño detallado:** requerimientos:

- Capacidad (Caudal): 500 kg/h.
- Altura de recepción: 1.6 m.
- Recorrido: 1 m.

### **Cálculos de la zaranda de transporte:**

- Cálculo cinemático:
- Cálculo de la potencia del sistema vibratorio
- Cálculo de la fuerza de los flejes.
- Cálculo de la fuerza de la biela para la aceleración de avance máxima:
- Cálculo de la fuerza de la biela para la aceleración de avance mínima.
- Cálculo del torque.
- Cálculo de la potencia.

**Para su construcción se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:**

$$\alpha = 25 - 30^\circ$$

$$n = 400 - 600 \text{ rpm}$$

**Para la velocidad media del material se tiene:**

$$V_{m.mat} = 0.015 \text{ a } 0.20 \text{ m/s}$$

**Respecto al coeficiente de rozamiento:**

$$\mu_m = 0.4 \text{ a } 0.5 \text{ para el estático.}$$

$$\mu_f = 0.3 \text{ a } 0.4 \text{ para el dinámico.}$$

**La altura media de la capa de material debe estar alrededor de:**

$$h = 0.03 \text{ metros, para polvos ligeros}$$

$$h = 0.05 \text{ a } 0.06 \text{ metros, para granos medianos y minerales}$$

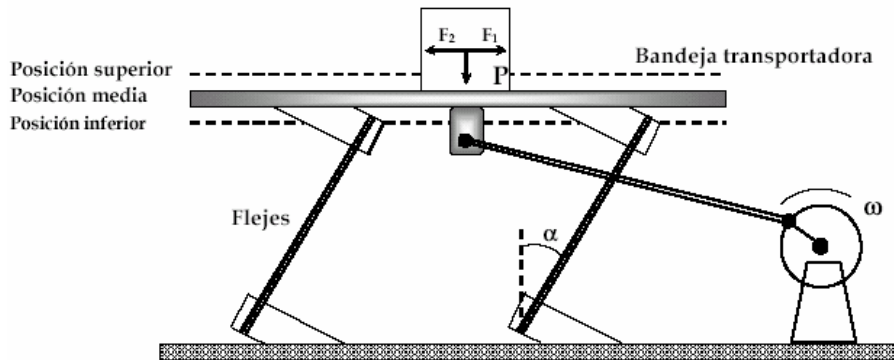
$$h = 0.07 \text{ a } 0.08 \text{ metros, para grano grueso}$$

**El espesor de la lámina de la bandeja transportadora es:**

$$l = 1.5 \text{ milímetros, para polvos ligeros y canales estrechos}$$

$l = 2.5$  a  $3$  milímetros para carbón y condiciones medias  
 $l = 4$  milímetros para canales anchos y material pesado

Figura 54. Principio de los sistemas de presión de adherencia variable.

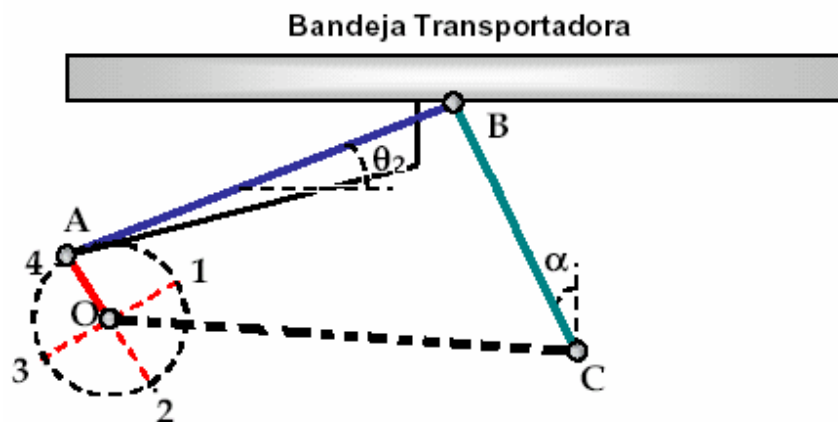


Fuente:

**Cálculo cinemático:** en este trabajo se propone un sistema vibratorio para manejo de vena de tabaco, que comprende la etapa de transporte.

El análisis cinemático del sistema vibratorio tiene como objetivo el cálculo de las aceleraciones, con el fin de posteriormente determinar las fuerzas en los elementos y las potencias requeridas. En la figura 55 se muestra el mecanismo utilizado para el cálculo de la aceleración de la bandeja, en función de la velocidad angular de la manivela OA.

Figura 55. Mecanismo de movimiento de la zaranda



**Donde:**

OA: Radio de la manivela (Excentricidad)

AB: Longitud de la biela

CB: Longitud del fleje

$\alpha$ : Ángulo que forma el fleje con la vertical

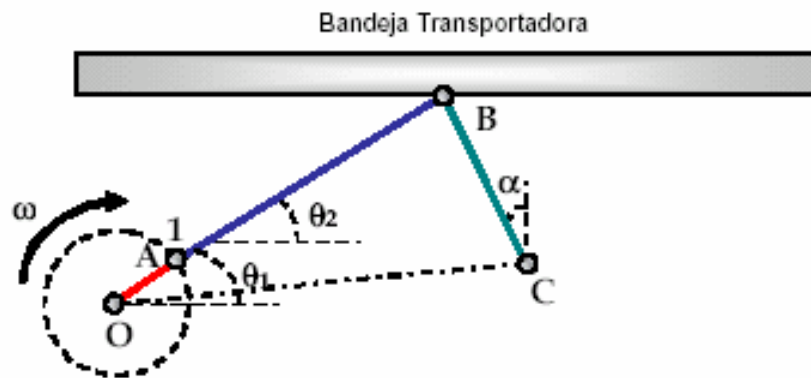
$\theta_2$ : Ángulo que forma la biela con la horizontal

1, 2, 3 y 4: Posiciones de interés para la manivela

**Luego se hace el análisis para las cuatro posiciones mostradas:**

**ANÁLISIS DE LA POSICIÓN 1.** La figura 56 muestra un esquema del mecanismo en esta posición.

Figura 56. Mecanismo en la posición 1



Para calcular la aceleración de este punto se toman los datos obtenidos geoméricamente del mecanismo de la figura 56.

Se hicieron variaciones previamente establecidas del ángulo de inclinación del fleje ( $\alpha$ ) y de las dimensiones del fleje (CB) y de la excentricidad (OA) y

posteriormente se midió el ángulo de inclinación de la biela ( $\theta\alpha_2$ ) y su longitud.

Cuadro 14 .Datos Posición 1.

ALFA	CB	OA	AB	$\theta 2$	POSICIÓN
40	0,2	0,009525	0,380334	29,37	1
		0,00635	0,3835	29,3792	2
		0,0047625	0,385096	29,3796	3
	0,15	0,009525	0,392643	22,182	4
		0,00635	0,395789	22,47	5
		0,0047625	0,397362	22,5755	6
35	0,2	0,009525	0,397614	29,7273	7
		0,00635	0,400789	29,72	8
		0,0047625	0,402377	29,7307	9
	0,15	0,009525	0,405279	22,6709	10
		0,00635	0,408428	22,7276	11
		0,0047625	0,410003	22,7558	12
30	0,2	0,009525	0,415042	29,8448	13
		0,00635	0,418217	29,845	14
		0,0047625	0,419805	29,8457	15
	0,15	0,009525	0,418178	22,9767	16
		0,00635	0,42133	23,0297	17
		0,0047625	0,422906	23,0559	18

Ver ecuaciones de la posición 1 en el ANEXO V.

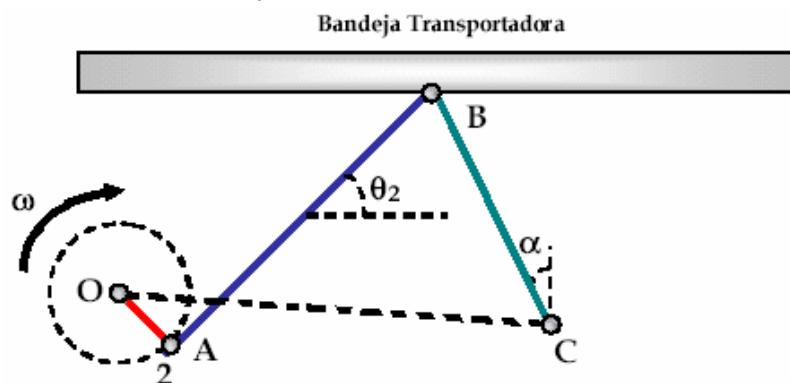
Con las ecuaciones se obtiene la aceleración de cualquier punto de la bandeja para la posición 1. Esta aceleración se calculó con la ayuda del programa MATLAB, los resultados se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 15. Velocidades y Aceleraciones de la posición 1.

AB	$\omega$ CB	$\alpha$ AB	$\alpha$ CB	$\alpha$ PARTICULA	POSICIÓN
10,0375	-0,2124	-726,88	7801,27	41011,9	1
6,6364	-0,1418	-476,35	5254,3	29060,07	2
4,9565	-0,1047	-354,2	3924,3	769,21	3
10,0374	-3,629	-745,62	10853,9	39786,9	4
6,6361	-2,39	-484,42	7170,85	28907,5	5
4,9566	-1,7922	-358,71	5354,1	770,65	6
9,5862	-0,0908	-343,95	7835,73	41289,26	7
6,3403	-0,0623	-225,59	5182,5	29078,02	8
4,7363	-0,0447	-167,82	3872,2	783,38	9
9,5861	-3,3165	-359,72	10571,4	38256,14	10
6,3401	-2,1952	-232,42	6988,98	26980,5	11
4,7363	-1,6384	-171,62	5220,05	774,5	12
9,1798	-0,0518	-0,231	7794,87	42100,01	13
6,0734	-0,0342	-0,1003	5157,2	29783,47	14
4,5378	-0,0245	-0,0557	3853,22	803,6	15
9,1798	-3,1296	-13,92	10397,91	39223,26	16
6,0734	-2,0701	-6,04	5156,79	27090,86	17
4,5378	-1,5466	-3,3626	5125,96	784,86	18

**ANÁLISIS DE LA POSICIÓN 2.** La figura 57 muestra un esquema del mecanismo en esta posición.

Figura 57. Mecanismo en la posición 2



Los datos obtenidos de la geometría del mecanismo para esta posición se listan en el cuadro 15.

Cuadro 16. Datos Posición 2.

ALFA	CB	OA	AB	$\theta 2$	POSICIÓN
40	0,2	0,009525	0,380334	35,54	1
		0,00635	0,3835	33,09	2
		0,0047625	0,385096	39,43	3
	0,15	0,009525	0,392643	27,32	4
		0,00635	0,395789	26,14	5
		0,0047625	0,397362	23,01	6
35	0,2	0,009525	0,397614	32,48	7
		0,00635	0,400789	31,62	8
		0,0047625	0,402377	29,74	9
	0,15	0,009525	0,405279	26,24	10
		0,00635	0,408428	25,93	11
		0,0047625	0,410003	23,11	12
30	0,2	0,009525	0,415042	27,84	13
		0,00635	0,418217	26,52	14
		0,0047625	0,419805	24,54	15
	0,15	0,009525	0,418178	26,67	16
		0,00635	0,42133	26,32	17
		0,0047625	0,422906	24,15	18

Ver ecuaciones de la posición 2 en el ANEXO V.

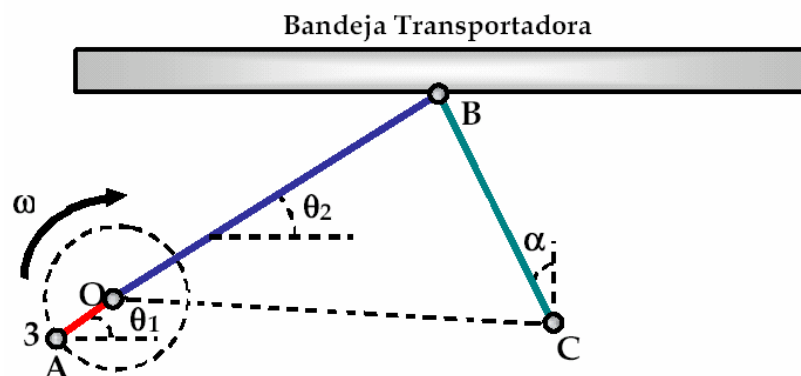
Con las ecuaciones se obtiene la aceleración de la bandeja, para la posición 2. Los resultados se resumen en el cuadro 16.

Cuadro 17. Velocidades y Aceleraciones de la posición 2.

$\omega$ AB	$\omega$ CB	$\alpha$ AB	$\alpha$ CB	$\alpha$ PARTICULA	POSICIÓN
0,17	5,24	-964,73	-798,31	4987,05	1
0,12	4,18	-762,35	-505,20	3657,12	2
0,01	1,47	-404,02	-223,27	1890,34	3
0,05	2,92	-996,4	231,8	3876,34	4
0,03	2,02	-693,71	189,43	2987,54	5
0,02	0,80	-406,24	35,76	1021,76	6
1,06	4,08	-610,97	-823,65	5432,76	7
1,05	3,62	-432,24	-547,90	3541,9	8
1,00	1,44	-203,23	-280,65	481,09	9
0,57	2,61	-610,64	196,7	3765,98	10
0,46	2,21	-423,88	164,3	2987,54	11
0,12	0,68	-220,05	27,83	340,29	12
0,59	4,15	-252,87	-852,01	4912,8	13
0,47	3,43	-215,70	-589,58	2685,40	14
0,09	1,25	-53,55	-301,90	379,09	15
1,07	2,91	-250,03	182,67	3765,98	16
0,76	2,07	-209,36	141,02	2611,17	17
0,52	0,54	-51,20	13,92	681,20	18

**ANÁLISIS DE LA POSICIÓN 3.** La figura 58 muestra un esquema de la posición del mecanismo.

Figura 58. Mecanismo en la posición 3.



Cuadro 18.Datos Posición 3

ALFA	CB	OA	AB	$\theta$ 2	POSICIÓN
40	0,2	0,009525	0,380334	28,25	1
		0,00635	0,3835	28,25	2
		0,0047625	0,385096	28,25	3
	0,15	0,009525	0,392643	23,72	4
		0,00635	0,395789	23,72	5
		0,0047625	0,397362	23,72	6
35	0,2	0,009525	0,397614	27,04	7
		0,00635	0,400789	27,04	8
		0,0047625	0,402377	27,04	9
	0,15	0,009525	0,405279	24,07	10
		0,00635	0,408428	24,07	11
		0,0047625	0,410003	24,07	12
30	0,2	0,009525	0,415042	25,47	13
		0,00635	0,418217	25,47	14
		0,0047625	0,419805	25,47	15
	0,15	0,009525	0,418178	22,3	16
		0,00635	0,42133	22,8	17
		0,0047625	0,422906	23,9	18

Ver ecuaciones de la posición 3 en el ANEXO V.

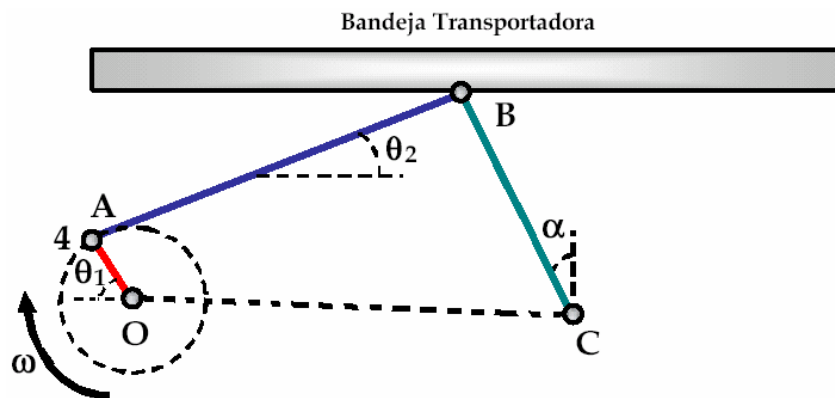
Con las ecuaciones se obtiene la aceleración de la bandeja, para la posición 3. En el cuadro 18 se muestra los resultados.

Cuadro 19. Velocidades y Aceleraciones de la posición 3.

$\omega$ AB	$\omega$ CB	$\alpha$ AB	$\alpha$ CB	$\alpha$ PARTICULA	POSICIÓN
10,0375	-0,2124	-726,88	7801,27	35652,9	1
6,6364	-0,1418	-476,35	5254,3	27891,07	2
4,9565	-0,1047	-354,2	3924,3	7690,21	3
10,0374	-3,629	-745,62	10853,9	35558,9	4
6,6361	-2,39	-484,42	7170,85	27031,5	5
4,9566	-1,7922	-358,71	5354,1	7700,65	6
9,5862	-0,0908	-343,95	7835,73	36587,26	7
6,3403	-0,0623	-225,59	5182,5	28049,02	8
4,7363	-0,0447	-167,82	3872,2	8830,38	9
9,5861	-3,3165	-359,72	10571,4	36567,14	10
6,3401	-2,1952	-232,42	6988,98	28036,5	11
4,7363	-1,6384	-171,62	5220,05	8740,5	12
9,1798	-0,0518	-0,231	7794,87	39630,03	13
6,0734	-0,0342	-0,1003	5157,2	29076,47	14
4,5378	-0,0245	-0,0557	3853,22	8030,6	15
9,1798	-3,1296	-13,92	10397,91	38560,26	16
6,0734	-2,0701	-6,04	5156,79	29050,86	17
4,5378	-1,5466	-3,3626	5125,96	7784,86	18

**ANÁLISIS DE LA POSICIÓN 4.** La figura 59 muestra el esquema para esta posición del mecanismo.

Figura 59. Mecanismo en la posición 4



Los datos obtenidos de la geometría del mecanismo se registran en el cuadro 19

Cuadro 20. Datos Posición 4

ALFA	CB	OA	AB	$\theta 2$	POSICIÓN
40	0,2	0,009525	0,380334	25,42	1
		0,00635	0,3835	26,38	2
		0,0047625	0,385096	27,2	3
	0,15	0,009525	0,392643	20,55	4
		0,00635	0,395789	21,73	5
		0,0047625	0,397362	23,82	6
35	0,2	0,009525	0,397614	25,72	7
		0,00635	0,400789	26,84	8
		0,0047625	0,402377	28,07	9
	0,15	0,009525	0,405279	19,76	10
		0,00635	0,408428	20,58	11
		0,0047625	0,410003	21,09	12
30	0,2	0,009525	0,415042	20,44	13
		0,00635	0,418217	21,58	14
		0,0047625	0,419805	22,27	15
	0,15	0,009525	0,418178	20,59	16
		0,00635	0,42133	21,40	17
		0,0047625	0,422906	22,02	18

Ver ecuaciones de la posición 4 en el ANEXO V.

Con las ecuaciones se obtiene la aceleración de la bandeja, para la posición 4. En el cuadro 20 se muestra los resultados.

Cuadro 21.Velocidades y Aceleraciones de la posición 4.

$\omega$ AB	$\omega$ CB	$\alpha$ AB	$\alpha$ CB	$\alpha$ PARTICULA	POSICIÓN
10,0375	-0,2124	-726,88	7801,27	1560,9	1
6,6364	-0,1418	-476,35	5254,3	774,07	2
4,9565	-0,1047	-354,2	3924,3	769,21	3
10,0374	-3,629	-745,62	10853,9	1558,9	4
6,6361	-2,39	-484,42	7170,85	1031,5	5
4,9566	-1,7922	-358,71	5354,1	770,65	6
9,5862	-0,0908	-343,95	7835,73	1587,26	7
6,3403	-0,0623	-225,59	5182,5	1049,02	8
4,7363	-0,0447	-167,82	3872,2	783,38	9
9,5861	-3,3165	-359,72	10571,4	1567,14	10
6,3401	-2,1952	-232,42	6988,98	1036,5	11
4,7363	-1,6384	-171,62	5220,05	774,5	12
9,1798	-0,0518	-0,231	7794,87	1630,03	13
6,0734	-0,0342	-0,1003	5157,2	1076,47	14
4,5378	-0,0245	-0,0557	3853,22	803,6	15
9,1798	-3,1296	-13,92	10397,91	1560,26	16
6,0734	-2,0701	-6,04	5156,79	1050,86	17
4,5378	-1,5466	-3,3626	5125,96	7784,86	18

Después de analizar cada una de las 4 posiciones consideradas del sistema, se encontró que la máxima aceleración del punto B, se tiene en la posición 1 con un valor de **42100,01 mm/s<sup>2</sup>**, con esta aceleración se realizan los cálculos cinéticos para el sistema vibratorio.

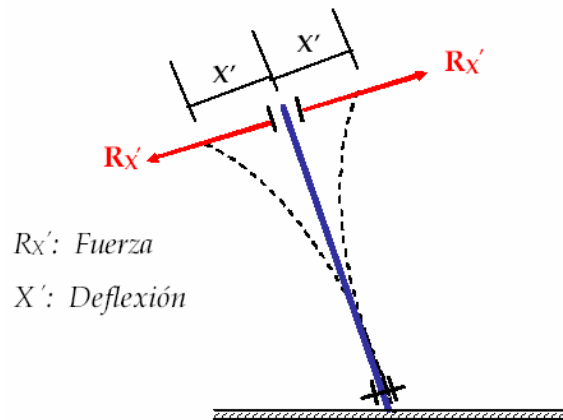
La bandeja tiene movimiento de traslación, por tanto cualquier punto de la misma tiene la aceleración del punto B.

#### **Cálculo de la potencia del sistema vibratorio:**

**Cálculo de la fuerza de los flejes.** Los flejes proporcionan la fuerza restauradora. Para calcular el valor de dicha fuerza los flejes fueron

sometidos a pruebas de flexión, utilizando un dinamómetro. En la figura 60 se observa la deflexión que sufren los flejes al aplicárseles una fuerza  $R_x'$ .

Figura 60. Deflexión de los flejes



Resultados obtenidos en las pruebas:

Cuadro 22. Resultados.

Fuerza $R_x$ (Kg)	0,8	1.2	1,5
Deflexión $X'$ (mm)	3,175	7,93	9,525

La deflexión en el extremo del fleje es igual a la excentricidad de la biela ( $X'=r$ ), entonces para el máximo valor de esta,  $r = 9,525$  mm, se obtiene la fuerza máxima del fleje en dirección  $X'$ ,  $R_x' = 1,5$  Kg.

**Cálculo de la fuerza de la biela para la aceleración de avance máxima:**  
la aceleración de avance máxima de la bandeja transportadora se presenta cuando:

$$\alpha = 30^\circ, \omega = 600 \text{ RPM} = 62,86 \text{ rad/s}, r = 0,00954 \text{ m}$$

**Condiciones del sistema:**

Peso de la bandeja transportadora y material:  $W = 21 \text{ Kg}$

Aceleración de avance:  $\alpha_x = 42,1 \text{ m/seg}^2$

Fuerza del fleje en dirección  $x'$ :  $R_{x'} = 1,5 \text{ Kg}$

Fuerza del fleje en dirección  $y'$ :  $R_{y'}$

Fuerza de la biela:  $F_B$

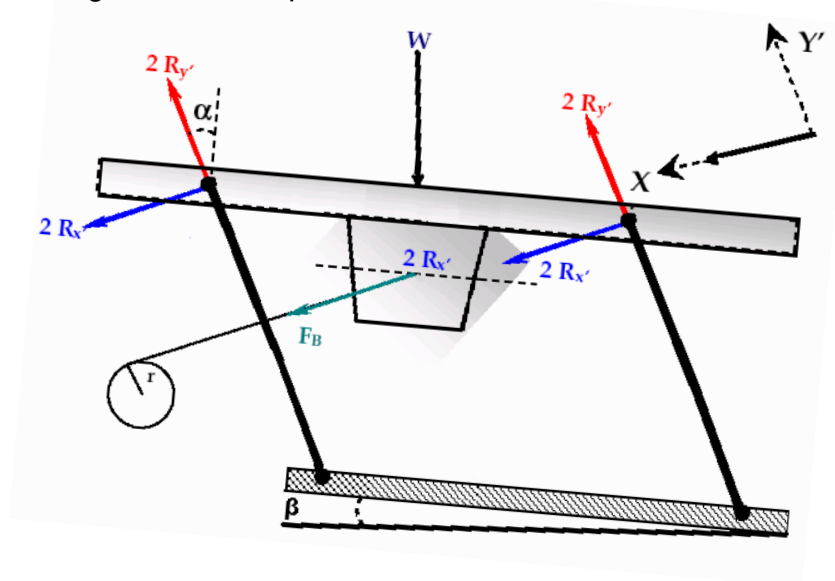
Angulo de inclinación de los flejes:  $\alpha = 10^\circ$

Angulo de inclinación de la estructura:  $\beta = 5,74^\circ$

Gravedad:  $g = 9.8 \text{ m/Seg}$

**Diagrama de cuerpo libre de la bandeja transportadora.**

Figura 61. Diagrama de cuerpo libre.



Como la trayectoria que describe cualquier punto de la bandeja es un arco de ángulo de barrido pequeño y aceleración normal próxima a cero, se toma despreciable la aceleración en la dirección Y'.

Realizando sumatoria de fuerzas en dirección Y':

$$\Sigma F_{Y'} = 0$$

$$4 R_{Y'} - W (\cos \alpha) (\cos \beta) = 0$$

Reemplazando

$$4 R_{Y'} - (21 \text{ Kg}) \cos 30^\circ \cos 5,74^\circ = 0$$

Por tanto

$$R_{Y'} = 4,52 \text{ Kg}$$

Ahora haciendo sumatoria de fuerzas en dirección X':

$$\Sigma F_{X'} = m a_{X'}$$

$$4R_x + W \sin \alpha \sin \beta + F_B = m a_{X'}$$

$$4R_x + W \sin \alpha \sin \beta + F_B = \frac{W}{g} a_{X'}$$

Reemplazando

$$4(1,5 \text{ Kg}) + 21 \text{ Kg} (\sin 30) (\sin 5,74) + F_B = \frac{21 \text{ Kg}}{9,8 \text{ m/s}^2} (42,1 \text{ m/s}^2)$$

De donde

$$F_B = 83,18 \text{ Kg}$$

**Cálculo de la fuerza de la biela para la aceleración de avance mínima.**

La aceleración de avance mínima de la bandeja transportadora,  $a_x = 0,65 \text{ m/s}^2$ , se presenta cuando:  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\omega = 400 \text{ RPM} = 42 \text{ rad/s}$ ,  $r = 0,00952$

Realizando sumatoria de fuerzas en dirección X':

$$\Sigma F_{X'} = m a_{X'}$$

$$4R_x + W \text{ sen } \alpha \text{ sen } \beta + F_B = m a_{X'}$$

$$4R_x + W \text{ sen } \alpha \text{ sen } \beta + F_B = \frac{W}{g} a_{X'}$$

Reemplazando:

$$4 ( 1,5 \text{ Kg } ) + 21 \text{ Kg } (\text{sen } 30) (\text{sen } 5,74) + F_B = \frac{21 \text{ Kg}}{9,8 \text{ m/s}^2} (0,65 \text{ m/s}^2)$$

De donde:

$$F_B = -5,65 \text{ Kg}$$

**Cálculo del torque.** El torque necesario en el eje es producido por la fuerza de la biela cuando esta es máxima, lo cual ocurre para la posición donde la excentricidad  $r$  y la fuerza  $F_B$  son perpendiculares.

$$T = F_B \times r$$

$$r = 0,00952 \text{ m}$$

$$T = 83,18 \text{ Kg} \times 0,00925 \text{ m}$$

$$T = 0,76 \text{ Kg} - \text{m} = 66,78 \text{ lb} - \text{in}$$

**Cálculo de la potencia.** La potencia necesaria para accionar el sistema es:

$$\text{Pot} = \frac{T \times N}{63000 \times \eta_T}$$

Debido a las pérdidas de potencia en el motor eléctrico, la transmisión por correas y los rodamientos:

$$\eta_T = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$$

Donde:

$$\eta_1 = 0,9 \text{ (Por poleas en V)}$$

$$\eta_2 = 0,95 \text{ (Por fricción en rodamientos)}$$

$$\eta_3 = 0,87 \text{ (Por motor eléctrico)}$$

$$\eta_T = 0,7439$$

Por lo tanto la potencia es:

$$\text{Pot} = \frac{66,78 \text{ lb} - \text{in} \times 600 \text{ RPM}}{63000 \times 0,7439}$$

$$\text{Pot} = 0,85 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

#### 4.3.4 Selección y construcción de la zaranda de transporte

**Construcción de la estructura de Apoyo.** Se construyó la estructura en ángulo ASTM A36 en (L) de 1 ½" X 1 ½", de espesor 1/8" y tubos de 2 ¼" de diámetro exterior, de espesor 3 mm; las uniones de esta estructura se realizaron con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6013. Por otro lado la estructura esta protegida por una capa de anticorrosivo y una capa de pintura, la cual evita el progreso de oxidación provocada por agentes

exteriores ambientales. Esta estructura brinda la resistencia y rigidez suficiente para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

La estructura debe además albergar en su parte interna el motorreductor del equipo adjunto, por lo cual se hizo necesario montar una de sus patas de apoyo de manera tal que cumpliera con este requisito. El detalle se muestra en la figura 62.

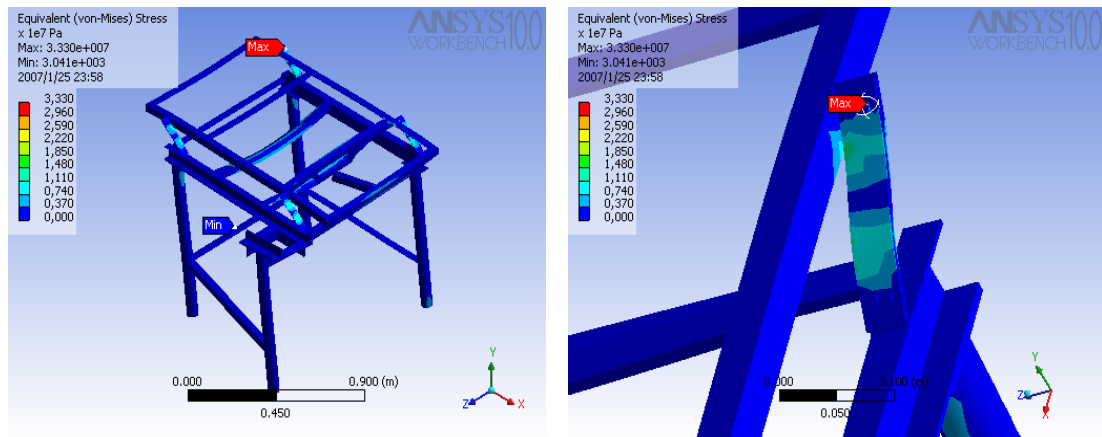
Figura 62. Estructura de la Zaranda.



Las especificaciones de los materiales se encuentran en el anexo F, y la de la soldadura en el anexo A.

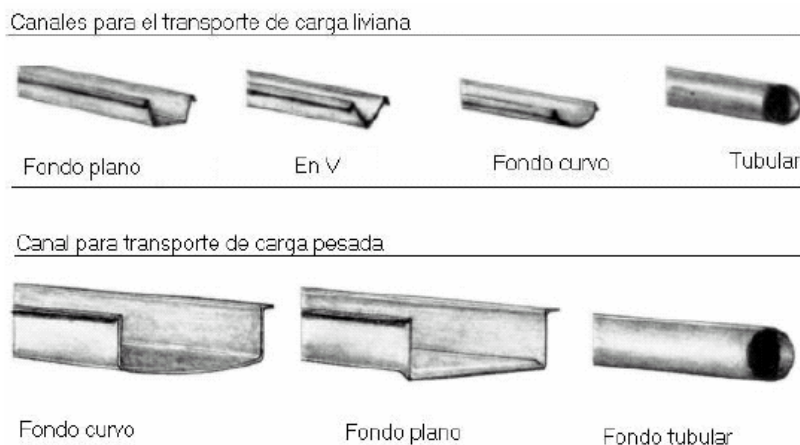
**Análisis de la estructura de apoyo.** En la figura 63, se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la estructura base y se observa que la estructura no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

Figura 63. Análisis de esfuerzos de la estructura de la zaranda direccionadora



**Bandeja.** Se selecciono una lámina en acero galvanizado, calibre 16; a la cual se le dio una forma acanalada en (V). Ver figura 64. Está enmarcada en la parte inferior por una estructura de hierro en ángulo de acero ASTM A36 de 1½"x1½"x 1/8" que a su vez sirve de soporte para los flejes.

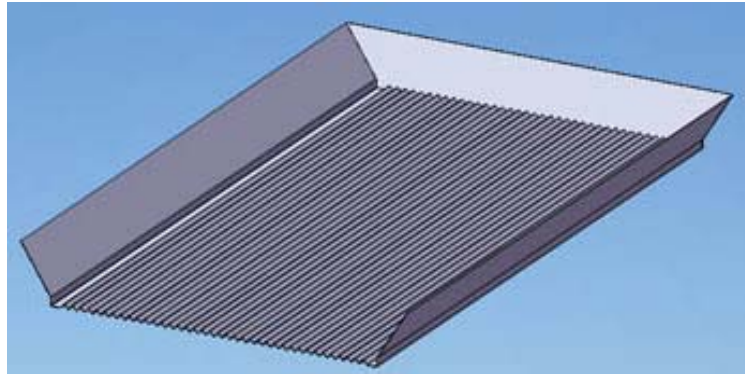
Figura 64. Tipos de canales



Fuente: VIBROMAQ. Características generales [on line]. Argentina [citado junio 2004]. Disponible en Internet: <<http://www.vibromaq.com.ar/index.htm>>.

De esta manera se busca transportar y además darle el tipo de dirección deseada al material para ser entregado al equipo siguiente en la disposición mas adecuada. Ver figura 65.

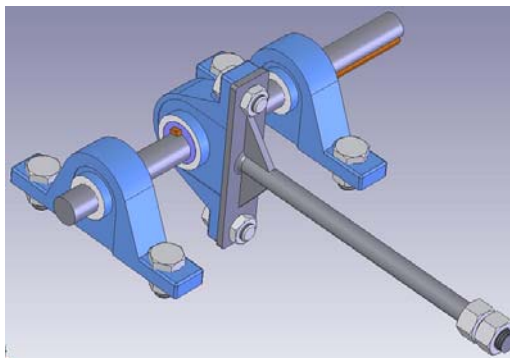
Figura 65. Bandeja



Las especificaciones técnicas del material de la bandeja se encuentran en el anexo G. Para la sujeción a la estructura se usaron 15 tornillos de 1/8" x 1/2" de acero inoxidable, los cuales proporcionan una excelente adherencia a la estructura, sin ser afectado por el movimiento vibratorio.

**Diseño y construcción del sistema vibratorio.** Se selecciono un sistema mecánico cuyo principio fundamental se basa en un buje excéntrico. Ver figura66.

Figura 66.Sistema vibratorio.

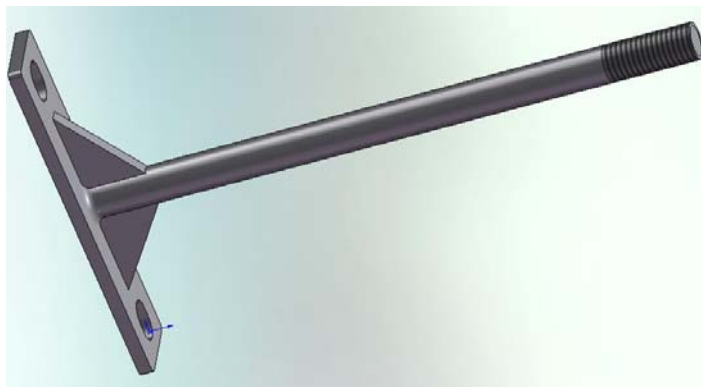


Las partes principales son:

- La biela
- El buje
- La chumacera

**Diseño y construcción de la biela:** se construyo a partir de un eje de acero ASTM 1040 de 11/16" de diámetro roscado en un extremo y soldado a una platina de 1/4" de espesor en el otro. Ver figura 67. Construida en acero ASTM 1040 en su totalidad. Las uniones de esta pieza se realizaron con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6011. La selección de este electrodo de alta resistencia fue causada por los grandes esfuerzos producidos durante la carga dinámica. La pieza esta protegida por una capa de anticorrosivo y una capa de pintura, la cual evita el progreso de oxidación provocada por agentes exteriores ambientales. Esta pieza brinda la resistencia y rigidez suficiente para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

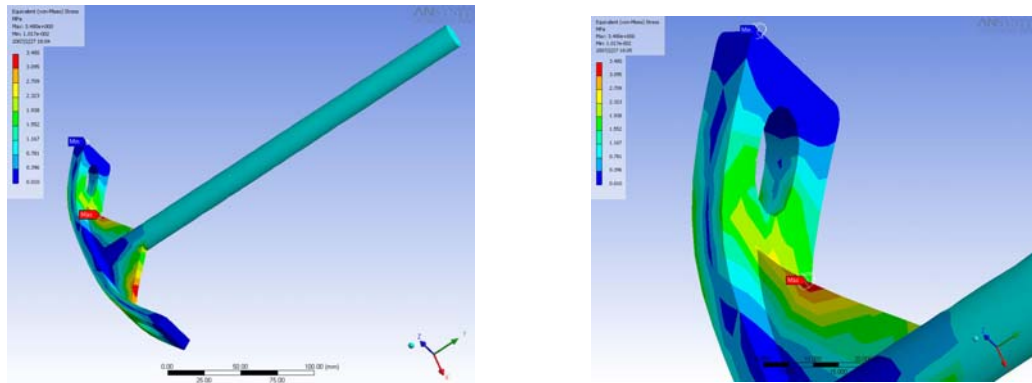
Figura 67.Biela



Las especificaciones técnicas del material de la biela se encuentran en el anexo F, y las de la soldadura en el anexo B.

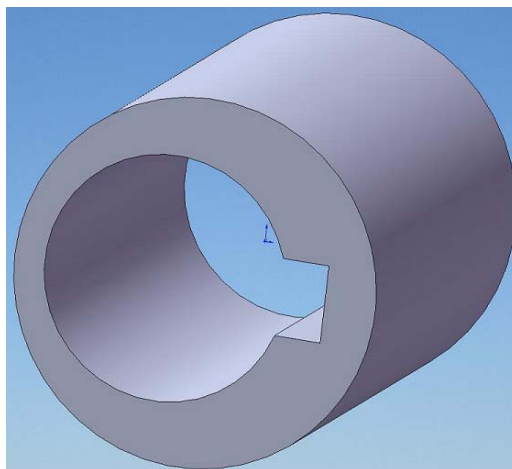
**Análisis de esfuerzos de la biela.** En la figura 68 se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la pieza y se observa que esta no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

Figura 68. Análisis de esfuerzos de la biela.



**Construcción del buje:** es un cilindro de acero ASTM 1040 de 1 ½” de diámetro externo 2 ⅛” de largo y un agujero de 1” cuyo centro esta ubicado a 0,125” con respecto al centro del buje. Consta de un chivetero de ¼” y de dos tornillos prisioneros los cuales se encargan de darle el ajuste adecuado. Ver figura 69.

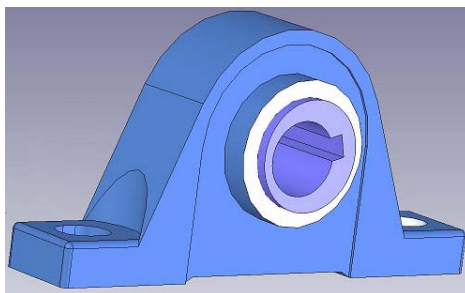
Figura 69. Buje



Las especificaciones técnicas del material del buje se encuentran en el anexo F.

**La chumacera:** se selecciono una UCP 208-24 de diámetro 1 ½” debido a la necesidad de introducir en ella el buje que permite el movimiento de vaivén. Ver figura 70.

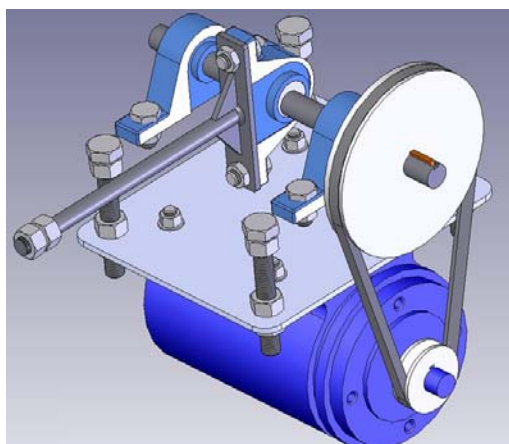
Figura 70. Chumacera UCP 208-24



Las especificaciones técnicas de la chumacera se encuentran en el anexo C.

**4.3.5 Paquete Motriz.** Consta de una serie de elementos que se encargan de dar el torque necesario para dar movimiento al eje motriz, el cual a su vez transmite el movimiento al buje excéntrico. Ver figura 71.

Figura 71. Paquete motriz de la zaranda direccionadora



Los elementos que conforman el sistema son los siguientes:

- Motor eléctrico
- Dos poleas
- Correa de transmisión de potencia.

**Selección del motor.** De acuerdo a los datos obtenidos en los cálculos, donde se halla una potencia requerida de 0,85 Hp, el motor que cumple los parámetros establecidos es el siguiente:

- Marca: Siemens.
- Tipo de motor: Jaula de ardilla – tipo RGZSD
- Referencia: HSF 0105 Tipo pesado
- Potencia: 1 HP.
- Velocidad: 1800 rpm
- Numero de fases: 3
- Voltaje: 220-230 V
- Frecuencia: 60 Hz

Figura 72. Motor de la zaranda direccionadora



En el ANEXO D puede apreciarse la hoja de datos del motor.

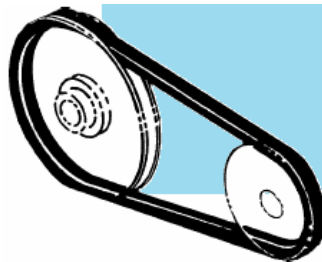
**Selección de Poleas.** Dado a que el motor Siemens entrega 1 Hp a 1800 rpm, se hace necesario implementar en el sistema una reducción. Esta se hizo seleccionando dos poleas de aluminio tipo A de una sola ranura una de 9" y la otra de 3".

La relación de las poleas se encarga de disminuir las revoluciones puesto que la zaranda no necesita tanta velocidad. Haciendo un cálculo sencillo, se obtiene una relación aproximada:

$$9/3 = 3$$

Lo que nos da como resultado una relación de 3 : 1, que reduce la entrega al eje motriz a 600 rpm. Ver Figura 73.

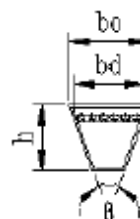
Figura 73.Poleas



En el ANEXO I puede apreciarse la hoja de datos de las poleas.

**Selección de la Correa.** La selección de la correa se hizo de acuerdo a la distancia entre centros de los dos ejes sobre los cuales están montadas las poleas, de tal suerte que llegamos a escoger una correa A 35. Ver Figura 74.

Figura 74.Correa



En el ANEXO H puede apreciarse la hoja de datos de la correa.

**Selección del eje motriz.** Para nuestro sistema motriz se seleccionó un eje de 1" de diámetro y 38 cm de largo de acero SAE 8620. Ver figura 75.

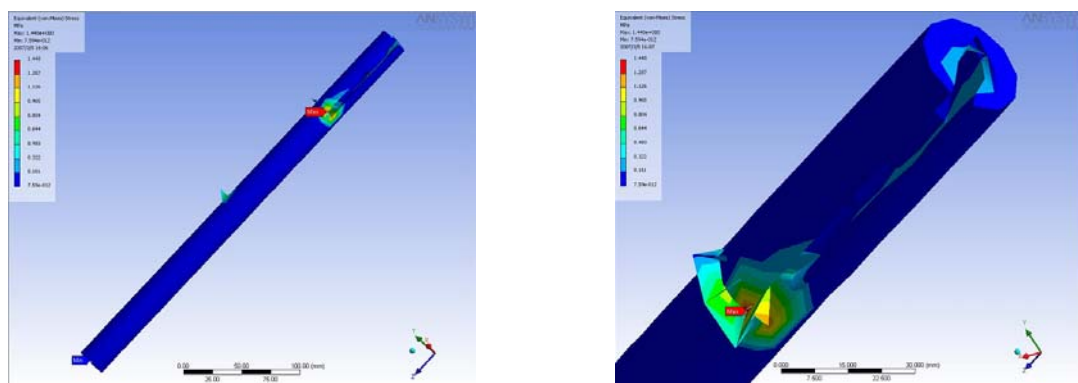
Figura 75. Eje motriz.



En el ANEXO F pueden apreciarse las características del material del eje.

**Análisis de esfuerzos del eje.** En la figura 76 se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la pieza y se observa que esta no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

Figura 76. Análisis de esfuerzos del eje motriz.



**Selección de Rodamientos (Chumaceras).** Se seleccionaron dos (2) UCP205 de diámetro en eje de 1" y una masa de 0.80 Kg. Estas soportan el

eje motriz, el cual da movimiento a la chumacera UCP 208-24 que contiene el buje con la excentricidad .Ver figuras 77 y 78.

Figura 77. Chumacera UCP 205 del eje motriz

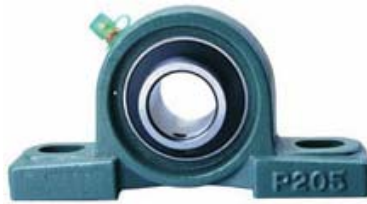


Figura 78. Chumacera UCP 208- 24.



### **Aspecto final de la zaranda de transporte**

Figura 79. Aspecto final de la zaranda direccionadora.



#### **4.3.6 Mantenimiento**

- Inspeccionar rodamientos en el motor, después de 5000 horas de servicio.
- Inspeccionar las chumaceras del sistema excéntrico de potencia, después de 3000 horas de servicio.
- Verificar la tensión de la correa después de cada 100 horas de servicio.
- Examinar que en los flejes no se produzcan fisuras.
- Revisar la rosca de la contratuerca que fija la posición de la biela.
- Verificar que la tornillería se encuentre bien ajustada.
- Examinar que la bandeja direccionadora se encuentre bien sujeta a la estructura de la zaranda.

#### **4.4 LAMINADOR**

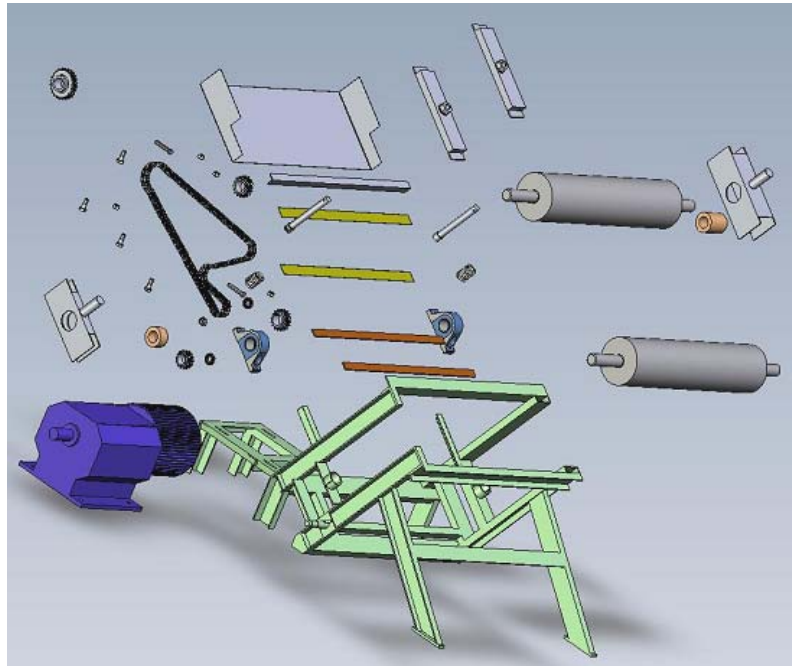
Dentro del sistema de procesamiento de vena, el laminador cumple la función primordial, que consiste en reducir el espesor de la vena de la hoja de tabaco (aproximadamente 5 mm), hasta un Espesor  $\leq 0,8$  mm.

El fin que se busca es que la vena tenga un espesor igual o menor al del ancho de la hebra de hoja para que cuando se mezclen tengan una dimensión homogénea.

**4.4.1 El Equipo.** El laminado es un proceso de deformación en el cual el material pasa entre dos rodillos y se comprime mediante fuerzas de

compresión ejercidas por los rodillos. Los rodillos giran en sentido contrario, para jalar el material y simultáneamente apretarlo entre ellos.

Figura 80. Despiece del laminador

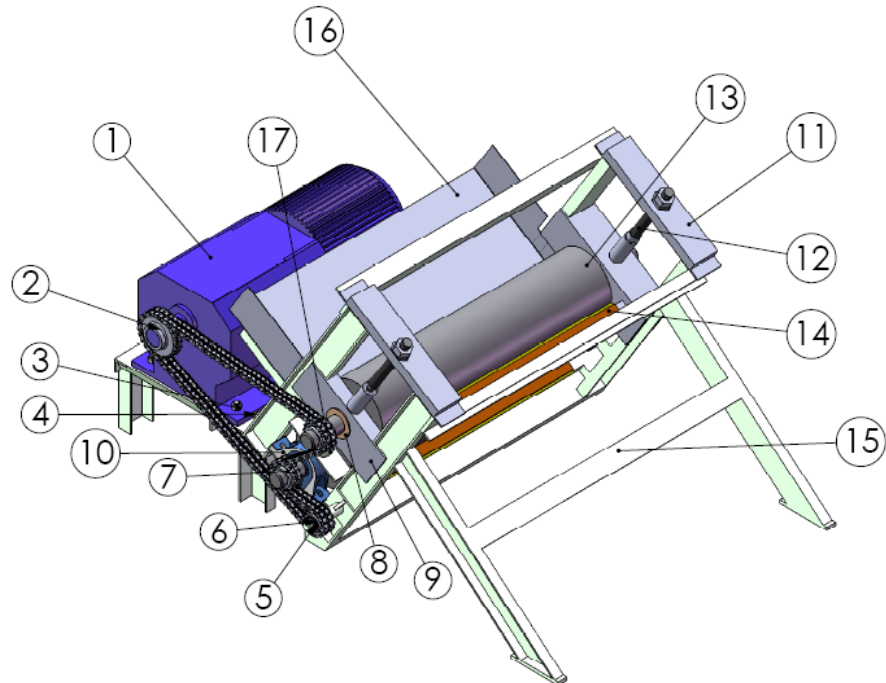


**4.4.2 Partes del Equipo.** El concepto general de diseño del equipo resulta en una estructura única e independiente, siendo acorde con las exigencias del trabajo que realizará.

El laminador está compuesto por los siguientes conjuntos:

- Estructura de apoyo. No. 15
- Rodillos laminadores. No 13
- Sistema de calibración. No. 9, 11 y 12
- Paquete motriz. No. 1, 2, 6, 7 y 18
- Aditamentos. No. 14 y 16

Figura 81. Aspecto final del diseño del laminador.



#### **Descripción de las partes del laminador:**

**Estructura de Apoyo:** la estructura del laminador proporciona el equilibrio necesario para evitar funcionamientos erróneos, debido a las vibraciones.

**Rodillos laminadores:** para efectos de un buen proceso de laminado, se necesita contar con un par de rodillos lo suficientemente rígidos para que las deformaciones no afecten la homogeneidad del producto ya procesado.

**Sistema de calibración:** es fundamental para nuestro propósito tener una forma de controlar el espesor de laminado que se requiere. Para tal fin se diseñó un sistema que consta de los siguientes elementos:

- Dos resortes
- Dos tornillos con sus respectivas tuercas

- Dos elementos de soporte
- Dos correderas

**Resortes:** estos resortes serán los encargados de dar la fuerza necesaria para que el rodillo superior se mantenga en una posición específica. Esto se logra gracias a que ellos empujan al rodillo por medio de las correderas hacia arriba, haciendo contraposición a la fuerza ejercida por los tornillos de calibración.

**Tornillos de calibración y tuercas:** los dos tornillos se encargan de bajar al rodillo superior hasta la posición que se requiera manteniéndolo fijo. Las tuercas sirven de guía y apoyo.

**Elementos de soporte:** los elementos de soporte se encargan de fijar las tuercas y servir de apoyo a los tornillos.

**Correderas:** son las encargadas de desplazar el rodillo superior a través de las guías (estructura). En su centro tienen un buje de bronce que permite el giro del rodillo superior.

**Paquete motriz:** consiste en todos los componentes que proveen el movimiento necesario para el funcionamiento del laminador. El motorreductor, los piñones y la cadena.

**Aditamentos:** son elementos necesarios para la alimentación (bandeja) y limpieza de los rodillos (raspadores).

**Bandeja de alimentación:** tiene como función dirigir la vena entregada por la zaranda hasta la zona de trabajo de los rodillos.

**Raspadores:** son los encargados de desprender las venas que puedan quedar pegadas a los rodillos después de habersele aplicado la presión para el aplastamiento.

## **DISEÑO DETALLADO:**

### **Requerimientos:**

- Capacidad (Caudal): 500 kg/h.
- Espesores finales de la vena  $\leq 0.8$  mm.

### **Limitaciones:**

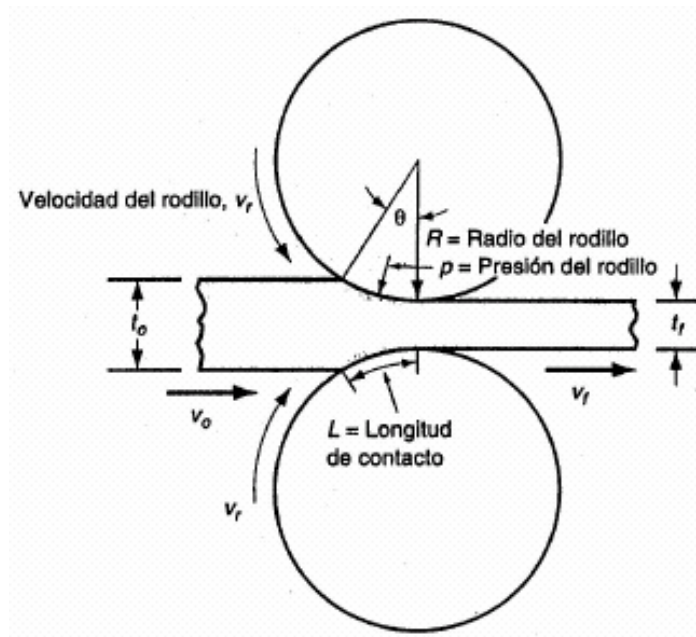
- Altura de Alimentación: 1,3 m
- Rodillos Estándar para molienda de trigo: Diámetro 26cm.

### **Cálculos para el laminador:**

- Cálculo de la reducción que se desea.
- Cálculo de la velocidad del rodillo.
- Cálculo del área disponible entre los rodillos por donde pasa la vena.
- Cálculo de la velocidad tangencial.
- Cálculo de la velocidad angular.
- Cálculo de la potencia necesaria para laminar la vena.
- Cálculo de la deformación real de la vena
- Cálculo del esfuerzo de fluencia promedio
- Cálculo de la fuerza de Laminado Cálculo de la potencia requerida
- Cálculo de la relación necesaria entre la salida del motorreductor y los rodillos.
- Cálculo de la presión de laminado.

- Cálculos del Torque para un rodillo.
- Cálculo de la Tensión de la cadena.
- Cálculo de los Resortes.
- Cálculo de la fuerza del tornillo de calibración.

Figura 82. Vista lateral del laminado plano indicando el espesor, las velocidades, el ángulo de contacto con los rodillos y otras características.



**Cálculo de la reducción:** para lo cual utilizaremos el siguiente concepto.

$$d_{\text{requerido}} = t_o - t_f$$

**Donde**

$d$  = diferencia (mm)

$t_o$  = espesor inicial (mm)

$t_f$  = espesor final (mm)

$$d_{\text{requerido}} = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ mm}$$

Límite para el máximo  $d_{\text{requerido}}$  :

$$d_{\text{max}} = \mu^2 \times R$$

### **Donde**

$d_{\text{max}}$  = diferencia máxima (mm).

$\mu$  = coeficiente de fricción.

R = radio del rodillo (mm).

$$d_{\text{max}} = \mu^2 \times R$$

$$d_{\text{max}} = (0,19)^2 \times 130 = 4,7 \text{ mm}$$

$$d_{\text{max}} > d_{\text{requerido}}$$

Dados los resultados, se pudo comprobar que el radio de los rodillos es suficiente para realizar el proceso sin que hallan deslizamientos en el equipo.

**Calculo de la velocidad del rodillo:** a partir de la densidad de la vena y el flujo de masa se calculó el volumen necesario que se debe laminar para cumplir el caudal requerido. Asumimos un 4 % más de masa como factor de seguridad.

$$\dot{V} = \rho \times \dot{m}$$

### **Donde**

•

$\dot{V}$  = Flujo volumétrico

•

$\dot{m}$  = Flujo másico

$\rho$  = densidad del tabaco

$$\dot{V} = 135 \text{ kg/m}^3 \times 520 \text{ kg/h}$$

$$\dot{V} = 3.85 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Calculo del área disponible entre los rodillos por donde pasa la vena.**

Área = Longitud del rodillo x Espacio entre los rodillos

$$\text{Área} = 1000 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$$

$$\text{Área} = 500 \text{ mm}^2 = 0.0005 \text{ m}^2$$

**Cálculo de la velocidad tangencial**

La velocidad tangencial del rodillo se halla despejándola del caudal requerido:

$$V_{\text{velocidad Tangencial}} = \frac{\dot{V}}{\text{Área}}$$

$$V_{\text{velocidad Tangencial}} = \frac{3.85 \text{ m}^3/\text{h}}{0.0005 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{velocidad Tangencial}} = 7718.89 \text{ m/h}$$

**Cálculo de la velocidad angular**

La velocidad angular del rodillo se calcula a partir de la velocidad tangencial y el radio del rodillo:

$$\omega = \frac{V_{\text{velocidad Tangencial}}}{r}$$

Radio<sub>rodillo</sub>

$$\omega = \frac{7718.89 \text{ m/h}}{0.13 \text{ m}}$$

$$\omega = 59376.1 \text{ Rad/h} = 157.5 \text{ rpm}$$

**Cálculo de la potencia necesaria para laminar la vena<sup>23</sup>:**

**Calculo de la deformación real de la vena:**

$$\varepsilon = \ln \frac{t_0}{t_f}$$

$$\varepsilon = \ln \frac{5}{0.5}$$

$$\varepsilon = 2.3025$$

**Calculo del esfuerzo de fluencia promedio:**

$$\bar{\dot{\gamma}}_f = \frac{K \times \varepsilon^n}{1 + n} \quad ^{24}$$

**Donde**

K y n = Parámetros de la curva de fluencia

$$\bar{\dot{\gamma}}_f = \frac{5733331 \times 2.3025^{(0.2)}}{1.2}$$

---

<sup>23</sup> Procedimiento de ingeniería mecánica universidad

<sup>24</sup> Datos de las constantes K y n obtenidas de itm (Internacional Tobacco Machines)

$$\tilde{Y}_f = 564500.41 \text{ Pa}$$

**Calculo de la fuerza de Laminado:**

$$F_{\text{uerza de laminado}} = \tilde{Y}_f \times W \times L$$

**Donde**

$\tilde{Y}_f$  = esfuerzo de fluencia promedio

W = ancho del rodillo

L = longitud de contacto

Tal como lo muestra el concepto, es necesario hallar primero la longitud de contacto

$$L_{\text{ongitud de contacto}} = \sqrt{(\text{Radio del rodillo} \times (t_o - t_f))}$$

$$L_{\text{ongitud de contacto}} = \sqrt{(130 \text{ mm} \times (5 \text{ mm} - 0.5 \text{ mm}))}$$

$$L_{\text{ongitud de contacto}} = 24.18 \text{ mm} = 24.18 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Conocida la longitud de contacto, se procede a hallar la fuerza de laminado.

$$F_{\text{uerza de laminado}} = 564500.41 \text{ Pa} \times 1 \text{ m} \times 24.18 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$F_{\text{uerza de laminado}} = 13649.62 \text{ N}$$

### **Cálculo de la potencia requerida**

Con estos datos se halla la potencia de la siguiente manera:

$$P_{\text{potencia}} = \frac{\pi \times N \times F \times L}{30}$$

Donde

P = potencia (W)

N = velocidad de rotación (rev/min)

F = fuerza de laminado (N)

L = longitud de contacto (m)

$$P_{\text{potencia}} = \frac{\pi \times 157,5 \text{ rpm} \times 13649,62 \text{ N} \times 24,18 \times 10^{-3} \text{ m}}{30}$$

$$P_{\text{potencia}} = 5443,6 \text{ w} = 7,3 \text{ hp}$$

El motorreductor que cumple con la potencia mínima exigida tiene 7,5 hp @ 105 rpm de salida.

**Calculo de la relación necesaria entre la salida del motorreductor y los rodillos:**

$$\text{Relación} = \frac{\text{rpm del Rodillo}}{\text{rpm del Motorreductor}}$$

$$\text{Relación} = \frac{157,5}{105} = 1,5 \quad \Rightarrow \quad 1 : 1,5$$

Para cumplir esta relación, encontramos un piñón de 16 dientes en el rodillo trabajando con uno de 24 en el eje del motorreductor, para satisfacer el requerimiento.

### Calculo de la presión de laminado:

$$P = \frac{F}{W_{\text{ancho del rodillo}} \times L_{\text{longitud de contacto}}}$$

$$P = \frac{13649,62}{1000 \times (24,18)}$$

$$P = 0,56 \text{ MPa.}$$

### Cálculos del Torque para un rodillo:

$$T_{\text{orque}} = 0.5 \times F_{\text{uerza de laminado}} \times L_{\text{ongitud de contacto}}$$

$$T_{\text{orque}} = 0.5 \times 13649,62 \times 24,18 \times 10^{-3}$$

$$T_{\text{orque}} = 165,02 \text{ N-m}$$

### Cálculo de la Tensión de la cadena:

Dado el concepto de potencia se procede hallar la tensión que soportara la cadena:

$$T_{\text{orque}} = F_{\text{uerza}} \times D_{\text{istancia}} \text{ (Radio del Piñón tipo B de 16 T)}$$

$$F_{\text{uerza}} = \frac{T_{\text{orque}}}{D_{\text{istancia}}}$$

$$F_{\text{uerza}} = \frac{165,02}{0,053594} = 3079,08 \text{ N (Tensi3n de Cadena)}$$

$$T_{\text{ensi3n de Cadena}} = 692,2 \text{ lb}$$

$$T_{\text{ensi3n m3xima de Cadena}} = \frac{T_{\text{orque m3ximo}}}{D_{\text{istancia (Radio del Pi3n3n tipo B de 24 T)}}$$

$$T_{\text{ensi3n m3xima de Cadena}} = 1398 \text{ lb}$$

### **C3lculo de los Resortes:**

La carga que van a soportar los resortes es el peso del rodillo superior el cual pesa 150 Kg.

$$F_{\text{resorte}} = 75 \text{ Kg} = 165,3 \text{ lb}$$

### **Calculo de la fuerza del tornillo de calibraci3n:**

La carga que soporta cada tornillo, equivale a la mitad de la fuerza de laminado, y adicionalmente la fuerza del resorte.

$$F_{\text{Tornillo}} = F_{\text{uerza de laminado}} + F_{\text{resorte}}$$

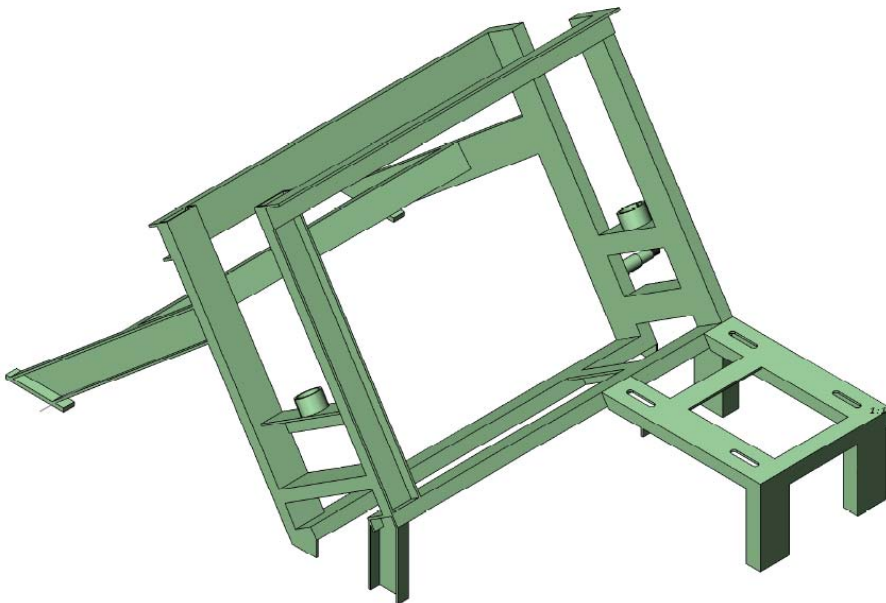
$$F_{\text{Tornillo}} = 1534,27 \text{ lb} + 165,3 \text{ lb}$$

$$F_{\text{Tornillo}} = 1699,6 \text{ lb}$$

#### 4.4.3 Selección y Construcción del laminador

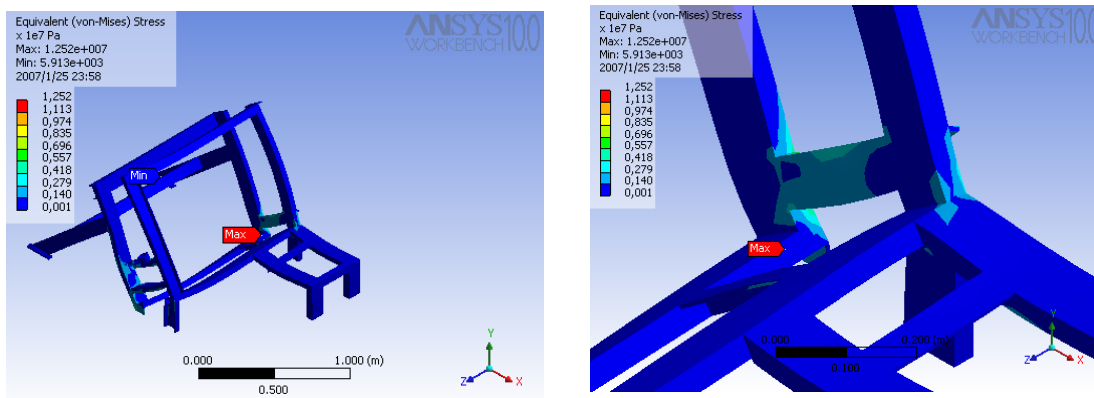
**Selección y construcción de la Estructura de Apoyo.** El equipo cuenta con una estructura construida en perfiles de acero ASTM A36 en (U) de 4 X 1½" y espesor ¼" y en (L) de 2 X 2", de espesor 1/8". Las uniones de esta estructura se realizaron con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6011. Por otro lado la estructura esta protegida por una capa de anticorrosivo y una capa de pintura, la cual evita el progreso de oxidación provocada por agentes exteriores ambientales. Esta estructura brinda la resistencia y rigidez suficiente para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema. Ver Figura 83.

Figura 83. Estructura de apoyo del laminador



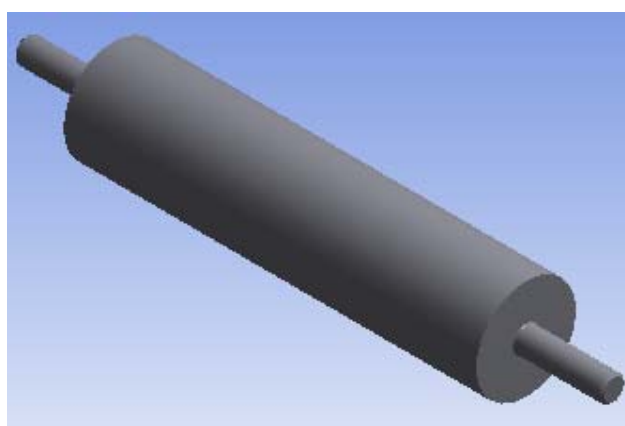
**Análisis de la Estructura de apoyo.** En la figura 84 se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la estructura base y se observa que la estructura no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

Figura 84. Análisis de esfuerzos del sistema estructural del laminador



**Selección de los rodillos.** Se usaron dos rodillos lisos estándar para molinenda de trigo, pertenecientes al inventario de la fábrica. Estos constan de un tubo de 26 cm de diámetro exterior y 1m de longitud, al cual van soldados dos tapas circulares soldadas a cada lado con un espesor de  $\frac{1}{2}$ ". Cada tapa tiene soldado un eje de 6 cm de diámetro 20 cm de longitud. Los rodillos tienen un tratamiento de cementación<sup>25</sup> en la superficie exterior. Para efectos de añadir peso a los rodillos se decidió llenarlos de arena.

Figura 85. Rodillo Laminador.

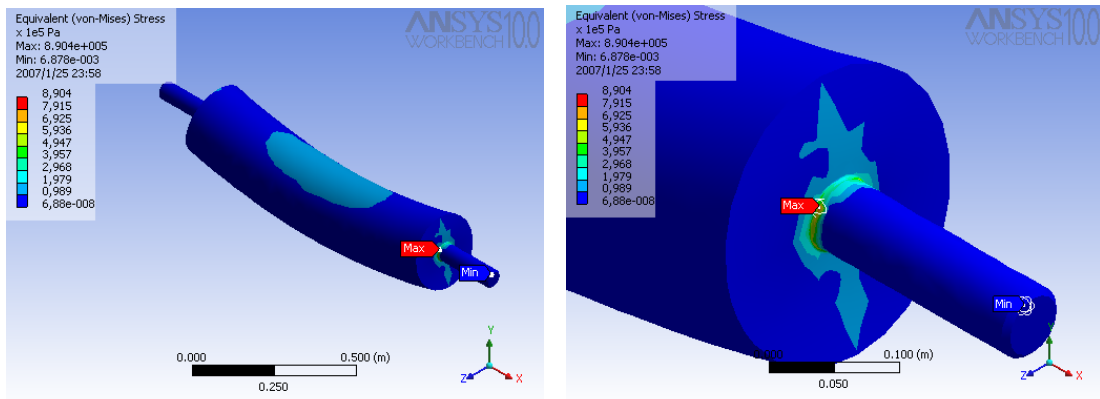


---

<sup>25</sup> Explicación corta del proceso

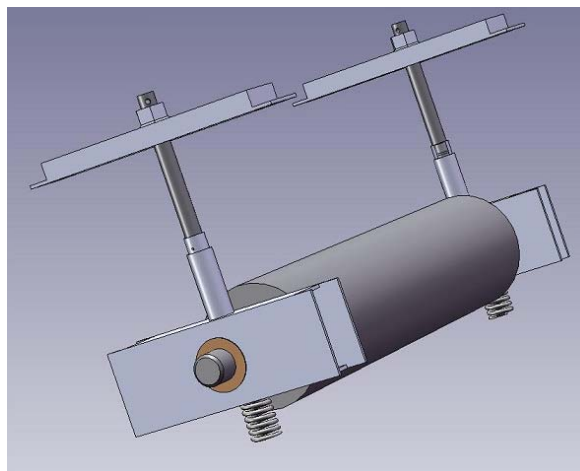
**Análisis de los rodillos.** El análisis de este sistema es mostrado en la figura 86, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 86. Análisis de esfuerzos de los rodillos laminadores



**4.4.4 Selección y construcción del sistema de calibración.** Este sistema es el encargado del posicionamiento del rodillo superior, el cual esta soportado en dos correderas que se mueven por la acción de unos tornillos y así obtener diferentes espesores.

Figura 87. Sistema de calibración.



**Selección de los resortes:** de acuerdo a los cálculos, encontramos que la fuerza que debe soportar cada uno de los resortes es de  $F = 165,34$  lb; y asumiendo un factor de seguridad de 2 se obtiene  $F = 330$  lb.

Para la selección se utilizaron los cuadros de Diamond Die springs para resortes de carga media construido en alambre ASTM 227.

Cuadro 23. Resultados.

DIAMETER		FREE LENGTH (L) Inches	DIAMOND PART NUMBER	WIRE SIZE THICKNESS X WIDTH Inches	SPRING RATE Lbs./Inch	LOADS AT MAX. DEFL. Lbs.	MAXIMUM DEFLECTION Inches
HOLE (D) Inches	ROD (d) Inches						
1.250	0.625	1.500	M125-150	.115 X .285	496	372	0.750
		1.750	M125-175	.115 X .285	424	371	0.875
		2.000	M125-200	.115 X .285	352	352	1.000
		2.500	M125-250	.115 X .285	288	360	1.250
		3.000	M125-300	.115 X .285	240	360	1.500
		3.500	M125-350	.115 X .285	200	350	1.750
		4.000	M125-400	.115 X .285	176	352	2.000
		4.500	M125-450	.115 X .285	160	360	2.250
		5.000	M125-500	.115 X .285	136	340	2.500
		5.500	M125-550	.115 X .285	128	352	2.750
		6.000	M125-600	.115 X .285	120	360	3.000
		7.000	M125-700	.115 X .285	104	364	3.500
		8.000	M125-800	.115 X .285	88	352	4.000
		10.000	M125-1000	.115 X .285	72	360	5.000
12.000	M125-1200	.115 X .285	56	336	6.000		

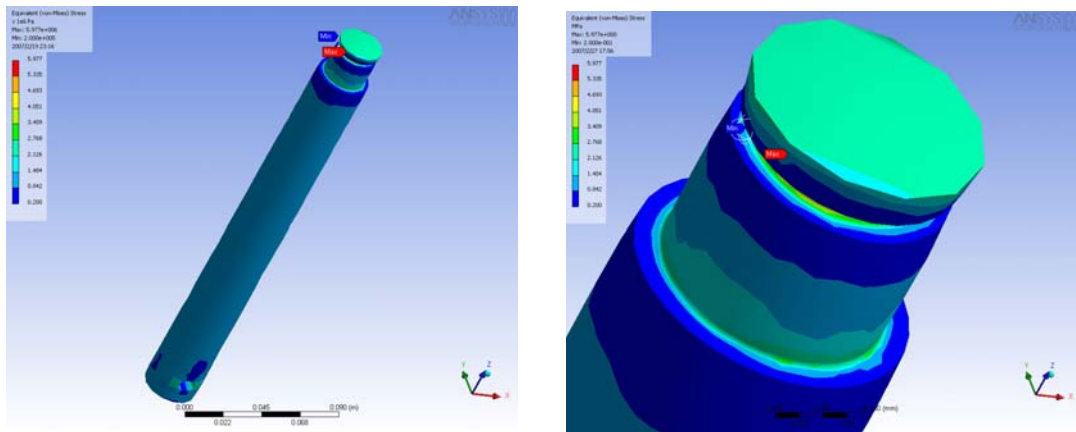
**Selección y construcción de los Tornillos:** se seleccionó un tornillo de acero 1045, con diámetro externo de 1,25 y 14 pulgadas de longitud. El paso con que se mando a maquinar es de 3mm. Según los cálculos cada tornillo debe soportar  $F_{\text{Tornillo}} = 1699,6$  lb.

Figura 88. Tornillos de calibración.



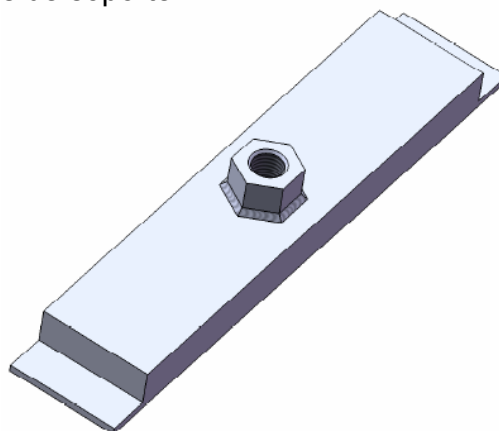
**Análisis de los Tornillos.** El análisis de este sistema es mostrado en la figura 89, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 89. Análisis de esfuerzos de los tornillos de posicionamiento



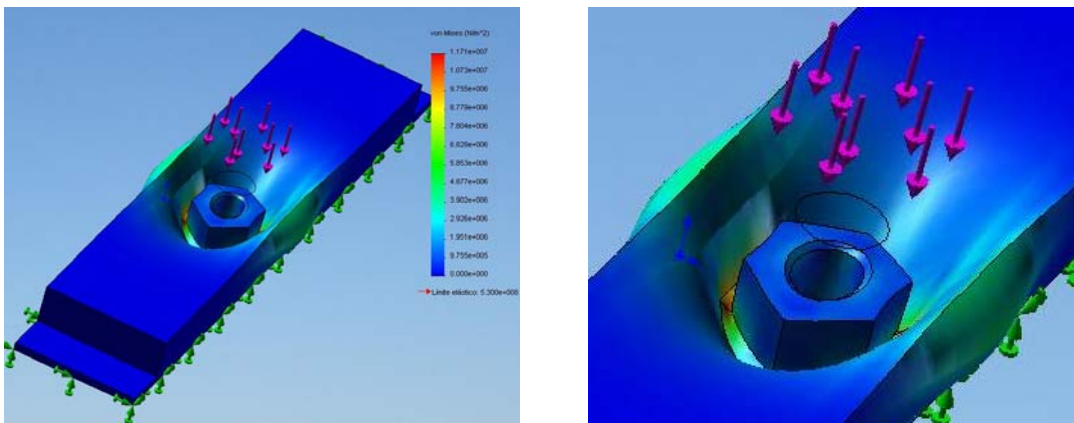
**Selección y construcción de los elementos de soporte:** para estos elementos se seleccionó perfiles en “U” de acero ASTM A36 de 4” x 1 ½” de espesor ¼”, y en “L” de acero ASTM A36 de 1 ½” con ¼” de espesor. Unidos con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6011.

Figura 90. Elementos de soporte.



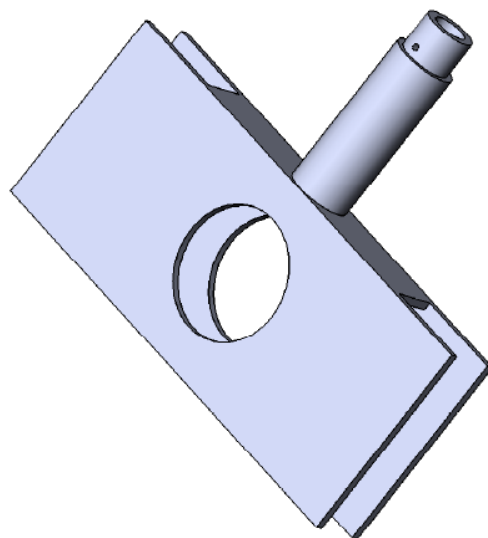
**Análisis de los elementos de soporte:** el análisis de este sistema es mostrado en la figura 91, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 91. Análisis de esfuerzos de los elementos de soporte



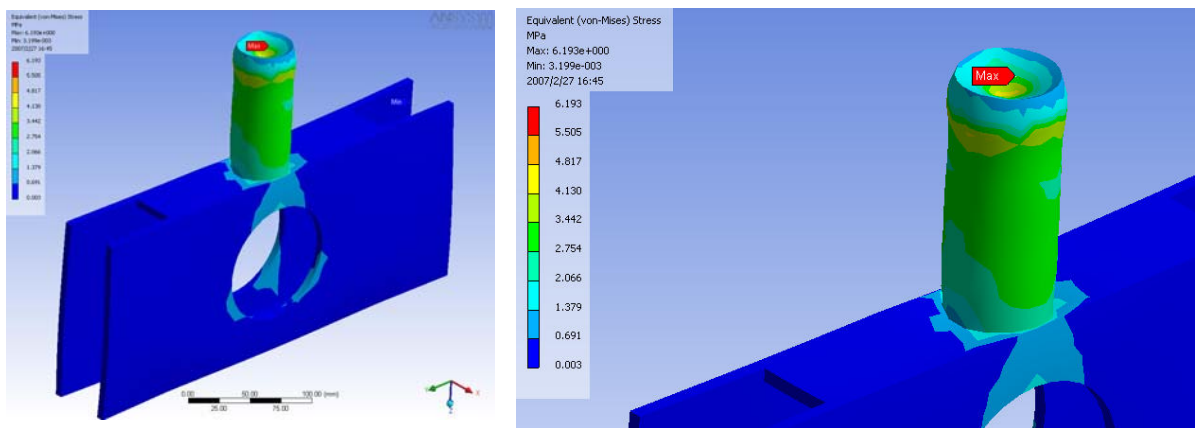
**Selección y construcción de las correderas.** Para las correderas se seleccionó lámina de acero ASTM 1020 de ¼" de espesor, unidos con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE 6011.

Figura 92. Correderas.



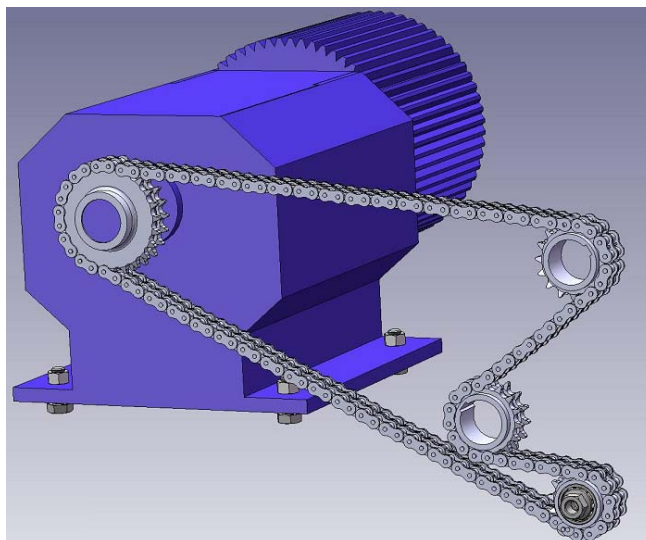
**Análisis de esfuerzos de las correderas:** el análisis de este sistema es mostrado en la figura 93, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 93. Análisis de esfuerzos de las correderas.



### Selección del paquete motriz del laminador

Figura 94. Paquete motriz del laminador.



**Selección del motorreductor.** De acuerdo a los cálculos, la potencia necesaria para el equipo es de 7,3 Hp. El motorreductor disponible en el inventario que cumple con la potencia requerida es el siguiente:

- Marca: RENOLD
- Tipo de reductor: Engranajes Helicoidales
- Referencia: 602C
- Potencia: 7.5 Hp
- Velocidad: 105 rpm

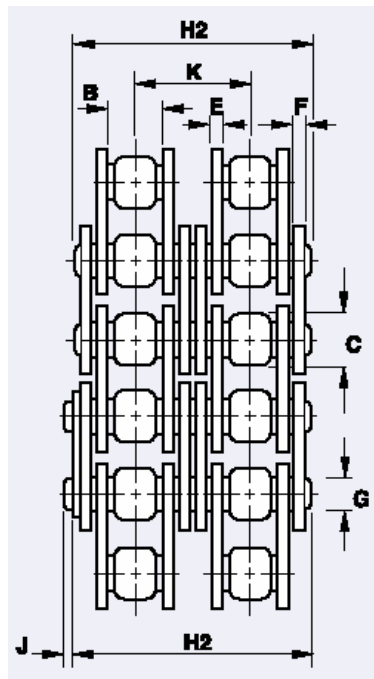
Figura 95. Motorreductor del laminador



En el ANEXO O puede apreciarse la hoja de datos del Motorreductor.

**Selección de la Cadena.** Se seleccionó una cadena doble paso 60 (Ver figura 96) como medio de transmisión de potencia entre los cuatro piñones antes mencionados de acuerdo a la tensión hallada en los cálculos,  $T_{\text{tensión máxima de Cadena}} = 1398 \text{ lb}$ . Ver cuadro.

Figura 96. Cadena del laminador



Cuadro 24. Cadena Paso 60.

Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
60	1	0.750	0.495	0.469	0.713	0.094	0.094	0.235	0.997	0.043	—	7,030	810	0.98
60-2	2	0.750	0.495	0.469	0.713	0.094	0.094	0.235	1.895	0.043	0.897	14,060	1,400	1.98

Ver especificaciones técnicas de la cadena en el anexo P.

**Selección de los Piñones.** Remitiéndonos a los cálculos previos, se necesitan piñones que cumplan con los siguientes requerimientos:

$$\text{Relación} = \frac{\text{rpm del Rodillo}}{\text{rpm del Motorreductor}}$$

$$\text{Relación} = \frac{157,5}{105} = 1,5 \quad \Rightarrow \quad 1 : 1,5$$

De acuerdo a los cálculos de velocidades, en el eje de salida del motorreductor se monto un piñón doble paso 60 (figura 97), de 24 dientes. En los ejes de los rodillos se instalaron dos piñones de igual cantidad de dientes, los cuales son de 16 dientes.

Para obtener en los rodillos giros en sentido contrario, se vio la necesidad de montar un piñón loco, el cual es de las mismas características pero con 14 dientes. Ver figura 88.

Figura 97. Piñones.

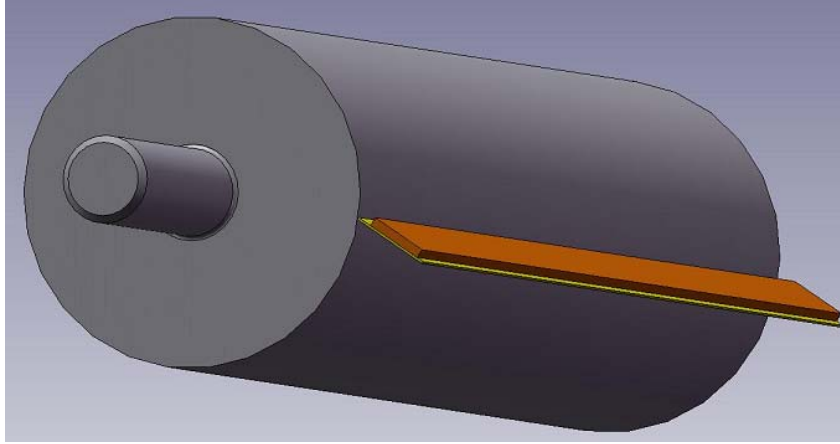


Las especificaciones técnicas de los piñones se encuentran en el anexo I.

#### 4.4.5 Selección de aditamentos

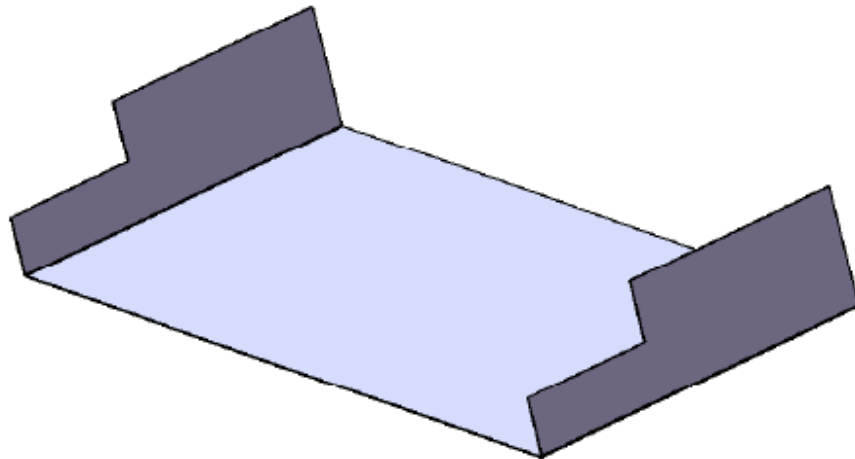
**Raspadores.** Están hechos de lámina de acero galvanizado calibre 16, sujetos a la estructura por medio de tornillos de acero inoxidable de  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$ ". Se obvia el análisis de esfuerzos ya que estos serán elementos de desgaste. Ver figura 98.

Figura 98. Raspadores



**Bandeja de alimentación.** Es una lámina en forma de canal de acero galvanizado calibre 16 de 1,03 m de ancho a la cual se le dieron los dobleces necesarios para lograr la forma requerida. Ver Figura 99.

Figura 99. Bandeja de alimentación



Ver especificaciones técnicas de la lámina en el anexo G.

**Selección de Rodamientos (Chumaceras) y Bujes.** Para el rodillo inferior se seleccionaron dos chumaceras **UCP212** ya que cumple con el diámetro exterior del eje de 60 mm; el cual tiene una masa de 4.9 Kg.

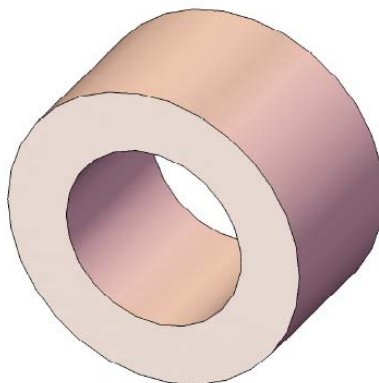
Figura 100. Chumacera UCP 212



Ver especificaciones de las chumaceras en el anexo C.

Para el rodillo superior se seleccionaron dos bujes de bronce SAE 50 de diámetro interior 60 mm, 90 mm de diámetro exterior y 30 mm de largo.

Figura 101. Buje de Bronce



Ver especificaciones del bronce en el anexo F.

**Aspecto final del equipo.** En las siguientes figuras se muestra el aspecto final con que cuenta el equipo.

Figura 102. Aspecto final del laminador



#### 4.4.6 Mantenimiento

- El mantenimiento del equipo comprende a la lubricación, la alineación y tensión de la cadena de transmisión de potencia.
- Los rodamientos de las partes móviles de laminador poseen graseras en la parte superior para su debida lubricación.
- Por otra parte, la cadena motriz y los piñones deben ser revisados periódicamente para que estén correctamente tensos y alineados. Ajustes impropios causarán un desgaste excesivo en los componentes del sistema de transmisión.
- Para ajustar la tensión de la cadena, aflojar los tornillos que sujetan motorreductor contra su base. Apretar los tornillos tensores hasta que se consiga la tensión de la correa deseada. Apriete los tornillos nuevamente.

#### 4.5 PICADORA

Es el equipo encargado de dar a las venas las dimensiones óptimas para lograr ser mezcladas con las hebras de las hojas. Su función principal es cortar la vena a un ancho de 0,35 mm, consiguiendo que un espesor con el cual esta tiene una combustión muy similar a la de la hoja.

**Funcionamiento.** Las venas laminadas son introducidas a este equipo a través de un canal ubicado en la parte posterior. Existe una banda la cual se encarga de transportar la vena desde el canal hasta dos rodillos estriados, los cuales se encargan de compactar el material, formando un bloque, el cual se desliza a través de una boquilla en la cual se genera el corte por medio de una cuchilla. Ver figura 104.

Figura 103. Partes de la picadora



**Equipo existente.** Ya que la picadora marca HIMMOF con que cuenta actualmente en la fabrica de cigarrillos la universal (ver figura 94) esta calibrada para el correcto corte de la hoja (30 cortes por pulgada), y con el animo de no volver el proceso de una serie de operaciones de calibración, las cuales terminan desperdiciando tiempo que podría ser aprovechado en producción; se hizo necesario la selección y adquisición de una picadora, la cual se calibraría para hacer el corte adecuado de la vena (70 cortes por pulgada).

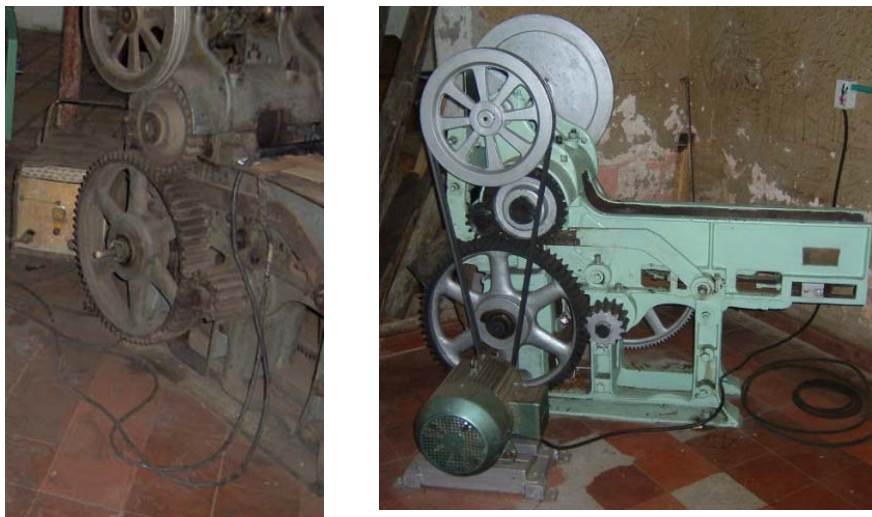
Figura 104. Picadora actual de la fabrica de cigarrillos la universal



**4.5.1 Selección y adecuación del nuevo equipo.** Debido a los altos costos en el mercado de una picadora nueva, se optó por usar una antigua picadora de propiedad de la fábrica, la cual solo necesitaba un mantenimiento correctivo de algunos elementos. Ver figura 106.

- Fabricante: Radebeul Maschinenfabrik
- Modelo: Flinsch.
- Capacidad: 60 kg/h
- potencia requerida: 3 hp

Figura 105. Picadora seleccionada



**4.5.2 Calibración.** La calibración se hace introduciendo un pedazo de cuero dentro de un poco de vena, la cual es picada hasta cierta altura. Punto en el cual la cuchilla solo alcanza a marcar el cuero dejando ver el número de cortes en una pulgada de avance del producto.

Dependiendo del numero de cortes contados en el cuero usado en la prueba anterior, se procede a hacer las modificaciones pertinentes actuando en el

tornillo de graduación de avance (ver figura 107.), permitiendo cambiar la velocidad de avance del producto en la etapa de corte.

Figura 106. Tornillo de graduación de avance de la picadora



#### **4.6 CONTROL ELÉCTRICO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS**

Todos los equipos funcionan con motores trifásicos a 220 V. Para el control de estos se instalaron 4 switches de 10 amperios para los 4 motores más pequeños y una cuchilla de 30 amperios para el motorreductor del laminador.

Los aparatos eléctricos que se instalaron para proteger los motores de sobrecargas son dos guardamotores. El primero protege los motores de menor capacidad (banda, zaranda acondicionadora, zaranda direccionadora y picadora) y el segundo protege el motorreductor del laminador.

Todos estos elementos eléctricos se montaron dentro de una caja metálica, desde la cual se controla todo el cuarto de maquinas. La figura 108 muestra el diagrama eléctrico y la figura 109. Muestra el montaje dentro de la caja metálica.

Figura 107. Diagrama eléctrico.

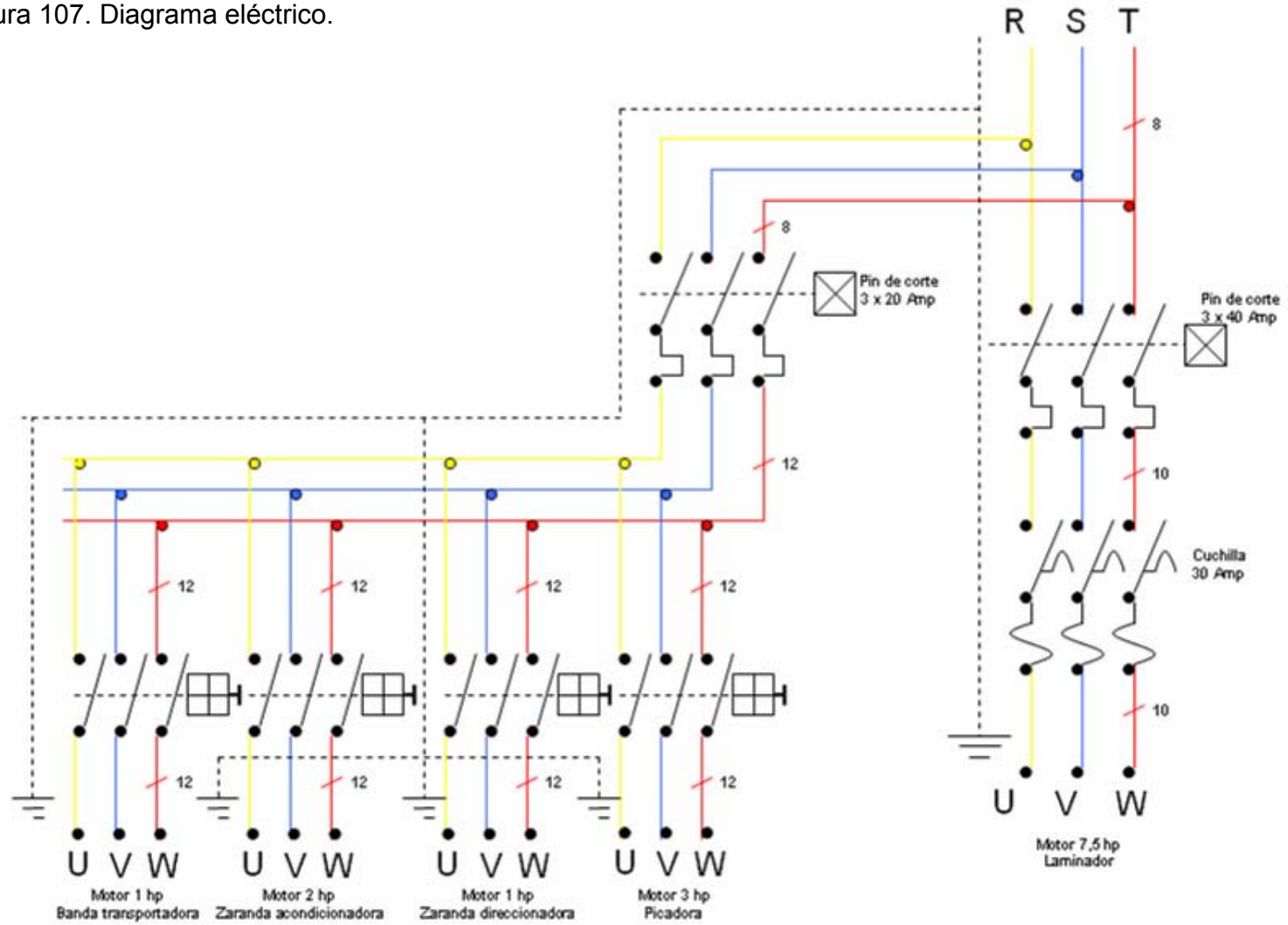


Figura 108. Montaje dentro de la caja metálica.

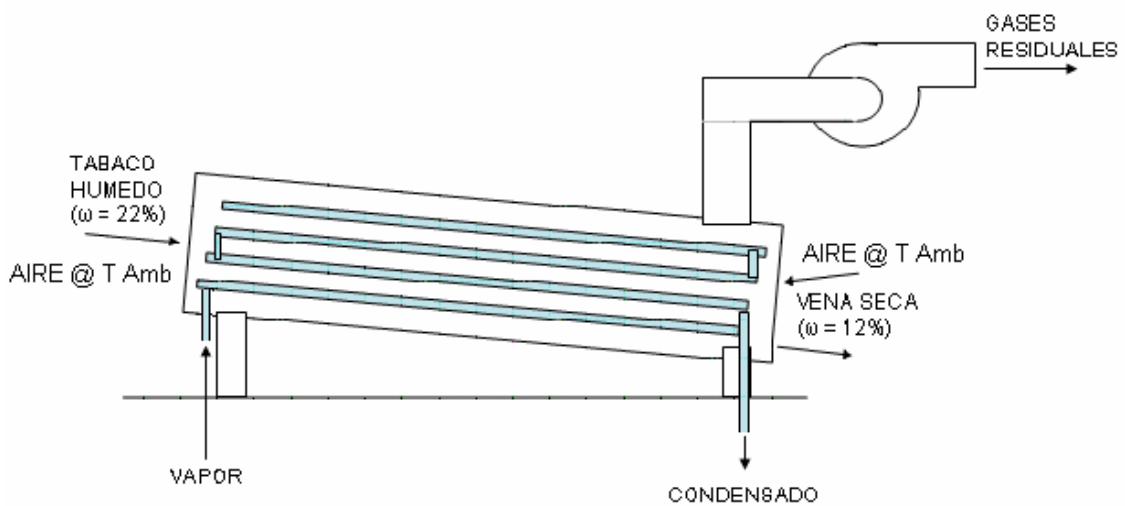


## 5. REPOTENCIACIÓN DEL CILINDRO SECADOR

Actualmente, el sistema de secado de hoja de tabaco de la planta, consta de un equipo llamado cilindro secador el cual tiene una capacidad para disminuir la humedad de un 22% a un 12% sin quemar la superficie a una rata de 120 kg/h.

**Funcionamiento.** El cilindro secador es alimentado en un extremo por una zaranda, la cual introduce la hoja picada; esta empieza a girar debido al movimiento rotatorio que tiene el cilindro y al mismo tiempo empieza a avanzar debido a un gradiente de altura que tiene este cilindro entre la zona de alimentación y la de entrega. Ver figura 110.

Figura 109. Funcionamiento actual del secador.



Durante este trayecto, el material entra en contacto directo con una tubería la cual se presuriza con vapor para calentarla. De esta forma se logra secar la hoja de tabaco. Ver figura 111.

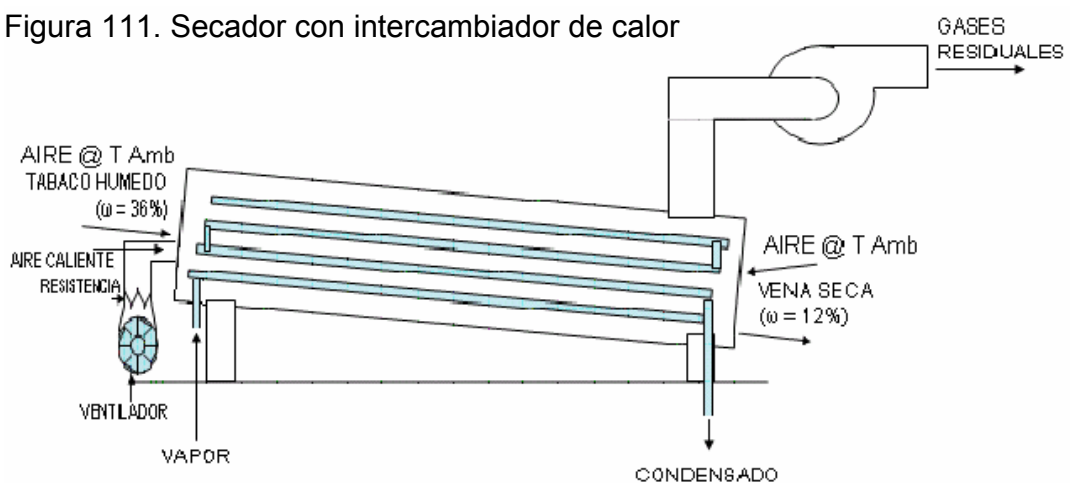
Figura 110. Tubería de vapor del cilindro secador.



Para mejorar la eficiencia del secador, el equipo tiene un sistema de extracción de gases, con lo cual se mantiene el ambiente con la menor humedad posible, aumentando la capacidad del aire para absorber humedad.

**Nuevo diagrama del equipo.** Para aumentar la capacidad de secado, se propone instalar un sistema de secado alterno al existente, el cual consta de un intercambiador de calor y un ventilador, el cual introducirá un flujo de aire caliente. El cual funcionando conjuntamente con el sistema ya instalado nos permite proporcionar un secado más eficiente. Ver figura 112.

Figura 111. Secador con intercambiador de calor



## **5.1 CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS NUEVOS IMPONENTES.**

### **Datos para el cálculo:**

Temperatura Ambiente = 27 ° C

Temperatura del Vapor = 96° C

Humedad inicial de la Vena = 36 %

Caudal de Vena a través del Secador = 120 Kg/h

### **Requerimientos:**

Humedad final de la Vena = 12 %

**Observación:** por complejidad para analizar los fenómenos que ocurren en el sistema, tales como transferencia de calor por conductividad, radiación y convección, se determinó realizar un prototipo experimental para determinar cuanto flujo de aire y a que temperatura este debe ingresar al secador para lograr la humedad requerida.

### **Elementos del prototipo:**

- Ventilador
- Resistencias
- Ductos metálicos
- Placa reguladora de caudal
- Recipiente
- Tubería de vapor
- Pirómetros

## 5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

**Ventilador:** se utilizó un ventilador radial de 1500 CFM de propiedad de la fabrica, el cual esta instalado en el equipo destierrador del tabaco.

**Resistencias:** es el encargado de dar el calor necesario para calentar el aire. Se cuenta con cuatro resistencias de 350 W cada una.

**Ductos metálicos:** son los encargados de transportar el aire, consta de un solo tramo el cual dirige el flujo desde el ventilador hasta el recipiente de secado. Dentro de este se instalaron las resistencias antes mencionadas. Están contruidos de cold rolled calibre 18 y tiene un diámetro de 4 1/4 “

**Placa reguladora de caudal:** girando la placa gradualmente se pueden obtener diferentes flujos de aire provenientes del ventilador para encontrar el flujo óptimo. Consiste en un círculo de cold rolled calibre 18 de 4” de diámetro soldado a una manija con la cual se hace el movimiento de giro.

**Recipiente:** consiste de un cilindro metálico con tapas, las cuales tienen orificios para permitir la entrada del aire caliente y para permitir la salida de los vapores generados en el proceso de des-humidificación. En su interior se encuentra la muestra de vena que se pretende secar.

**Tubería de vapor:** para obtener unas condiciones similares a las del secador real, hubo la necesidad de instalar una tubería de cobre dentro del recipiente. Esta también se presuriza con vapor para calentarla.

**Pirómetros:** se utilizaron dos pirómetros marca powerline, el cual tiene un rango de trabajo de 0 ° C a 1000 ° C. Uno es para controlar la temperatura de la resistencia y el otro se usa para indicar la temperatura del aire.

El prototipo y sus partes se muestran en las figuras 113 y 114.

Figura 112. Prototipo y sus partes

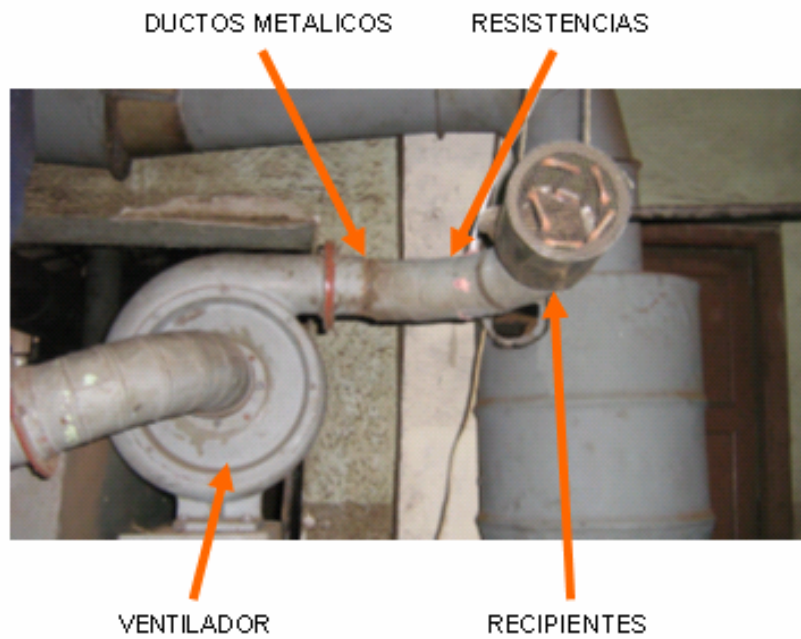
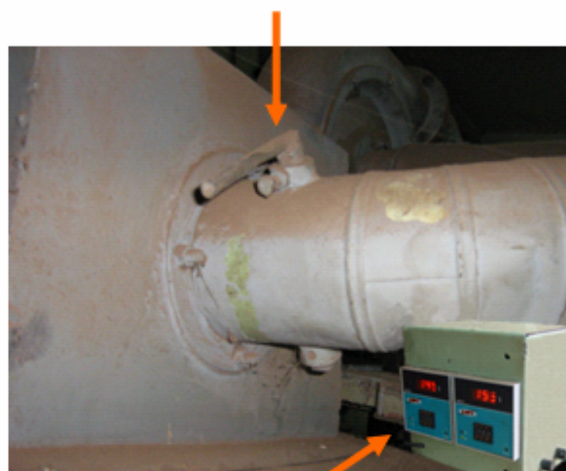


Figura 113. Prototipo y sus partes

### PLACA REGULADORA DE CAUDAL



### PIROMETRO

### 5.3 ELEMENTOS DE MEDICIÓN

**Medición de flujo:** se hace con un anemómetro de paletas PCE-007.

Figura 114. Obtención de flujos.



**Medición de temperatura:** se hace por medio de una termocupla unida a los pirómetros.

Figura 115. Pirómetros



**Medición de humedad:** se realizó con la ayuda de un medidor de humedad Doseur ER-1.

Figura 116. Medidor de humedad.



## 5.4 PROCEDIMIENTOS

### **Procedimiento para la obtención de datos del prototipo:**

- Una vez instalados todos los elementos del prototipo, se enciende el ventilador, se cuadra la placa en diferentes posiciones y al tiempo se van midiendo los flujos de aire que salen con el anemómetro. Las posiciones son marcadas para no estar midiendo flujos cada vez que se requiera cambiar de parámetros.
- Luego se encienden las resistencias y los pirómetros para variar el amperaje que van a consumir las resistencias, con lo cual se logra controlar las temperaturas.
- La que nos interesa es la temperatura de salida del aire.

**Procedimiento de la medición de la humedad.** Se toma una muestra de 5 gr de picadura de vena, luego se coloca en una bandeja especial y se introduce dentro del horno.

Previamente se colocó carburo de calcio a un compartimiento del horno, este elemento es el encargado de absorber toda la humedad que contenga la muestra.

La muestra permanece dentro del horno hasta alcanzar una temperatura de 180 ° C durante aproximadamente 20 minutos. Terminada esta fase, se enciende con una llama el carburo de calcio para acabar de retirar la humedad de la muestra. Finalmente se retira la muestra del horno y se coloca en una balanza diseñada para indicar la humedad final haciendo una diferencia de peso.

**Datos experimentales obtenidos:**

Cuadro 25. Resultados del experimento.

Variables				Condición
Flujo másico de Aire ( CFM )	Temperatura de las resistencias ( ° C )	Temperatura del aire caliente ( ° C )	Humedad a la salida del Secador ( % )	
1000	60	33 +/- 1	7,8	1
	50	31,5 +/- 1	11,1	2
	40	30 +/- 1	14,7	3
	30	28,5 +/- 0,5	20,5	4
750	60	37 +/- 1	13,2	5
	50	34 +/- 1	16,4	6
	40	32 +/- 1	20,9	7
	30	29,5 +/- 0,5	26,5	8
500	60	40 +/- 2	19,2	9
	50	36 +/- 1	21,3	10
	40	33 +/- 1	24,5	11
	30	30 +/- 0,5	27,7	12

**Resultados de la experiencia.** De acuerdo a los datos obtenidos durante la experiencia, se determinó que la condición dos cumple a cabalidad con el requerimiento del proceso. Las características de esta condición son las siguientes:

**Flujo másico de aire: 1000 CFM**

**Temperatura del aire caliente: 31,5 +/- 1**

#### **Cálculos de la transferencia de calor**

- Humedad específica
- Entalpías
- Flujo másico del aire
- Presión parcial del aire
- Volumen específico
- Calor necesario para calentar el aire

#### **Cálculos de la humedad del aire a la entrada del intercambiador:**

##### **Condiciones:**

Temperatura = 27 ° C

Presión atmosférica de Bucaramanga = 670 mm Hg = 89,325 KPa

Humedad relativa de Bucaramanga = 70 %

##### **Se halla la humedad específica:**

$$\omega_1 = \frac{0,622 \times \Phi \times P_g}{P - \Phi \times P_g}$$

$$P - \Phi \times P_g$$

Donde  $P_g = P_{\text{sat}} @ 27^\circ \text{C}$

$$\omega_1 = \frac{0,622 \times 0,7 \times 3,599 \text{ kPa}}{89,325 \text{ kPa} - 0,7 \times 3,599 \text{ kPa}}$$

$$\omega_1 = 0,018 \text{ kg H}_2\text{O} / \text{kg aire seco}$$

### **Calculo de entalpías:**

Entalpía de entrada:

$$h_1 = C_p \times T + \omega_1 \times h_g$$

Donde:

$C_p$  = Calor específico del aire como gas ideal = 1,005 kJ/kg °C

$h_{g1}$  = Entalpía de vapor de agua @ 27°C = 2550.84 kJ/kg

$$h_1 = 1,005 \times 27 + 0,018 \times 2550,84$$

$$\mathbf{h_1 = 73,05 \text{ kJ/kg aire seco}}$$

Entalpía de Salida:

Del experimento se halló una temperatura final del aire ( $T_2 = 32,5^\circ \text{C}$ ), para la cual la humedad de la vena de tabaco cumple con los requerimientos.

$$h_2 = C_p \times T + \omega_2 \times h_{g2}$$

Donde:

$h_{g2}$  = Entalpía de vapor de agua @ 32,5°C = 2560,8 kJ/kg

$\omega_2 = \omega_1$  debido a que la cantidad de humedad en el aire en este proceso permanece constante, ya que no se añade humedad o se elimina del aire.

$$h_2 = 1,005 \times 32,5 + 0,018 \times 2560,8$$

$$h_{g2} = 78,75 \text{ kJ/kg aire seco}$$

**Calculo del flujo másico del aire:**

Se calcula la Presión parcial del vapor de agua

$$P_{v1} = \Phi_1 \times P_{g1}$$

$$P_{v1} = 0,7 \times 3,599$$

$$P_{v1} = 2,519 \text{ kPa}$$

**Calculo de la presión parcial del aire**

$$P_{a1} = P_1 - P_{v1}$$

$$P_{a1} = 89,325 - 2,519$$

$$P_{a1} = 86,8 \text{ kPa}$$

**Calculo del volumen específico**

$$u_1 = \frac{R_a \times T_1}{P_{a1}}$$

Donde

$R_a$  es la constante del aire = 0,287 kJ/kg °K

$$u_1 = \frac{0,287 \times 300}{86,8}$$

$$u_1 = 0,99 \text{ m}^3/\text{kg aire seco}$$

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{V}_1}{u_1}$$

$$\dot{m}_a = \frac{28,31}{0,99}$$

$$\dot{m}_a = 28,6 \text{ kg/min}$$

**Calculo del calor necesario para calentar el aire:**

$$\dot{Q} = \dot{m}_a \times (h_2 - h_1)$$

$$\dot{Q} = 28,6 \times (78,75 - 73,05)$$

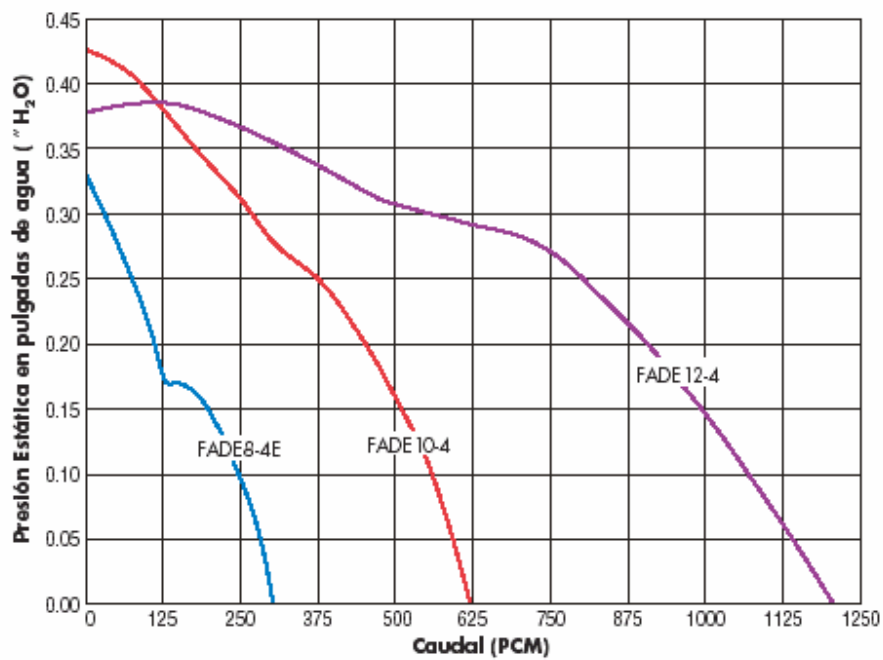
$$\dot{Q} = 163,02 \text{ kJ/min} = 2,72 \text{ W}$$

**Selección del ventilador:** los cálculos obtenidos del experimento nos arrojaron un flujo másico de aire de 1000 cfm, con este parámetro se seleccionó un ventilador Marca Fantech de referencia Fade 12-4. Ver figura 118.

Figura 117. Ventilador Fade 12-4

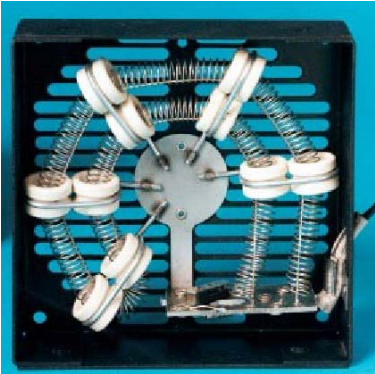


Figura 118. Rendimiento neumático del ventilador.



**Selección del calentador.** De acuerdo a los cálculos previos encontramos que el calor necesario para secar la vena es de 2,72 W, con lo cual se seleccionó un intercambiador de la empresa FARNAM custom products de 12V – 20 W. (ver anexo U) El cual es el mas pequeño que se pudo encontrar.

Figura 119. Calentador



## 6. ANÁLISIS DE PRUEBAS DE LOS EQUIPOS

En la primera prueba que se realizó se tomaron 300 kg de vena, la cual pasó a través de la banda transportadora móvil, para ser introducida en la zaranda acondicionadora y darle el proceso de limpieza. Esta nos clasificó correctamente el material de acuerdo a su tamaño, tardando para esta etapa un tiempo aproximado de 45 min. El peso de la vena apta para ser procesada es de 276 kg, los cales equivalen al 92 % de la materia prima inicial.

Figura 120. Vena no procesada.      Figura 121. Broza después del laminador



Se corroboró que datos arrojados en la prueba concuerda con las características de diseño.

Luego pasamos a la etapa de ablandamiento y humidificación de la vena, la cual se realiza por medio de equipos ya existentes en la fábrica.

Una vez terminado este proceso la vena esta lista para ser laminada. Para lo cual se hace un previo acondicionamiento con el sistema de vapor en la zaranda acondicionadora, para luego pasar a la zaranda direccionadora, la cual se encarga de alimentar el laminador. Se midió en varias oportunidades la humedad de la vena después de pasar por el sistema de vapor variando la

presión de la válvula reguladora de este sistema, con lo cual se obtuvo que para una presión de 60 psi, da como resultado una humedad de 35 %.

El proceso tuvo un tiempo cronometrado de 50 minutos, desde que entró la primera porción de vena al primer equipo hasta que fue laminada la última vena. Tiempo que concuerda con lo diseñado. También se corroboró que el espesor de la vena laminada corresponda con el de diseño, para lo cual se midió con un calibrador en varias ocasiones dando como resultado un promedio de 0,56 mm de espesor.

Figura 122. Vena antes y después de laminada.



Para finalizar se introdujo la vena laminada dentro de la picadora, para poder producir hebra de vena. Posteriormente se midió el espesor de la hebra en varias ocasiones dando como resultado un promedio de 0,36 mm.

Figura 123. Hebra de vena.



Luego se mezclaron las hebras de vena con las de hoja, y se homogenizó la mezcla por medio de unos cilindros mezcladores para poder ser utilizadas en

la elaboración de cigarrillos. Los cigarrillos elaborados tuvieron una combustión normal dentro de los parámetros, y su sabor demostró ser ligeramente más suave.

## CONCLUSIONES

- En un reciente informe, publicado por la agencia Panos London, se encontró que el tabaco es el octavo producto agrícola que genera mayores ingresos en el Tercer Mundo. Actualmente hay un total de 43 países no desarrollados exportadores de este producto.
- El cultivo de tabaco es una de las actividades agrícolas que involucra el mayor número de mano de obra, según la publicación Tobacco in the Developing World, en la producción primaria, el cultivo de tabaco emplea más de 33 millones de personas en el mundo, incluyendo a las familias de los trabajadores y a los trabajadores temporales. Si a ello se agregan los empleos generados por la industria y procesos relacionados, la cifra total llega a casi 100 millones de trabajadores en todo el planeta.
- La gran demanda de cigarrillos suaves a nivel mundial, ha hecho que la producción del tabaco rubio se multiplique en todo el planeta, ya que con este se produce esta clase de cigarrillos.
- En la última edición de la revista Tobacco in the Developing World, se afirma que el tabaco genera mayores ingresos por hectárea cultivada que cualquier otro cultivo, por ejemplo, en el caso del maíz, los campesinos tienen que sembrar nueve hectáreas de maíz para acercarse a los ingresos de una hectárea de tabaco

- Los componentes seleccionados como elementos de la máquina permiten la fácil consecución de repuestos en el mercado y facilitan su posible fabricación en serie.
- Con el desarrollo de este tipo de tecnología aplicada a la industria, se evidencia nuevamente el carácter innovador y de institución de amplia calidad y reconocimiento a nivel nacional con que cuenta la Universidad Industrial de Santander.
- El resultado final del desarrollo de este proyecto son una serie de equipos totalmente operativos y versátiles para incorporar la vena de la hoja de tabaco al cigarrillo, proceso que puede ser realizado por un solo operario.
- La empresa ahorró el 30% anual en costo de materia prima, por la implantación de una parte que era considerado desperdicio.
- Aumento de competitividad de la empresa ante las empresas con el mismo objetivo social, debido al bajo costo de producción y al aumento de la calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Bandas:

[1] Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA), Belt Conveyors for Bulk Materials, 2nd Edition

[2] DUNLOP, Catálogo de selección de componentes para bandas transportadoras

[3] SHIGLEY, Mischke, Diseño en Ingeniería Mecánica. McGraw-Hill, 5a ed.

[4] KOYO, Catálogo General de selección de rodamientos, 1997

Sistemas vibratorios:

[ 1 ]CLEVELAND VIBRATOR COMPANY. Applications [on line]. Disponible en Internet: <<http://www.clevelandvibrator.com./coinfo.htm>>.

[ 2 ]FAIRES, Virgil Moring. Diseño de Elementos de Máquinas. 4 Ed. México, 1996. 424 p.

[ 3 ]MARTIN VIBRATION SYSTEM AND SOLUTIONS. Products [on line]. Disponible en Internet: <<http://www.shake-it.com./index.shtml>>.

[ 4 ]MAVI MÁQUINAS VIBRATORIAS LTDA. Principio de funcionamiento del transportador vibratorio Revitran [on line]. Brasil, noviembre 2002 [citado febrero 2003]. Disponible en Internet: <<http://www.Mavi.com.br/brasil/revitran/funcio.htm/>>.

[ 5 ]PARADA, Alfredo. Conferencias sobre Fatiga. UIS, Bucaramanga, 2000.

[ 6 ]VIBROMAQ. Características generales [on line]. Argentina [citado junio 2004]. Disponible en Internet: <<http://www.vibromaq.com.ar/index.htm>>.

ZIGNOLI, Vittorio. Trasporti Meccanici Tecnica ed Economía. Milano: Ulrico, 1953. v.2, 1321 p.

# **ANEXOS**

## SUPER SW 613



### ELECTRODOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO

IDENTIFICACIÓN: WEST ARCO SUPER E6013  
 CLASIFICACIÓN: AWSE6013  
 ESPECIFICACIÓN: AWS A.5.1, ICONTEC 2191, ASME SF A.5.1

### CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

El Super SW 613 es un electrodo de tipo europeo de fácil manipulación, desarrollado por toda clase de soldaduras que requieran poca penetración. El metal que se deposita produce una capa uniforme, lisa, sin entalladuras ni socavaciones en los costados dejando cordones de muy buena presentación con cualquier tipo de equipo soldador incluyendo los de bajo voltaje de circuito abierto. En posición vertical bajando su escoria es autorremovible.

### APLICACIONES TÍPICAS

Construcciones de hierro en general, carpintería metálica con lamina delgada, fabricación de puertas, ventanas, rejjas, ductos, ensamblaje de carrocerías y ornamentación en general.

### RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Trabaja en corriente alterna o continua, con polaridad negativa (-) o positiva (+). Puede emplearse la técnica de arrastre para juntas plantas y horizontales.

### PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia a la tracción:	42 - 52 Kg/mm <sup>2</sup> (60-74 Ksi)
Límite de fluencia:	34 - 44 Kg/mm <sup>2</sup> (48-62 Ksi)
Elongación:	22 - 28%
Reducción del área:	40 - 70 %
Resistencia al impacto Charpy en Va -20°C:	40-110 joules.

**NOTA:** Ensayos realizados según AWS A.5.1

DIMENSIÓN	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4X 300 mm (3/32")	60 - 100 A
2.4X 350 mm (3/32")	60 - 100 A
3.2X 350 mm (1/8")	90 - 130 A
4.0X 350 mm (5/32")	120 - 160 A

## ACP 611 SS



### ELECTRODOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO

IDENTIFICACIÓN: WEST ARCO ACP 611 SS E6011  
CLASIFICACIÓN: AWSE6011  
ESPECIFICACIÓN: AWS A.5.1, ICONTEC 2191, ASME SF A.5.1  
APROBADO: ABS (Grado 2), Lloyd´s (Grado 2).

### CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

Este electrodo se caracteriza por su operación suave, manteniendo muy buena penetración debido a su revestimiento celulósico. Presenta bajas pérdidas por chisporroteo. Su calidad radiográfica es superior al grado 2 de la especificación AWS A.5.1

### APLICACIONES TÍPICAS

Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc., especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo y en filetes en donde no se dispone de equipos rectificadores. También se usa con corriente directa cuando se requiere obtener la mayor suavidad y el mínimo de chisporroteo característicos del electrodo.

### RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Trabaja con corriente alterna y continua, electrodo positivo (+). Electrodo con diámetro hasta 4.8 mm (3/16") operan en todas las posiciones. Lleve un arco de mediana longitud.

### PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

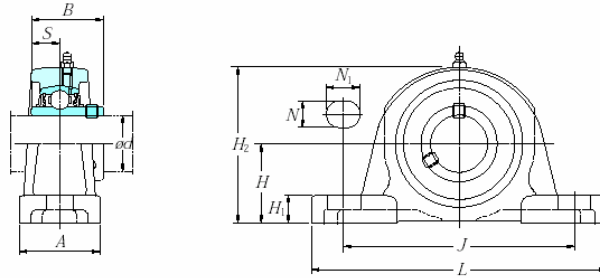
Resistencia a la tracción:	44.3 - 52 Kg/mm <sup>2</sup> (63-74 Ksi)
Límite de fluencia:	36.6 - 42 Kg/mm <sup>2</sup> (52-60 Ksi)
Elongación:	27 a 35%
Reducción de área:	55 a 70 %
Resistencia al impacto Charpy en Va -29 °C:	27-100 joules.

**NOTA:** Ensayos realizados según AWS A.5.1

DIMENSIÓN	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4 X 300 mm (3/32")	50 - 80 A
3.2 X 350 mm (1/8")	70 - 115 A
4.0 X 350 mm (5/32")	90 - 160 A
4.8 X 450 mm (3/16")	120 - 210 A

## Anexo C. CHUMACERAS

### Ball bearing units pillow block type UCP (set screw locking) $d$ 12 – 55 mm



Shaft dia. (mm) $d$	Dimensions (mm)											Bolt size	Unit No.	Housing No.	Applicable bearing		(Refer.) Unit Mass (kg)
	$H$	$J$	$L$	$A$	$H_1$	$H_2$	$N$	$N_1$	$B$	$S$	No.				Basic load ratings (kN) $C_r$	$C_{0r}$	
12	30.2	95	127	38	12	60	13	18	31	12.7	M10	UCP201	P203	UC201	12.8	6.65	0.63
15	30.2	95	127	38	12	60	13	18	31	12.7	M10	UCP202	P203	UC202	12.8	6.65	0.61
17	30.2	95	127	38	12	60	13	18	31	12.7	M10	UCP203	P203	UC203	12.8	6.65	0.60
20	33.3	95	127	38	13	64	13	18	31	12.7	M10	UCP204	P204	UC204	12.8	6.65	0.66
25	36.5	105	140	38	13	71	13	18	34.1	14.3	M10	UCP205	P205	UC205	14.0	7.85	0.80
	44.4	119	159	51	16	86	17	25	38.1	15.9	M14	UCPX05	PX05	UCX05	19.5	11.3	1.5
	45	132	175	45	16	85	17	20	38	15	M14	UCP305	P305	UC305	20.6	11.3	1.7
30	42.9	121	165	48	15	84	17	21	38.1	15.9	M14	UCP206	P206	UC206	19.5	11.3	1.3
	47.6	127	175	57	17	93	17	25	42.9	17.5	M14	UCPX06	PX06	UCX06	25.7	15.4	2.1
	50	140	180	50	17	95	17	20	43	17	M14	UCP306	P306	UC306	26.7	15.0	2.2
35	47.6	127	167	48	16	93	17	21	42.9	17.5	M14	UCP207	P207	UC207	25.7	15.4	1.6
	54	144	203	57	19	105	17	30	49.2	19	M14	UCPX07	PX07	UCX07	29.1	17.8	2.7
	56	160	210	56	19	107	17	25	48	19	M14	UCP307	P307	UC307	33.4	19.3	3.0
40	49.2	137	184	54	17	98	17	21	49.2	19	M14	UCP208	P208	UC208	29.1	17.8	2.0
	58.7	156	222	67	21	114	20	32	49.2	19	M16	UCPX08	PX08	UCX08	32.7	20.3	3.5
	60	170	220	60	19	118	17	27	52	19	M14	UCP308	P308	UC308	40.7	24.0	3.8
45	54	146	190	54	17	106	17	21	49.2	19	M14	UCP209	P209	UC209	32.7	20.3	2.2
	58.7	156	222	67	21	116	20	33	51.6	19	M16	UCPX09	PX09	UCX09	35.1	23.3	3.7
	67	190	245	67	21	132	20	30	57	22	M16	UCP309	P309	UC309	48.9	29.5	4.9
50	57.2	159	206	60	19	113	20	22	51.6	19	M16	UCP210	P210	UC210	35.1	23.3	2.9
	63.5	171	241	73	22	126	20	36	55.6	22.2	M16	UCPX10	PX10	UCX10	43.4	29.4	4.6
	75	212	275	75	24	148	20	35	61	22	M16	UCP310	P310	UC310	62.0	38.3	6.6
55	63.5	171	219	60	19	125	20	22	55.6	22.2	M16	UCP211	P211	UC211	43.4	29.4	3.6
	69.8	184	260	79	28	139	25	36	65.1	25.4	M20	UCPX11	PX11	UCX11	52.4	36.2	6.5
	80	236	310	80	27	158	20	38	66	25	M16	UCP311	P311	UC311	71.6	45.0	7.9

Remarks 1) Applicable sizes of grease nipples are shown below.

[1/4-28UNF ..... 201 – 210, X05 – X09, 305 – 308]  
[PT 1/8 ..... 211 – 218, X10 – X20, 309 – 328]

2) For bearings with double- or triple-lip seals, unit and bearing number are suffixed by L2 or L3.

(For more detailed information refer to ball bearing unit specification tables.)

**Koyo**

### $d$ 60 – 140 mm

Shaft dia. (mm) $d$	Dimensions (mm)											Bolt size	Unit No.	Housing No.	Applicable bearing		(Refer.) Unit Mass (kg)
	$H$	$J$	$L$	$A$	$H_1$	$H_2$	$N$	$N_1$	$B$	$S$	No.				Basic load ratings (kN) $C_r$	$C_{0r}$	
60	69.8	184	241	70	22	138	20	25	65.1	25.4	M16	UCP212	P212	UC212	52.4	36.2	4.9
	76.2	203	286	83	28	152	25	40	65.1	25.4	M20	UCPX12	PX12	UCX12	57.2	40.1	7.7
	85	250	330	85	29	167	25	38	71	26	M20	UCP312	P312	UC312	81.9	52.2	9.5

## Anexo D. MOTORES SIEMENS

### Motores trifásicos jaula de ardilla, eficiencia estándar

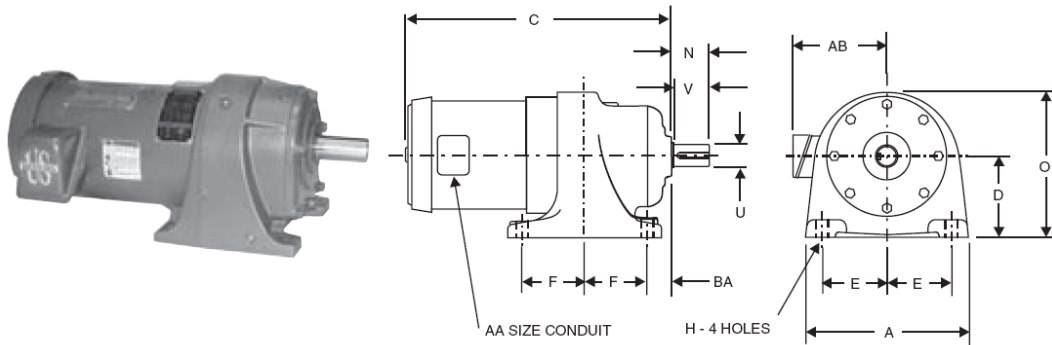
Construcción horizontal con patas, 60 Hz.  
 220-230/440-460 V, motores tipo RGZ y RGZSD de armazones 143T al 256T.  
 220/440 V motores tipo RGZ y RGZSD desde armazón 284T hasta 75HP.  
 220/440 V motores tipo RGZZSD hasta 75 HP.  
 440 V ó 460 V motores a partir de 100 HP.

TCCVE Servicio pesado A prueba de explosión			Tipo RGZ TCCVE Aisl. F - F.S. 1.15	Tipo RGZSD Servicio pesado Aisl. F - F.S. 1.15	Tipo RGZZSD Prueba de Explosión División 1 Cl.1-Grupo D Cl.2-Grupo F&G Aisl. B - F.S. 1.0
HP	RPM	Armazón	Cat. No.	Cat. No.	Cat. No.
0.5	900	143T	30000834	-	-
0.75	1800	143T	30000815	-	30001648
	1200	143T	30000826	HSF0091	30001655
	900	145T	30000900	-	-
1	3600	143T	30000804	-	30001642
	1800	143T	30000857	HSF0105	30001671
	1200	145T	30000890	HSF0518	30001690
	900	182T	30000948	HSG1106	30002158
1.5	3600	143T	30000845	HSF0119	30001665
	1800	145T	30000879	HSF0539	30001683
	1200	182T	30000940	HSG1113	30000048
	900	184T	30000981	HSG1624	30000049
2	3600	145T	30000868	HSF0574	30001677
	1800	145T	30000912	HSF0560	30001699
	1200	184T	30000973	HSG1631	30002157
	900	213T	30001024	HSH2191	30001727
3	3600	182T	30000923	HSG1155	30002153
	1800	182T	30000932	HSG1134	30001705
	1200	213T	30001013	HSH2198	30001722
	900	215T	30001071	HSH2758	30002176
5	3600	184T	30000957	HSG1666	30002154
	1800	184T	30000965	HSG1652	30002156
	1200	215T	30001060	HSH2772	30001743
	900	254T	30001118	HSI3290	30001763
7.5	3600	213T	30000991	HSH2233	30001711
	1800	213T	30001002	HSH2219	30001716
	1200	254T	30001106	HSI3304	30001760
	900	256T	30001165	HSI3808	30001777
10	3600	215T	30001035	HSH2807	30001732
	1800	215T	30001047	HSH2793	30001737
	1200	256T	30001153	HSI3815	30001774
	900	284T	30005729	HSJ4270	-
15	3600	254T	30001082	HSI3339	30001752
	1800	254T	30001094	HSI3325	30001755
	1200	284T	30007302	HSJ4277	HXJ4347
	900	286T	30007304	HSJ4746	-
20	3600	256T	30001129	HSI3850	30001766
	1800	256T	30001141	HSI3836	30001769
	1200	286T	30007303	HSJ4753	HXJ4816
	900	324T	30007313	HSK5236	-
25	3600	284TS	30007299	HSJ4550	HXJ4592
	1800	284T	30005716	HSJ4298	HXJ4354
	1200	324T	30007310	HSK5243	HXK5313
	900	326T	30007314	*	*

Anexo E. MOTORREDUCTOR DE LA BANDA



AC PARALLEL SHAFT GEARMOTORS



3-PHASE, TEFC - 230/460V, 60 HZ*										
Output RPM	Full Load Torque (In.-Lbs.)	Overhung Load Lbs.	Input HP	Lube Qty. Qt.	Gear Ratio	Full-Load Amps at 60 Hz	USGM Model	DAYTON #	Dim. Ref.	Shpg. Wt.
30	2100	1460	1	4	39.4:1	4.8/2.4	E501-R453	4Z886	C	128.0
45	1400	825	1	1	37.9:1	3.8/1.9	E186-R276	2Z872	A	69.0
68	927	716	1	1	25.7:1	3.8/1.9	E186-R274	4Z887	A	70.0
100	630	636	1	1	16.9:1	3.8/1.9	E186-R272	2Z873	A	73.0
190	332	510	1	1	9.46:1	3.8/1.9	E186-R269	2Z874	A	70.0
45	2801	1270	2	4	39.4:1	6.5/3.3	E190-R453	4Z888	C	126.0
68	1854	1100	2	4	25.6:1	6.5/3.3	E190-R290	4Z889	C	126.0
100	1260	636	2	1	16.9:1	6.8/3.4	E190-R272	2Z876	B	75.0
190	663	510	2	1	9.46:1	6.8/3.4	E190-R269	2Z877	B	73.0
68	2781	1100	3	4	25.6:1	9.0/4.5	E192-R290	4Z890	D	148.0
100	1891	976	3	4	17.1:1	9.0/4.5	E192-R288	4Z891	D	144.0

(\*) Operable at 190/380V, 50 Hz at 5/6 of 60 Hz ratings for HP and RPM.

Dimensions															
Ref.	Frame	A	C	D	E	F	H	N	O	U	V Min.	AA	AB	BA	Sq. Key
A	143T-5	8.5	17.19	4.5	3.375	3.0	0.5	2.62	7.94	1.250	2.21	0.75	6.0	0.78	1/4 X 1 5/8
B	145T-5	8.5	17.68	4.5	3.375	3.0	0.5	2.62	7.94	1.250	2.21	0.75	6.0	0.78	1/4 X 1 5/8
C	145T-21	12.68	20.68	6.25	5.125	5.0	0.69	3.19	11.25	1.625	3.00	0.75	6.0	1.50	3/8 X 1 5/8
D	182T-21	12.68	25.21	6.25	5.125	5.0	0.69	3.19	11.25	1.625	3.00	0.75	6.3	1.50	3/8 X 1 5/8

**Gearcase:** Cast iron  
**Lubrication** Factory filled with AGMA 4 (ISO 150) synthetic oil  
**Gears:** Cut steel  
**Bearings:** Ball and tapered roller bearings on case, ball on motor  
**Seals:** Double lipped on input and output shafts

**Mounting:** All position, except shaft down  
**Rotation:** Reversible  
**Thermal Protection:** None  
**Ambient:** 40°C  
**Duty:** Continuous  
**Enclosure:** TEFC  
**Brake:** Optional modular brake kits are available - see separate listing - page 16

Anexo F. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

ACEROS INDUSTRIALES		% COMPOSICIÓN QUÍMICA										APLICACIONES*			PROPIEDADES MECÁNICAS			
		C	Mn	Si	P máx.	S máx.	Pb	Mo	Cr	Ni	Trabajo en frío	Trabajo en caliente	Soldabilidad	% Maquinabilidad 12/12 el 100%	Estados de entrega	Límite Elástico Kg/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Dureza mm. HB
<b>ACEROS AL CARBONO</b>																		
1006	0.08 Max	0.25 / 0.40	0.10 Max	0.04	0.05								E E E E	E E E E	50	20	32	48
1008	0.10 Max	0.30 / 0.50	0.10 Max	0.04	0.05								E E E E	E E E E	55	20	32	48
1010	0.08 / 0.13	0.30 / 0.60	0.10 Max	0.04	0.05								E E E E	E E E E	55	25	35	60
1012	0.10 / 0.15	0.30 / 0.60	0.10 Max	0.04	0.05								E E E E	E E E E	55	25	38	60
1015	0.13 / 0.18	0.60 / 0.90	0.35 Max	0.04	0.05								R E E B	R E E B	70	30	40	70
1020	0.18 / 0.23	0.30 / 0.60	0.35 Max	0.04	0.05								R E E B	R E E B	65	30	40	70
1045	0.43 / 0.50	0.60 / 0.90	0.35 Max	0.04	0.05								M B R R	M B R R	55	35	60	80
1070	0.65 / 0.75	0.60 / 0.90	0.35 Max	0.04	0.05								M B R R	M B R R	50	35	60	80
<b>ACERO DE ALTA MAQUINABILIDAD</b>																		
12L14	0.15 Max	0.85 / 1.15		0.04 / 0.09	0.26 / 0.35	0.15 / 0.35							M R M	M R M	160	30	40	70
<b>ACEROS ALEADOS</b>																		
1518	0.18 / 0.22	1.60 Max	0.35 Max	0.03	0.02 / 0.04								M B B B	M B B B	60	32	50	80
4140	0.38 / 0.43	0.75 / 1.00	0.15 / 0.35	0.035	0.04								M B R R	M B R R	65	75	85	100
4340	0.38 / 0.43	0.60 / 0.80	0.15 / 0.35	0.035	0.04								M B R R	M B R R	60	80	90	100
8620	0.18 / 0.23	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	0.035	0.04								M B B B	M B B B	55	35	65	90
<b>ACEROS INOXIDABLES</b>																		
304	0.08 Max	2.0 Max	1.0 Max	0.045	0.03								B B B B	B B B B	45	26	59	80
410	0.15 Max	1.0 Max	1.0 Max	0.04	0.03								R B R B	R B R B	55	50	65	95
416	0.15 Max	1.25 Max	1.0 Max	0.06	0.15 Min								M R R R	M R R R	90	55	70	95
420	0.15 Min	1.0 Max	1.0 Max	0.04	0.03								M B R R	M B R R	50	65	80	100
<b>COBRE Y LATONES</b>																		
<b>% COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>																		
UNS	Cu	Zn	Pb	Fe máx.	Temperatura de recocido °C	Temperatura de forja °C	Deformación en caliente	APLICACIONES*			PROPIEDADES MECÁNICAS							
								Trabajo en frío	Trabajo en caliente	Soldabilidad	Maquinabilidad	Estados de entrega	Límite Elástico Kg/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Dureza mm. HRB			
C11100	99.90 Min				300 / 400	750 / 875	60%	E B E E	E B E E		20	6	20					
C28000	68.5 / 71.5	Remanente	0.07 Max	0.05	450 / 500	425 / 750	60%	E R E E	E R E E		30	12	30	44				
C22400	61.0 / 64.0	Remanente	0.10 Max	0.05	450 / 500	625 / 800	60%	B R E E	B R E E		30	12	30	44				
C36000	60.0 / 63.0	Remanente	2.5 / 3.1	0.35	450 / 500	700 / 800	65%	M M M M	M M M M		100	15	34	45				
C37700	58.0 / 61.0	Remanente	1.5 / 2.5	0.3	450 / 500	630 / 730	100%	M E M E	M E M E		80	14	35	48				
C38500	55.0 / 60.0	Remanente	2.5 / 3.5	0.35	550 / 600	830 / 890	80%	M B M B	M B M B		90	14	35	48				

Perfiles: Redondos, Cuadrados, Patillas, Hexágonos, Códigos, Barras perforadas en grato 1518, Perfiles especiales según sus requerimientos / Dimensiones: En milímetros o pulgadas de acuerdo a sus especificaciones.

Tolerancias Dimensionales: ISO 90 H11, h13, NTC 114, NTC 115 / Aplicaciones: E, Excelente; B, Bueno; R, Regular; M, Malo

Medellín • Colombia  
Calle 28 No. 41-140, Usaquén • Teléfonos: (57) 4 972 12 18 • Fax: (57) 4 972 14 14  
e-mail: info@acerosindustriales.com

Bogotá • Colombia  
Calle 22 No. 99 - 95, Zona Industrial • Teléfonos: (57) 500 10 11 • Fax: (57) 500 15 11  
e-mail: bogota@acerosindustriales.com

www.acerosindustriales.com

75x75x8	9	11,5	58,9	11	2,27	2,13	1,44	2,86
90x90x6	8,30	10,60	80,3	12,2	2,76	2,41	1,77	3,40
90x90x7	9,61	12,2	92,5	14,1	2,75	2,45	1,74	3,48
90x90x8	10,90	13,90	93,2	14,6	2,83	2,53	1,83	3,57
100x100x8	12,2	15,5	145	19,9	3,06	2,74	1,93	3,87
100x100x10	15	19,2	177	24,6	3,04	2,82	1,93	3,84

## ANGULOS

CALIDADES: Covenin 1036-86.  
ASTM-A-36.  
ST-37-2.



### Composición Química Típica.

C %	Mn %	Si %	S (max) %	P (max) %
0.12 - 0.20	0.60 - 0.80	0.15 - 0.25	0.05	0.05

## Anexo G. ACERO GALVANIZADO

Manual Técnico del Acero Galvanizado



Espesor (mm)	Dimensiones (mm)	Peso del recub. (gr/m <sup>2</sup> ) ACESCO	Designación del Recubrimiento			Espesor del recub. (mm)	Peso de la lámina galv. (kg)
			JIS G 3302	ASTM A 653	NTC 4011		
3.0	1220 x 2440	275	Z27	G90	Z275	0.038	70.37
2.50	1220x 2440	275	Z27	G90	Z275	0.038	58.63
1.90	1220 x 2440	275	Z27	G90	Z275	0.038	44.54
1.50	1000 x 2000	275	Z27	G90	Z275	0.038	23.61
1.50	1220x 2440	275	Z27	G90	Z275	0.038	35.15
1.20	1000 x 2000	275	Z27	G90	Z275	0.038	18.88
1.20	1220 x 2440	275	Z27	G90	Z275	0.038	28.10
0.90	1000 x 2000	183	Z18	G60	Z180	0.026	14.11
0.90	1220 x 2440	183	Z18	G60	Z180	0.026	21.00
0.70	1000 x 2000	183	Z18	G60	Z180	0.026	10.96
0.70	1220 x 2440	183	Z18	G60	Z180	0.026	16.31
0.60	1000 x 2000	183	Z18	G60	Z180	0.026	9.38
0.60	1220 x 2440	183	Z18	G60	Z180	0.026	13.96
0.46	1000 x 2000	183	Z18	G60	Z180	0.026	7.17
0.46	1220 x 2440	183	Z18	G60	Z180	0.026	10.67
0.36	1000 x 2000	183	Z18	G60	Z180	0.026	5.59
0.36	1220 x 2440	183	Z18	G60	Z180	0.026	8.32
0.30	1000 x 2000	153	Z12	G40	Z120	0.021	4.74
0.27	1000 x 2000	153	Z12	G40	Z120	0.021	4.27

# Anexo H. PIÑONES DE LA BANDA

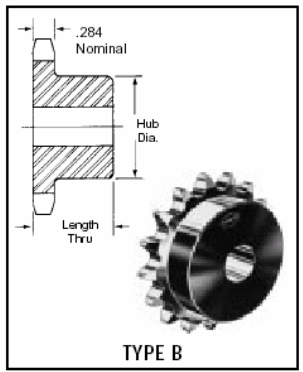
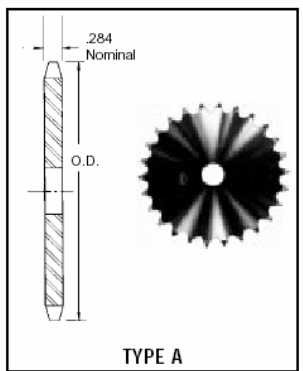


## All Steel Stock Sprockets

## No. 40 1/2" Pitch

### Single-Type B

### Single-Type A



No. Teeth	Catalog Number	Outside Diameter	Type	Bore (inches)		Hub (inches)		Weight Lbs (Approx.)	Type	Catalog Number	Stock Bore	Weight Lbs. (Approx.)
				Stock	Rec. Max.	Diameter	Length Thru					
8	40B8	1.500	B	1/2	1/2	3/8*	3/8	.18				
9	40B9	1.670	B	1/2	3/8	1/2*	3/8	.20				
10	40B10	1.840	B	1/2	3/8	1/2*	3/8	.27				
11	40B11	2.000	B	1/2	3/8	1/2*	3/8	.35				
12	40B12	2.170	B	1/2	1	1/2*	3/8	.45	A	40A12	3/8	.18
13	40B13	2.330	B	1/2	1/2	1/2	3/8	.50	A	40A13	3/8	.22
14	40B14	2.490	B	1/2	1 1/4	1/2	3/8	.59	A	40A14	3/8	.26
15	40B15	2.650	B	1/2	1 1/4	1/2	3/8	.70	A	40A15	3/8	.30
16	40B16	2.810	B	3/4	1 1/8	2	3/8	.79	A	40A16	3/8	.34
17	40B17	2.980	B	3/4	1 1/8	2 1/2	1	1.04	A	40A17	3/8	.36
18	40B18	3.140	B	3/4	1 1/8	2 3/4	1	1.22	A	40A18	3/8	.44
19	40B19	3.300	B	3/4	1 1/8	2 3/4	1	1.43	A	40A19	3/8	.46
20	40B20	3.460	B	3/4	1 1/8	2 3/4	1	1.56	A	40A20	3/8	.56
21	40B21	3.620	B	3/4	1 1/8	2 3/4	1	1.73	A	40A21	3/8	.58
22	40B22	3.780	B	3/4	1 1/8	2 3/4	1	1.96	A	40A22	3/8	.66
23	40B23	3.940	B	3/4	2	3	1	2.13	A	40A23	3/8	.72
24	40B24	4.100	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.41	A	40A24	3/8	.82
25	40B25	4.260	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.54	A	40A25	3/8	.88
26	40B26	4.420	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.58	A	40A26	3/8	.94
27	40B27	4.580	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.66	A	40A27	3/8	.98
28	40B28	4.740	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.73	A	40A28	3/8	1.10
29	40B29	4.900	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.80	A	40A29	3/8	1.22
30	40B30	5.060	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	2.98	A	40A30	3/8	1.26
31	40B31	5.220	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.10	A	40A31	3/8	1.40
32	40B32	5.380	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.16	A	40A32	3/8	1.48
33	40B33	5.540	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.22	A	40A33	3/8	1.56
34	40B34	5.700	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.30	A	40A34	3/8	1.64
35	40B35	5.860	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.46	A	40A35	3/8	1.70
36	40B36	6.020	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.58	A	40A36	3/8	1.84
37	40B37	6.180	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.62	A	40A37	3/8	1.92
38	40B38	6.330	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.70	A	40A38	3/8	2.00
39	40B39	6.490	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1	3.76	A	40A39	3/8	2.02
40	40B40	6.650	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	4.69	A	40A40	3/8	2.22
41	40B41	6.810	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	4.76	A	40A41	3/8	2.42
42	40B42	6.970	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	4.82	A	40A42	3/8	2.50
43	40B43	7.130	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.12	A	40A43	3/8	2.80
44	40B44	7.290	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.15	A	40A44	3/8	2.85
45	40B45	7.450	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.30	A	40A45	3/8	3.15
46	40B46	7.610	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.57	A	40A46	3/8	3.26
47	40B47	7.770	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.44	A	40A47	3/8	3.32
48	40B48	7.930	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.84	A	40A48	3/8	3.22
49	40B49	8.090	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.90	A	40A49	3/8	3.44
50	40B50	8.250	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	5.96	A	40A50	3/8	3.62
51	40B51	8.410	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.08	A	40A51	3/8	3.94
52	40B52	8.570	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.28	A	40A52	3/8	4.08
53	40B53	8.730	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.33	A	40A53	3/8	4.04
54	40B54	8.890	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.42	A	40A54	3/8	4.44
55	40B55	9.040	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.46	A	40A55	3/8	4.54
56	40B56	9.200	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	6.89	A	40A56	3/8	4.84
57	40B57	9.360	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	7.02	A	40A57	3/8	5.00
58	40B58	9.520	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	7.36	A	40A58	3/8	5.12
59	40B59	9.680	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	7.45	A	40A59	3/8	5.30
60	40B60	9.840	B	3/4	2 1/4	3 1/2	1 1/8	7.86	A	40A60	3/8	5.48
70	40B70	11.430	B	3/4	2 1/4	4	1 1/8	11.00	A	40A70	3/8	7.24
72	40B72	11.750	B	3/4	2 1/4	4	1 1/8	11.50	A	40A72	3/8	7.74
80	40B80	13.030	B	3/4	2 1/4	4	1 1/8	13.40	A	40A80	3/8	10.20
84	40B84	13.660	B	3/4	2 1/4	4	1 1/8	14.04	A	40A84	3/8	10.07
96	40B96	15.570	B	1	2 1/4	4	1 1/8	17.56	A	40A96	3/8	12.15
112	40B112	18.120	B	1	2 1/4	4	1 1/8	22.56	A	40A112	3/8	20.00

**Alteration Charges**  
See current discount sheet for alteration charges.

\* Has recessed groove in hub for chain clearance.  
Maximum bores shown will accommodate standard keyseat and setscrew over keyseat. Slightly larger bores are possible with no keyseat, shallow keyseat, or setscrew at angle to keyseat.

Anexo I. PIÑONES DEL LAMINADOR

# No. 60-2

## 3/4" Pitch

### All Steel Stock Sprockets



Double-Type B & C

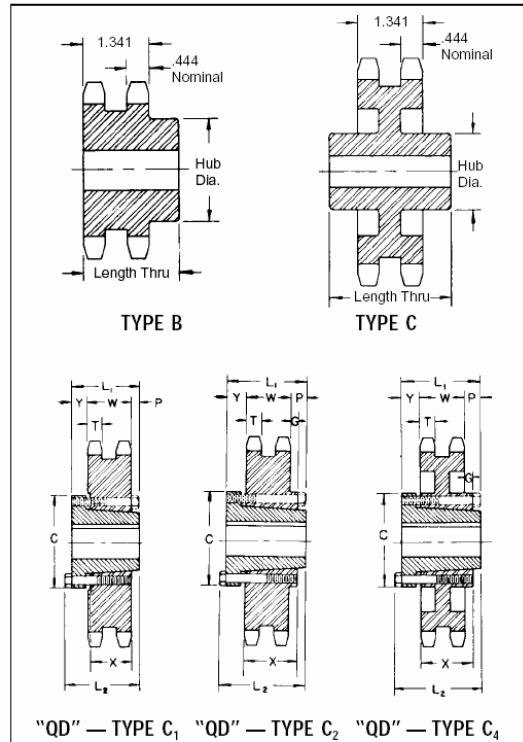
No. Teeth	Catalog Number	Outside Diameter	Type	Bore (inches)		Hub (inches)		Weight Lbs. (Approx.)
				Stock	Rec. Max.	Dia.	Length Thru	
11	D60B11H	3.000	B	1	1 1/4	1 3/4	2 1/2	1.62
12	D60B12H	3.250	B	1	1 1/4	2 1/4	2 1/2	2.20
13	D60B13H	3.490	B	1	1 1/2	2 1/4	2 1/2	2.60
14	D60B14H	3.740	B	1	1 1/2	2 1/2	2 1/2	3.24
15	D60B15H	3.980	B	1	1 1/2	2 3/4	2 1/2	3.96
16	D60B16H	4.220	B	1	2	3	2 1/2	4.62
17	D60B17H	4.460	B	1	2 1/4	3 1/4	2 1/2	5.40
18	D60B18H	4.700	B	1	2 1/2	3 1/2	2 1/2	6.24
19	D60B19H	4.950	B	1	2 1/2	3 3/4	2 1/2	7.00
20	D60B20H	5.190	B	1	2 1/2	3 3/4	2 1/2	7.72
21	D60B21H	5.430	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	8.82
22	D60B22H	5.670	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	9.68
23	D60B23H	5.910	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	10.30
24	D60B24H	6.150	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	11.14
25	D60B25H	6.390	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	11.96
26	D60B26	6.630	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	12.70
30	D60B30	7.590	B	1	2 1/2	4 1/4	2 1/2	16.36
32	D60B32	8.070	B	1 1/4	3	4 1/4	2 1/2	19.52
35	D60B35	8.780	B	1 1/4	3	4 1/4	2 1/2	22.80
36	D60B36	9.020	B	1 1/4	3	4 1/4	2 1/2	23.82
40	D60B40	9.980	B	1 1/4	3 1/4	4 1/4	2 1/2	30.84
42	D60B42	10.460	B	1 1/4	3 1/4	4 1/4	2 1/2	33.08
45	D60B45	11.180	B	1 1/4	3 1/4	4 1/4	2 1/2	37.08
52	D60B52	12.850	B	1 1/4	3 1/4	4 1/4	2 1/2	48.70
60	D60B60	14.760	B	1 1/4	3 1/4	4 1/4	2 1/2	63.10
68	D60C68	16.670	C	1 1/4	3 1/4	5	3	53.68
72	D60C72	17.630	C	1 1/4	3 1/4	5	3	53.74
76	D60C76	18.580	C	1 1/4	3 1/4	5	3	60.28
95	D60C95	23.120	C	1 1/4	3 1/4	5 1/2	3 1/2	87.14

Maximum bores shown will accommodate standard keyseat and setscrew over keyseat. Slightly larger bores are possible with no keyseat, shallow keyseat, or setscrew at angle to keyseat.

NOTE: Double 60 stock sprockets with 25 teeth or less have Hardened Teeth.

**Alteration Charges**

See current discount sheet for alteration charges.



Double-Type "QD"

No. Teeth	Catalog Number	Bush-ing	Diameters		Type	Max. Bore	Dimensions										Weight (Approx.)	
			Outside Diameter	Pitch Diameter			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	C	Y	P	G	X	T	W	With Hub	Rim Only	
14	D60SH14H	SH	3.740	3.371	B*	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2 1/4	3/4					.444	1.341	2.5	1.5
22	D60SDS22H	SDS	5.670	5.270	B*	2	1 1/2	1 1/2	3 1/4	3/4					.444	1.341	5.44	4.44
36	D60SF36	SF	9.020	8.605	C1	2 3/4	2	2 1/4	4 1/4	3/4				1 1/4	.444	1.341	19.26	16.26
42	D60E42	E	10.460	10.036	C2	3 1/2	2 1/2	2 1/4	6	3/4	3/4			1 1/4	.444	1.341	34.04	24.04
45	D60E45	E	11.180	10.752	C2						3/4						38.26	28.36
52	D60E52	E	12.850	12.422	C2												49.52	39.52
60	D60E60	E	14.760	14.331	C2												63.39	53.74
68	D60E68	E	16.670	16.240	C4												54.32	44.32
76	D60E76	E	18.580	18.149	C4												61.48	51.48
95	D60E95	E	23.120	22.683	C4	3 1/2	2 1/2	2 1/4	6	3/4	3/4			1 1/4	.444	1.341	82.96	72.96

\* Not illustrated. Dimensions listed correspond approximately to illustrations shown.

Anexo J. TIPOS DE BANDAS PLANAS .

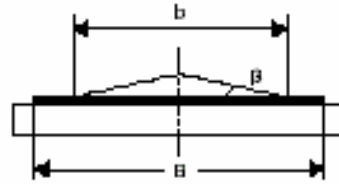
Conveyor Belt Thicknesses and Weights

	Belt type (mm)	Carcase thickness (kg/m <sup>2</sup> )	Carcase weight	Belt Weight m' <sub>G</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) Sum of carrying and pulley side covers (mm)						
				3	4	5	6	8	10	12
<b>SUPERFORT Belts</b>	S 200/3	2.7	3.1	6.6	7.7	8.9	10.0	12.3	14.6	16.9
	S 250/3	2.8	3.2	6.7	7.8	9.0	10.1	12.4	14.7	17.0
	S 315/3	3.0	3.4	6.9	8.0	9.2	10.3	12.6	14.9	17.2
	S 315/4	3.7	4.3	7.8	8.9	10.1	11.2	13.5	15.8	18.1
	S 400/3	3.2	3.7	7.2	8.3	9.5	10.6	12.9	15.2	17.5
	S 400/4	4.1	4.6	8.1	9.2	10.4	11.5	13.8	16.1	18.4
	S 500/3	3.6	4.0	7.5	8.6	9.8	10.9	13.2	15.5	17.8
	S 500/4	4.3	5.0	8.5	9.6	10.8	11.9	14.2	16.5	18.8
	S 630/3	3.9	4.3	7.8	8.9	10.1	11.2	13.5	15.8	18.1
	S 630/4	4.8	5.3	8.8	9.9	11.1	12.2	14.5	16.8	19.1
	S 630/5	5.5	6.2	9.7	10.8	12.0	13.1	15.4	17.7	20.0
	S 800/3	4.5	5.0	8.5	9.6	10.8	11.9	14.2	16.5	18.8
	S 800/4	5.2	5.8	9.3	10.4	11.6	12.7	15.0	17.3	19.6
	S 800/5	6.0	6.7	10.2	11.3	12.5	13.6	15.9	18.2	20.5
	S 1000/4	6.1	6.8	10.3	11.4	12.6	13.7	16.0	18.3	20.6
	S 1000/5	6.5	7.3	10.8	11.9	13.1	14.2	16.5	18.8	21.1
	S 1000/6	7.3	8.1	11.6	12.7	13.9	15.0	17.3	19.6	21.9
	S 1250/4	7.2	8.3	11.8	12.9	14.1	15.2	17.5	19.8	22.1
	S 1250/5	7.6	8.6	12.1	13.2	14.4	15.5	17.8	20.1	22.4
	S 1250/6	7.8	8.8	12.3	13.4	14.6	15.7	18.0	20.3	22.6
S 1600/4	8.7	9.4	12.9	14.0	15.2	16.3	18.6	20.9	23.2	
S 1600/5	9.1	10.5	14.0	15.1	16.3	17.4	19.7	22.0	24.3	
S 1600/6	9.2	10.4	13.9	15.0	16.2	17.3	19.6	21.9	24.2	
S 2000/5	11.0	11.9	15.4	16.5	17.7	18.8	21.1	23.4	25.7	
S 2000/6	11.0	12.7	16.2	17.3	18.5	19.6	21.9	24.2	26.5	
S 2500/6	13.4	14.4	17.9	19.0	20.2	21.3	23.6	25.9	28.2	
<b>STARFLEX belts</b>	SF 250/2	1.5	1.8	5.3	6.4	7.6	8.7	11.0	13.3	15.6
	SF 315/2	1.9	1.9	5.4	6.5	7.7	8.8	11.1	13.4	15.7
	SF 400/3	2.5	2.9	6.4	7.5	8.7	9.8	12.1	14.4	16.7
	SF 500/3	3.0	3.2	6.7	7.8	9.0	10.1	12.4	14.7	17.0
	SF 500/4	3.5	4.0	7.5	8.6	9.8	10.9	13.2	15.5	17.8
	SF 630/4	4.1	4.4	7.9	9.0	10.2	11.3	13.6	15.9	18.2
	SF 800/4	4.6	5.4	8.9	10.0	11.2	12.3	14.6	16.9	19.2
	SF 1000/4	5.3	6.1	9.6	10.7	11.9	13.0	15.3	17.6	19.9
<b>DUNLOFLEX belts</b>	D 160	2.3	2.7	6.2	7.3	8.5	9.6	11.9	14.2	16.5
	D 200	2.7	3.1	6.6	7.7	8.9	10.0	12.3	14.6	16.9
	D 250	3.0	3.6	7.1	8.2	9.4	10.5	12.8	15.1	17.4
	D 315	3.2	3.7	7.2	8.3	9.5	10.6	12.9	15.2	17.5
	D 400	3.7	4.3	7.8	8.9	10.1	11.2	13.5	15.8	18.1
	D 500	4.1	4.7	8.2	9.3	10.5	11.6	13.9	16.2	18.5
	D 630	4.5	5.0	8.5	9.6	10.8	11.9	14.2	16.5	18.8
	D 800	4.8	5.5	9.0	10.1	11.3	12.4	14.7	17.0	19.3
<b>TRIOFLEX belts</b>	T 315	4.0	4.8	8.3	9.4	10.6	11.7	14.0	16.3	18.6
	T 400	4.4	5.3	8.8	9.9	11.1	12.2	14.5	16.8	19.1
	T 500	5.0	5.9	9.4	10.5	11.7	12.8	15.1	17.4	19.7
	T 630	5.5	6.5	10.0	11.1	12.3	13.4	15.7	18.0	20.3
	T 800	6.0	7.2	10.7	11.8	13.0	14.1	16.4	18.7	21.0
	T 1000	6.5	7.8	11.3	12.4	13.6	14.7	17.0	19.3	21.6
	T 1250	7.2	8.1	11.6	12.7	13.9	15.0	17.3	19.6	21.9
<b>FERROFLEX belts</b>	F 500	3.2	5.9	9.4	10.5	11.7	12.8	15.1	17.4	19.7
	F 630	3.2	6.4	9.9	11.0	12.2	13.3	15.6	17.9	20.2
	F 800	4.5	8.9	12.4	13.5	14.7	15.8	18.1	20.4	22.7
	F 1000	4.5	9.8	13.3	14.4	15.6	16.7	19.0	21.3	23.6
	F 1250	6.0	12.5	16.0	17.1	18.3	19.4	21.7	24.0	26.3
	F 1600	6.0	14.1	17.6	18.7	19.9	21.0	23.3	25.6	27.9

Weight of 1 mm cover rubber normal quality: 1.15 kg/m<sup>2</sup>.

Belt Width B (mm)	Surcharge Angle $\beta$	Volume Steam $Q_v$ (m <sup>3</sup> /h)
300	5°	4
	10°	8
	15°	11
	20°	16
400	5°	8
	10°	15
	15°	23
	20°	31
500	5°	12
	10°	25
	15°	38
	20°	52
650	5°	22
	10°	45
	15°	68
	20°	93
800	5°	35
	10°	71
	15°	108
	20°	147
1000	5°	57
	10°	114
	15°	174
	20°	236

### Flat Carrying



Usual belt widths B (mm)

150 200 250 300 400 500 550  
650 800 1000 1250 1500 1600

DIN 22102 (April 1991)					
Cover grade		W	X	Y	Z
Tensile strength	N/mm <sup>2</sup> min.	18	25	20	15
Breaking elongation	%	400	450	400	350
Abrasion loss	mm <sup>3</sup> max.	90	120	150	250
ISO 10247 (November 1990)					
Cover grade		H	D	L	
Tensile strength	N/mm <sup>2</sup> min.	24	28	15	
Breaking elongation	%	450	400	350	
Abrasion loss	mm <sup>3</sup>	120	100	200	

Standard Values

Speeds V (m/s)


0.42 - 0.52 - 0.66 - 0.84 - 1.05 - 1.31 - 1.68  
2.09 - 2.62 - 3.35 - 4.19 - 5.20 - 6.60 - 8.40

Drive Pulley Surface	Friction Value $\mu$	Belt Width B (mm)											
		300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
bare, wet	0.15	98	74	59	45	37	30	25	21	18	16	15	14
rubber lagged, wet and dirty	0.25	69	52	41	32	26	21	17	15	13	12	10	9
	0.30	62	46	37	28	23	18	15	13	12	10	9	8
bare, dry, lagged, wet	0.35	57	43	34	26	21	17	14	12	11	9	8	8
rubber lagged, dry	0.40	53	40	32	25	20	16	13	11	10	9	8	7

Duty	Bulk Density $\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Belt Width B (mm)											
		300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Light	Up to Ca. 1.0	31	54	67	81	108	133	194	227	291			
Medium	1.0 to 2.0	36	59	76	92	126	187	277	320	468	554	691	745
Heavy	Over 2.0		65	86	103	144	241	360	414	644	727	957	1033

Anexo K. UNIÓN METÁLICA





- ▶ [HOME](#)
- ▶ [ABOUT US](#)
- ▶ [CONVEYOR BELTING PRODUCTS](#)
- [TRANSMISSION BELTS](#)
- [FLAT BELTS](#)
- [FABRICATED BELTS](#)
- [CONVEYOR BELT FASTENERS](#)
- [CONVEYOR ROLLERS](#)
- [BAKERY/SLICING BLADES](#)
- [SEALED EDGE BELTS](#)
- [WIRE BELTS](#)
- [WIRE MESH BELTS](#)
- [PLASTIC MODULAR BELTS](#)
- [SPECIAL BELTS](#)
- ▶ [BELT VULCANIZING & JOINING SERVICE](#)
- ▶ [CONTACT US](#)
- ▶ [USEFUL LINKS](#)

## Clipper Fasteners

You are here: >> [Conveyor Belt Fasteners](#) >> Clipper Fasteners

The double-staggered grip pattern gives Clipper® Wire Hooks exceptional holding power without degrading the integrity of the belt carcass. Today's splices also have a very low profile, making them increasingly more compatible with conveyor components and compliant with the need to reduced operating noise. Choose from a wide selection of wire diameters, leg and point lengths, strip lengths, and styles.



Steel Wire Hook Fastener

Unibar® Fasteners: Clipper hooks are welded to a common bar and feature our patented Safety Strip which covers hook point to protect user's fingers. The welded bar holds hook legs parallel to ease the "meshing" of belt ends and simplify hinge pin insertion. Plus, the welded bar creates a flat, finished splice so belt "wave" is eliminated.

### Clipper® Wire Hooks

A key advantage of the Clipper® Wire Hook system is that the fasteners are machine-installed, yielding a precise, strong and smooth splice.

Feature	Details
Size	Unibar® Fasteners, ClipMark™ Series Fasteners and Carded Hooks
Recommended Minimum Pulley Diameter:	5/16" to 7" (24mm to 175mm)
Recommended Maximum Operation Tension:	Up to 200 P.I.W. (35 kN/m)
Belt Thickness Range:	Up thru 3/64" up to 25/64" (Up thru 1.2mm up to 10mm)

**F & P Fogarty and Sons**  
 Unit 82, Baldoyle Industrial Estate,  
 Dublin 13, Ireland  
 Phone: +353 (01) 839 1991  
 Fax: +353 (01) 832 2859  
 Email: [info@fogartybelting.com](mailto:info@fogartybelting.com)  
 Powered by op2web

## Anexo L. RUEDAS



### Datos técnicos

**3470UER100P62**

EAN 4031582010817

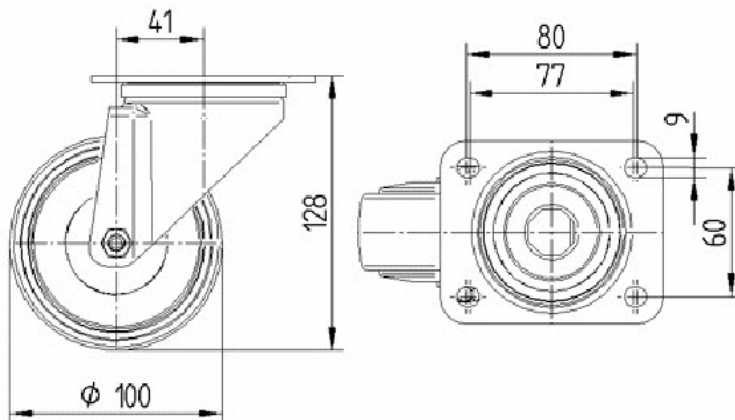
Rueda giratoria, Housing made of pressed steel, zinc-chromatised, double ball bearing swivel head, wheel axle with nut, Placa protectora del rodamiento giratorio.

Núcleo de rueda de poliamida, bandaje de: goma elástica, negra, cojinete de rodillos, pletina de fijación

Diámetro de la rueda	3 "
Ancho de la rueda	1.34 "
Medida de pletina	4.13 x 3.35 "
Distancia de agujeros	3.15/3.03 x 2.36 "
Diámetro de agujero	0.35 "
Desplazamiento	1.61 "
Diám.d. radio giratorio	7.17 "
Altura total	5.04 "
Temperatura	- 4 / + 176 °F
Norma	EN 12532
Peso de la rueda	1.969 LBS
Capacidad de carga	355 LBS
Cap. de carga estática	705 LBS
Radio giratorio	3.58 "
Dureza del bandaje	A 64 Shore



Versiones :



## Anexo M. CORREA

### CORREAS TRAPECIALES CLÁSICAS BANDO

Contato



Correas clásicas trapeciales recubiertas – DIN 2215, ISO 4184. Estas correas se utilizan en ingeniería mecánica, tanto ligera como pesada. Debido al constante desarrollo de los materiales utilizados, así como a los métodos de fabricación, se ha conseguido una significativa superior estabilidad en la longitud y una mayor duración de las correas.

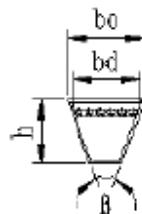
#### Construcción:

1. Lona impregnada de cloropreno
2. Fuertes elementos de tracción de poliéster
3. Caucho de aislamiento de cloropreno
4. Caucho de compresión.

#### Características del producto:

- Compatibles en juegos
- Resistentes a temperaturas desde  $-30^{\circ}\text{C}$  hasta  $+90^{\circ}\text{C}$ .
- Eléctricamente conductoras
- Limitada resistencia al aceite.
- Elevada resistencia al fuego.
- Especialmente resistentes a las influencias ambientales tales como, calor, ozono, luz solar y efectos de la intemperie.

#### Correa trapecial



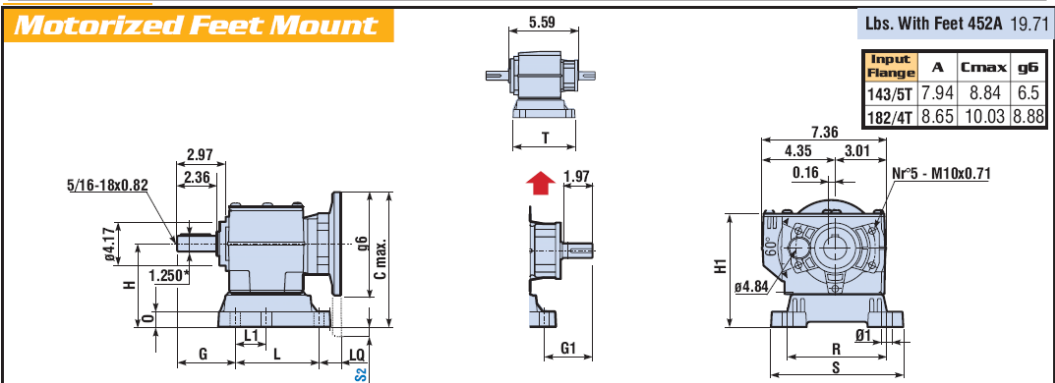
Tipo	Ancho superior bo [mm]	Espesor h [mm]
M(Z) / 10	10,00	6,00
A / 13	13,00	8,00
B / 17	17,00	11,00
C / 22	22,00	14,00
D / 32	32,00	0,00
E / 38	38,00	25,00



## Anexo O. MOTORREDUCTOR DEL LAMINADOR

### **7<sup>1/2</sup>HP** NEMA Frame Selections 1750 RPM Input

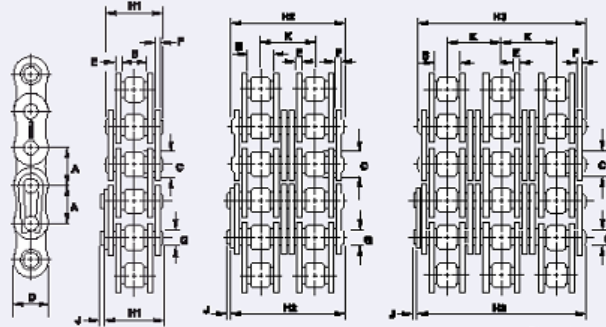
Output Speed (RPM)	Service Factor	Output Torque (lb-in)	Ratio	Nbr Red.	One Stage	Two Stages	Two or Three Stages	Two or Three Stages	Output Shaft DIA	Available Motor Flanges		Dim. on Page
					Aluminum	Aluminum	Aluminum	Cast Iron				
485	1.38	934	3.61	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
485	1.52	934	3.61	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
485	1.52	934	3.61	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
414	1.34	1093	4.23	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
414	1.57	1093	4.23	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
414	1.57	1094	4.23	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
349	1.32	1297	5.01	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
349	1.59	1297	5.01	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
349	1.59	1296	5.01	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
288	1.37	1570	6.07	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
288	1.48	1570	6.07	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
288	1.48	1570	6.07	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
257	1.46	1761	6.81	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
257	1.66	1761	6.81	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
257	1.66	1762	6.81	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
220	1.38	2060	7.96	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
220	1.54	2060	7.96	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
220	1.54	2059	7.96	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
185	1.24	2445	9.45	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
185	1.40	2445	9.45	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
185	1.40	2445	9.45	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
153	0.95	2958	11.43	2	-	-	502A	-	1.250	182/4TC	143/5TC	35
153	1.16	2958	11.43	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
153	1.16	2957	11.43	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
123	0.92	3676	14.21	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
123	0.92	3676	14.21	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41
105	1.00	4299	16.62	2	-	-	602A	-	1.375	182/4TC	143/5TC	37
105	1.00	4300	16.62	2	-	-	-	602C	1.375	182/4TC	143/5TC	41



Anexo P. CADENAS.

## ANSI Standard Roller Chain

# 35

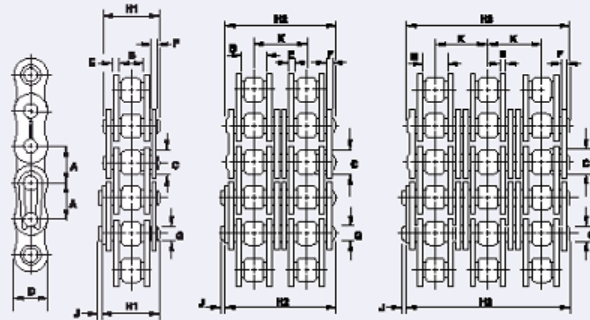


Dimensions are in inches unless otherwise indicated.

Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
35	1	0.375	0.122	0.130	0.237	0.030	0.030	0.091	0.359	0.031	—	780	140	0.09
35-2	2	0.375	0.122	0.130	0.237	0.030	0.030	0.091	0.611	0.031	0.252	1,560	240	0.17
35-3	3	0.375	0.122	0.130	0.237	0.030	0.030	0.091	0.859	0.031	0.252	2,340	320	0.26

## ANSI Standard Roller Chain

# 40

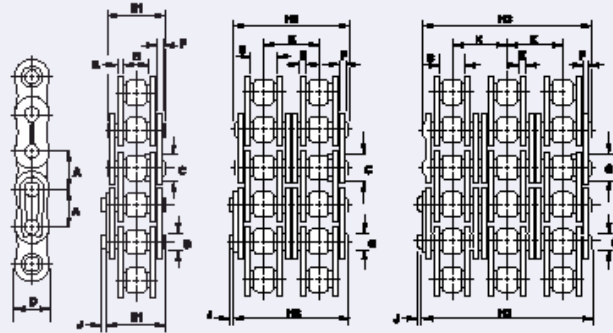


Dimensions are in inches unless otherwise indicated.

Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
40	1	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	0.646	0.055	—	1,760	480	0.40
40-2	2	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	1.214	0.055	0.566	3,520	810	0.80
40-3	3	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	1.777	0.055	0.566	5,280	1,200	1.21
40-4	4	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	2.364	0.055	0.566	7,040	1,580	1.65
40-5	5	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	2.938	0.055	0.566	8,880	1,870	2.10
40-6	6	0.500	0.309	0.312	0.475	0.060	0.060	0.156	3.505	0.055	0.566	10,560	2,200	2.53

# ANSI Standard Roller Chain

# 60



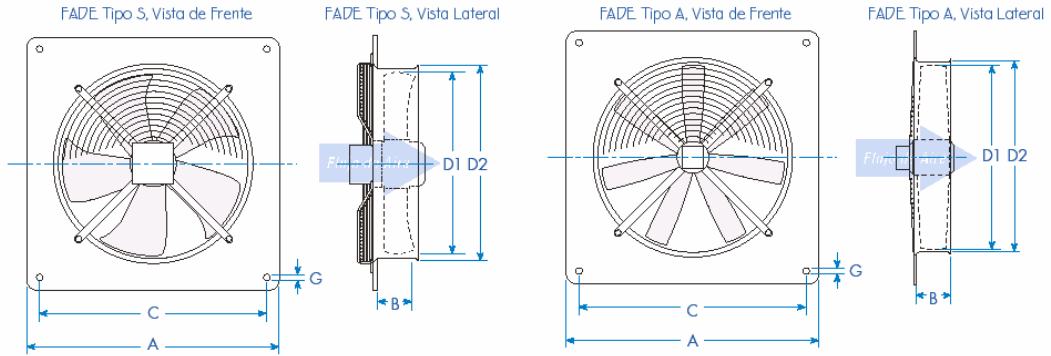
Dimensions are in inches unless otherwise indicated.

Chain No.	No. of Strands	Pitch	Inside Width Max	Roller Diam Max	Plate Height Max	Inner Plate Thick Max	Outer Plate Thick Max	Pin Diam Max	Pin Length Max	Conn Link Exten Max	Trans Pitch	Tensile Strength Min	Rated Working Load	Weight
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Lbs	Lbs	Lbs/Ft
60	1	0.750	0.495	0.469	0.713	0.094	0.094	0.235	0.997	0.043	—	7,030	810	0.98
60-2	2	0.750	0.495	0.469	0.713	0.094	0.094	0.235	1.895	0.043	0.897	14,060	1,400	1.98

## Anexo Q. VENTILADOR

### Especificaciones

#### Dimensiones de la Serie FADE



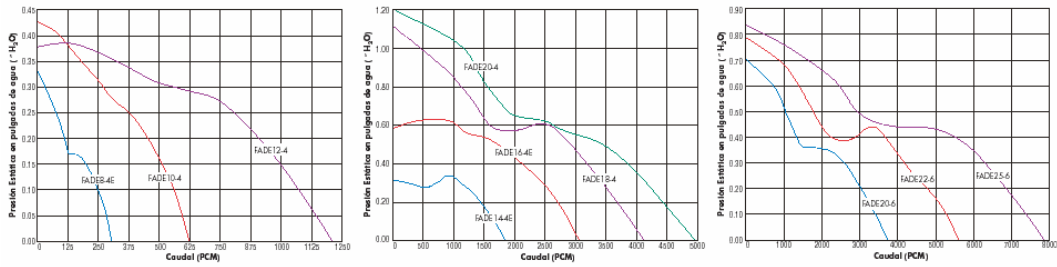
modelo	A	B	C	D1	D2	G	Tipo
FADE 8	12 $\frac{3}{16}$	2	10 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	S
FADE 10	14 $\frac{1}{16}$	2	12 $\frac{3}{8}$	10	10 $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	S
FADE 12	17	3	15	12	12 $\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	S
FADE 14	19 $\frac{3}{16}$	3 $\frac{1}{8}$	17 $\frac{1}{8}$	14	15 $\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	S
FADE 16	22 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	21	16 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	S

Dimensiones en pulgadas

modelo	A	B	C	D1	D2	G	Tipo
FADE 18	22 $\frac{3}{16}$	4 $\frac{1}{4}$	21	18	18 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	A
FADE 20-6	25 $\frac{3}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	20	20 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	A
FADE 20-4	25 $\frac{3}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	20	20 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	A
FADE 22	28 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	26 $\frac{3}{16}$	22	22 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	A
FADE 25	31 $\frac{3}{4}$	6	29 $\frac{1}{2}$	25	25 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	A

Dimensiones en pulgadas

#### Gráfica de Rendimiento Neumático de la Serie FADE



#### Datos de Rendimiento de la Serie FADE (Para rendimiento acústico vea la publicación No. FADE-0899)

Modelo	RPM	Voltios	Watts Máx.	Amps. Máx.	Presión Estática en Pulgadas de Agua – Manométrica						Sonicos
					0"	.100"	.125"	.25"	.375"	.5"	
FADE 8-4	1550	115	45	0.41 <sup>1</sup>	304	246	224	74	—	—	4.1
FADE 10-4	1500	115	68	0.62 <sup>1</sup>	624	558	533	377	132	—	7.9
FADE 12-4	1400	115	130	1.19 <sup>1</sup>	1208	1069	1030	797	—	—	9.4
FADE 14-4	1200	115	245	2.24 <sup>1</sup>	1839	1654	1599	1295	—	—	9.6
FADE 16-4	1400	115	458	4.19 <sup>2</sup>	3054	2882	2839	2570	2198	1699	12.0
FADE 18-4	1550	115	698	6.39 <sup>2</sup>	4115	3895	3840	3549	3239	2908	14.3
FADE 20-6	1100	115	435	3.98 <sup>1</sup>	3693	3368	3279	2775	1429	—	10.7
FADE 20-4	1450	115 <sup>1</sup>	916	8.39 <sup>2</sup>	4949	4682	4615	4274	3917	3445	16.4
FADE 22-6	1000	115 <sup>1</sup>	756	6.92 <sup>2</sup>	5629	5248	5153	4432	—	—	12.0
FADE 25-6	1000	115 <sup>1</sup>	1134	10.38 <sup>3</sup>	7858	7355	7230	6557	—	—	14.8



Fairtech, Inc. certifica que la Serie FADE, fabricada en su planta, está certificada para obtener el sello de ANCA. Las capacidades nominales y presiones prácticas conforman las calificaciones ANCA 201 y 501, y cumplen los requisitos del programa ANCA de Capacidades Nominales Certificadas.

Anexo R. RESORTE

**Medium Duty**

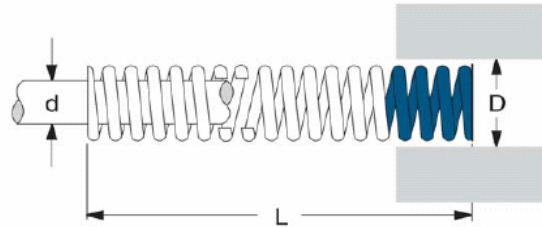
'Long Life' Alloy Die Springs / Rectangular Wire

Diamond Die Springs

**COLOR CODE:**  
WHITE WITH **BLUE ENDS**

**MAXIMUM DEFLECTION\*:**  
50% OF 'L'

**EFFICIENT OPERATING RANGE:**  
25% TO 35% OF 'L'



DIAMETER		FREE LENGTH (L) Inches	DIAMOND PART NUMBER	WIRE SIZE THICKNESS X WIDTH Inches	SPRING RATE Lbs.	LOADS AT SOLID Lbs.	MAXIMUM DEFLECTION Inches
HOLE (D) Inches	ROD (d) Inches						
1.000	0.500	1.000	M100-100	.100 X .215	536	268	0.500
		1.250	M100-125	.100 X .215	436	273	0.625
		1.500	M100-150	.100 X .215	336	252	0.750
		1.750	M100-175	.100 X .215	288	252	0.875
		2.000	M100-200	.100 X .215	232	232	1.000
		2.500	M100-250	.100 X .215	200	250	1.250
		3.000	M100-300	.100 X .215	152	228	1.500
		3.500	M100-350	.100 X .215	128	224	1.750
		4.000	M100-400	.100 X .215	120	240	2.000
		4.500	M100-450	.100 X .215	104	234	2.250
		5.000	M100-500	.100 X .215	96	240	2.500
		5.500	M100-550	.100 X .215	88	242	2.750
		6.000	M100-600	.100 X .215	80	240	3.000
		7.000	M100-700	.100 X .215	72	252	3.500
8.000	M100-800	.100 X .215	56	224	4.000		
12.000	M100-1200	.100 X .215	40	240	6.000		
1.250	0.625	1.500	M125-150	.115 X .285	496	372	0.750
		1.750	M125-175	.115 X .285	424	371	0.875
		2.000	M125-200	.115 X .285	352	352	1.000
		2.500	M125-250	.115 X .285	288	360	1.250
		3.000	M125-300	.115 X .285	240	360	1.500
		3.500	M125-350	.115 X .285	200	350	1.750
		4.000	M125-400	.115 X .285	176	352	2.000
		4.500	M125-450	.115 X .285	160	360	2.250
		5.000	M125-500	.115 X .285	136	340	2.500
		5.500	M125-550	.115 X .285	128	352	2.750
		6.000	M125-600	.115 X .285	120	360	3.000
		7.000	M125-700	.115 X .285	104	364	3.500
		8.000	M125-800	.115 X .285	88	352	4.000
		10.000	M125-1000	.115 X .285	72	360	5.000
12.000	M125-1200	.115 X .285	56	336	6.000		

## Anexo S. ACCESORIOS DE TUBERÍA



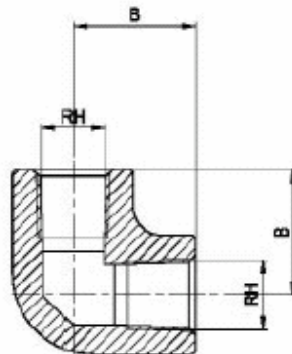
ACCESORIOS ROSCADOS

www.galtecnic.com.ar  
info@galtecnic.com.ar

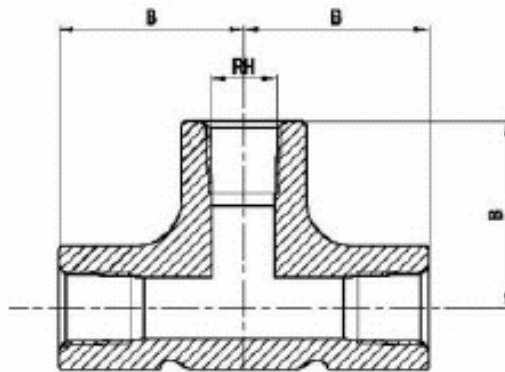
### MATERIALES:

Los ACCESORIOS ROSCADOS GALtecnica pueden ser elaborados en los siguientes materiales:

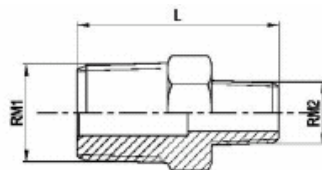
- LATON  
ASTM B-124 para accesorios forjados  
ASTM B-16 para accesorios de barra trefilada
- ACERO AL CARBONO  
ASTM A576
- ACERO INOXIDABLE  
ASTM A-182 GRF316 para accesorios forjados  
ASTM A-276 TP316 para accesorios de barra trefilada



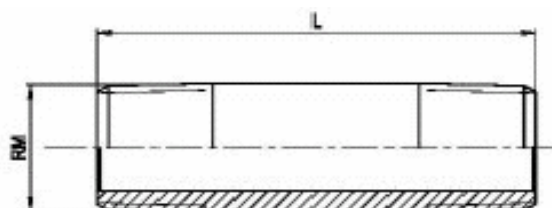
<b>CODO HEMBRA / ELBOW</b>					
<b>Codigo</b>	<b>RH (NPT)</b>	<b>LATON / BRASS</b>		<b>SS316 / INOXIDABLE</b>	
		<b>B</b>	<b>ø orificio</b>	<b>B</b>	<b>ø orificio</b>
10m02	1/8"	14	8.6	16.8	8.3
10m04	1/4"	19.8	10.7	22.4	10.7
10m06	3/8"	21.3	14.2	25.9	14.2
10m08	1/2"	27.7	17.5	31.2	17.5
10m12	3/4"	29.5	22.8	34.5	22.8
10m16	1"	-	-	41.1	28.6



<b>TEE HEMBRA / FEMALE TEE</b>					
<b>Codigo</b>	<b>RH (NPT)</b>	<b>LATON / BRASS</b>		<b>SS316 / INOXIDABLE</b>	
		<b>B</b>	<b>Ø orificio</b>	<b>B</b>	<b>Ø orificio</b>
12m02	1/8"	14	8.3	16.8	8.3
12m04	1/4"	18	10.7	22.4	10.7
12m06	3/8"	19	14.2	25.9	14.2
12m08	1/2"	28	17.5	31.2	17.5
12m12	3/4"	30	22.8	34.5	22.8
12m16	1"	-	-	41.1	28.6



<b>NIPLE REDUCCION / REDUCING NIPPLE</b>								
<b>Codigo</b>	<b>RM1 (NPT)</b>	<b>RM2 (NPT)</b>	<b>LATON / BRASS</b>			<b>SS316 / INOXIDABLE</b>		
			<b>L</b>	<b>Hexágono e/c</b>	<b>Ø orificio</b>	<b>L</b>	<b>Hexágono e/c</b>	<b>Ø orificio</b>
21m0402	1/4"	1/8"	30.2	14.3	4.8	30.2	14.3	4.8
21m0602	3/8"	1/8"	31	17.5	4.8	31	19.1	4.8
21m0604	3/8"	1/4"	35.8	17.5	7.1	35.8	17.5	7.1
21m0804	1/2"	1/4"	41.1	22.2	7.1	41.1	22.2	7.1
21m0806	1/2"	3/8"	41.1	22.2	10.3	41.1	22.2	10.3
21m1204	3/4"	1/4"	-	-	-	45.1	28.6	7.1
21m1208	3/4"	1/2"	47	27	13.5	49.8	28.6	13.5
21m1612	1"	3/4"	52	34.9	18.3	52.5	34.9	18.3



Prefijo 16 para NIPPLE SCH40 (según ASME B36.10M)

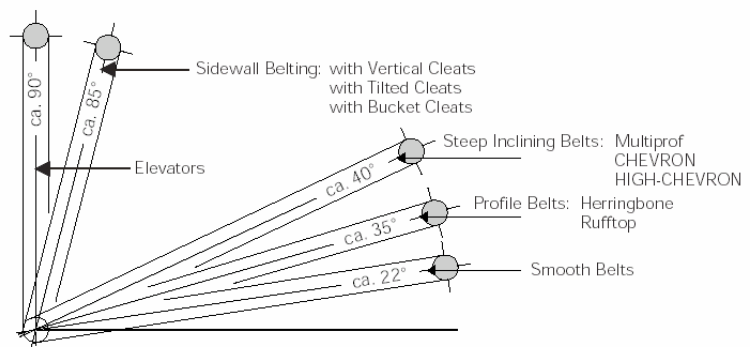
Prefijo 17 para NIPPLE SCH80 (según ASME B36.10M)

<b>NIPPLE LARGO</b>					
<b>Codigo</b>	<b>RM (NPT)</b>	<b>LATON / BRASS</b>		<b>SS316 / INOXIDABLE</b>	
		<b>L</b>	<b>ø exterior</b>	<b>L</b>	<b>ø exterior</b>
16/17m0228	1/8"	28	10.3	28	10.3
16/17m0238	1/8"	38.1	10.3	38.1	10.3
16/17m0438	1/4"	38.1	13.7	38.1	13.7
16/17m0638	3/8"	38.1	17.1	38.1	17.1
16/17m0250	1/8"	50	10.3	50	10.3
16/17m0450	1/4"	50	13.7	50	13.7
16/17m0650	3/8"	50	17.1	50	17.1
16/17m0850	1/2"	50	21.3	50	21.3
16/17m1250	3/4"	50	26.7	50	26.7
16/17m0263	1/8"	63.5	10.3	63.5	10.3
16/17m0463	1/4"	63.5	13.7	63.5	13.7
16/17m0663	3/8"	63.5	17.1	63.5	17.1
16/17m0863	1/2"	63.5	21.3	63.5	21.3
16/17m0275	1/8"	75	10.3	75	10.3
16/17m0475	1/4"	75	13.7	75	13.7
16/17m0675	3/8"	75	17.1	75	17.1
16/17m0875	1/2"	75	21.3	75	21.3
16/17m0275	3/4"	75	26.7	75	26.7
16/17m0289	1/8"	88.9	10.3	88.9	10.3
16/17m0489	1/4"	88.9	13.7	88.9	13.7
16/17m0689	3/8"	88.9	17.1	88.9	17.1
16/17m0889	1/2"	88.9	21.3	88.9	21.3

## Anexo T. INCLINACIONES DE BANDA PERMITIDAS

### Angle of Inclination

The maximum angle of inclination of a belt conveyor depends on the **friction value** between material and belt and **the form of material**. Large lump and moist material decrease the angle of inclination. The method of loading such as direction and rate of feeding are also important criteria. For most bulk loads and belts with a smooth carrying surface, **the limit angle** lies between 18° and 20°. For steeper inclinations up to 90°, profiled belts, belts with cleats or elevator belts are used.





Tel: 828.684.3766  
Fax: 828.684.3768

### Axial Fan Heater

**Wattage:**

- 50 - 175W  
(2 3/8" size)
- 50 - 450W  
(3 1/8" size)
- 50 - 800W  
(4 11/16" size)

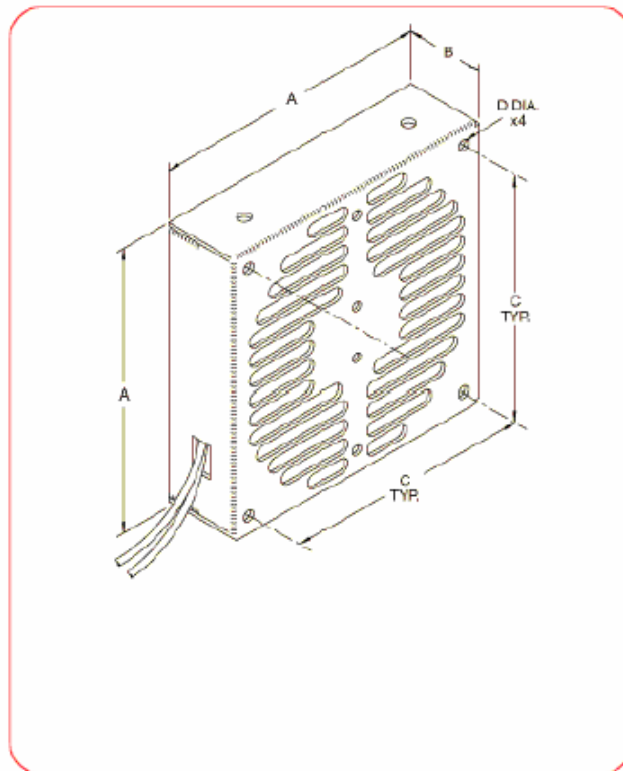
**Voltage:**

- 12V, 20-60W
- 24V, 20-100W
- 48V, 20-100W
- 120V, 100-175W
- 240V, Not Available
- 120V, 100-450W
- 240V, 400-450W
- 120V, 50-800W
- 240V, 200-800W

**Overtemperature Cutout**  
(autoreset thermostat)

- X - No Thermostat
- 1A- 65°C (149°F)
- 1B- 70°C (158°F)
- 1C- 80°C (176°F)
- 1D- 85°C (185°F)
- 1E- 90°C (194°F)
- 1F- 100°C (212°F)
- 1G- 120°C (248°F)
- 1H- 130°C (266°F)
- 1J- 150°C (302°F)

**If a thermostat is specified, it must be used in conjunction with a thermal fuse for UL approved versions.**



## Anexo V. ECUACIONES DE LA ZARANDA

### Posición 1:

Ecuaciones de posición:

$$\vec{r}_{OA} = r_{OA}(\cos\theta_1\hat{i} + \sin\theta_1\hat{j})$$

$$\vec{r}_{AB} = r_{AB}(\cos\theta_2\hat{i} + \sin\theta_2\hat{j})$$

$$\vec{r}_{CB} = r_{CB}(-\sin\alpha\hat{i} + \cos\alpha\hat{j})$$

Ecuaciones de velocidad:

$$V_B = V_A + V_{B/A}$$

$$V_A = \omega(-\hat{k}) \times r_{OA}(\cos\theta_1\hat{i} + \sin\theta_1\hat{j})$$

$$V_{B/A} = \omega_{AB}(\hat{k}) \times r_{AB}(\cos\theta_2\hat{i} + \sin\theta_2\hat{j})$$

$$V_B = V_C + V_{B/C}$$

Como  $V_C = 0$ , entonces:

$$V_B = \omega_{CB}(\hat{k}) \times r_{CB}(-\sin\alpha\hat{i} + \cos\alpha\hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de velocidad, realizando los correspondientes productos cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se tiene una matriz de ecuaciones dos por dos, de donde se hallan  $\omega_{AB}$  y  $\omega_{CB}$

$$-\omega_{CB}r_{CB}\cos\alpha = \omega r_{OA}\sin\theta_1 - \omega_{AB}r_{AB}\sin\theta_2$$

$$-\omega_{CB}r_{CB}\sin\alpha = -\omega r_{OA}\cos\theta_1 + \omega_{AB}r_{AB}\cos\theta_2$$

Para calcular la aceleración del punto B, que es la misma aceleración de la bandeja se tiene:

$$a_B = a_A + a_{B/A}^t + a_{B/A}^n$$

$$a_A = -(\omega)^2 r_{OA} (\cos \theta_1 \hat{i} + \sin \theta_1 \hat{j})$$

$$a_{B/A}^t = \alpha_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$a_{B/A}^n = -(\omega_{AB})^2 \cdot r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$a_B = a_C + a_{B/C}^t + a_{B/C}^n$$

Como  $a_C = 0$ , se obtiene:

$$a_B = \alpha_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j}) - (\omega_{CB})^2 r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de aceleración, realizando los correspondientes productos punto y cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se obtienen dos ecuaciones con dos incógnitas de las cuales se despejan  $\alpha_{AB}$  y  $\alpha_{CB}$ .

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin \alpha = -(\omega)^2 r_{OA} \cos \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \sin \theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos \theta_2$$

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \sin \alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha = -(\omega)^2 r_{OA} \sin \theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin \theta_2$$

Despejando las ecuaciones para la posición 1 se obtiene:

$$\omega_{CB} = \frac{-\omega r_{OA} \sin \theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \sin \theta_2}{r_{CB} \cos \alpha}$$

$$\omega_{CB} = \frac{\omega r_{OA} \cos \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2}{r_{CB} \sin \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{(\omega)^2 r_{OA} \cos \theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \sin \theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos \theta_2 + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin \alpha}{r_{CB} \cos \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{(\omega)^2 r_{OA} \text{sen} \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \text{sen} \theta_2 - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha}{r_{CB} \text{sen} \alpha}$$

$$a_B = (-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \text{sen} \alpha) \hat{i} + (-\alpha_{CB} r_{CB} \text{sen} \alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha) \hat{j}$$

## Posición 2:

Ecuaciones de posición:

$$\vec{r}_{OA} = r_{OA} (\cos \theta_1 \hat{i} - \text{sen} \theta_1 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{AB} = r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \text{sen} \theta_2 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{CB} = r_{CB} (-\text{sen} \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Ecuaciones de velocidad:

$$V_A = \omega (-\hat{k}) \times r_{OA} (\cos \theta_1 \hat{i} - \text{sen} \theta_1 \hat{j})$$

$$V_{B/A} = \omega_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \text{sen} \theta_2 \hat{j})$$

$$V_B = V_C + V_{B/C}$$

Como  $V_C = 0$ , entonces:

$$V_B = \omega_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\text{sen} \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de velocidad, realizando los correspondientes productos cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se tiene una matriz de ecuaciones dos por dos, de donde se hallan  $\omega_{AB}$  y  $\omega_{CB}$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \cos \alpha = -\omega r_{OA} \text{sen} \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \text{sen} \theta_2$$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \text{sen} \alpha = -\omega r_{OA} \cos \theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2$$

Para calcular la aceleración del punto B:

$$a_A = -(\omega)^2 r_{OA} (\cos \theta_1 \hat{i} - \sin \theta_1 \hat{j})$$

$$a_{B/A} t = \alpha_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$a_{B/A} n = -(\omega_{AB})^2 \cdot r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$a_B = a_C + a_{B/C} t + a_{B/C} n$$

Como  $a_C = 0$ , se obtiene:

$$a_B = \alpha_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j}) - (\omega_{CB})^2 r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de aceleración, realizando los correspondientes productos punto y cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se obtienen dos ecuaciones con dos incógnitas de las cuales se despejan  $\alpha_{AB}$  y  $\alpha_{CB}$ .

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin \alpha = -(\omega)^2 r_{OA} \cos \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \sin \theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos \theta_2$$

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \sin \alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha = (\omega)^2 r_{OA} \sin \theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin \theta_2$$

Despejando las ecuaciones para la posición 2 se obtiene:

$$\omega_{CB} = \frac{\omega r_{OA} \sin \theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \sin \theta_2}{r_{CB} \cos \alpha}$$

$$\omega_{CB} = \frac{\omega r_{OA} \cos \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2}{r_{CB} \sin \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{(\omega)^2 r_{OA} \cos \theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \sin \theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos \theta_2 + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin \alpha}{r_{CB} \cos \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{-(\omega)^2 r_{OA} \sin \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin \theta_2 - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha}{r_{CB} \sin \alpha}$$

$$a_B = (-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin \alpha) \hat{i} + (-\alpha_{CB} r_{CB} \sin \alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha) \hat{j}$$

### Posición 3:

Ecuaciones de posición:

$$\vec{r}_{OA} = r_{OA} (-\cos \theta_1 \hat{i} - \sin \theta_1 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{AB} = r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{CB} = r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Ecuaciones de velocidad:

$$V_A = \omega (-\hat{k}) \times r_{OA} (-\cos \theta_1 \hat{i} - \sin \theta_1 \hat{j})$$

$$V_{B/A} = \omega_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \sin \theta_2 \hat{j})$$

$$V_B = V_C + V_{B/C}$$

Como  $V_C = 0$ , entonces:

$$V_B = \omega_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\sin \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de velocidad, realizando los correspondientes productos cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se tiene una matriz de ecuaciones dos por dos, de donde se hallan  $\omega_{AB}$  y  $\omega_{CB}$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \cos \alpha = -\omega r_{OA} \sin \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \sin \theta_2$$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \sin \alpha = \omega r_{OA} \cos \theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2$$

Para calcular la aceleración del punto B, que es la misma aceleración de la bandeja se tiene:

$$a_A = -(\omega)^2 r_{OA} (-\cos\theta_1 \hat{i} - \sin\theta_1 \hat{j})$$

$$a_{B/A}^t = \alpha_{AB}(\hat{k}) \times r_{AB} (\cos\theta_2 \hat{i} + \sin\theta_2 \hat{j})$$

$$a_{B/A}^n = -(\omega_{AB})^2 \cdot r_{AB} (\cos\theta_2 \hat{i} + \sin\theta_2 \hat{j})$$

$$a_B = a_C + a_{B/C}^t + a_{B/C}^n$$

Como  $a_C = 0$ , se obtiene:

$$a_B = \alpha_{CB}(\hat{k}) \times r_{CB} (-\sin\alpha \hat{i} + \cos\alpha \hat{j}) - (\omega_{CB})^2 r_{CB} (-\sin\alpha \hat{i} + \cos\alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de aceleración, realizando los correspondientes productos punto y cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se obtienen dos ecuaciones con dos incógnitas de las cuales se despejan  $\alpha_{AB}$  y  $\alpha_{CB}$ .

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \cos\alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin\alpha = (\omega)^2 r_{OA} \cos\theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \sin\theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos\theta_2$$

$$-\alpha_{CB} r_{CB} \sin\alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos\alpha = (\omega)^2 r_{OA} \sin\theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \cos\theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin\theta_2$$

Despejando las ecuaciones para la posición 1 se obtiene:

$$\omega_{CB} = \frac{\omega r_{OA} \sin\theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \sin\theta_2}{r_{CB} \cos\alpha}$$

$$\omega_{CB} = \frac{-\omega r_{OA} \cos\theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \cos\theta_2}{r_{CB} \sin\alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{-(\omega)^2 r_{OA} \cos\theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \sin\theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos\theta_2 + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin\alpha}{r_{CB} \cos\alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{-(\omega)^2 r_{OA} \text{sen } \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \text{sen } \theta_2 - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha}{r_{CB} \text{sen } \alpha}$$

$$a_B = (-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \text{sen } \alpha) \hat{i} + (-\alpha_{CB} r_{CB} \text{sen } \alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos \alpha) \hat{j}$$

#### Posición 4:

Ecuaciones de posición:

$$\vec{r}_{OA} = r_{OA} (-\cos \theta_1 \hat{i} + \text{sen } \theta_1 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{AB} = r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \text{sen } \theta_2 \hat{j})$$

$$\vec{r}_{CB} = r_{CB} (-\text{sen } \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Ecuaciones de velocidad:

$$V_A = \omega (-\hat{k}) \times r_{OA} (-\cos \theta_1 \hat{i} + \text{sen } \theta_1 \hat{j})$$

$$V_{B/A} = \omega_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos \theta_2 \hat{i} + \text{sen } \theta_2 \hat{j})$$

$$V_B = V_C + V_{B/C}$$

Como  $V_C = 0$ , entonces:

$$V_B = \omega_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\text{sen } \alpha \hat{i} + \cos \alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de velocidad, realizando los correspondientes productos cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se tiene una matriz de ecuaciones dos por dos, de donde se hallan  $\omega_{AB}$  y  $\omega_{CB}$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \cos \alpha = \omega r_{OA} \text{sen } \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \text{sen } \theta_2$$

$$-\omega_{CB} r_{CB} \text{sen } \alpha = \omega r_{OA} \cos \theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2$$

Para calcular la aceleración del punto B:

$$\begin{aligned}
a_A &= -(\omega)^2 r_{OA} (-\cos\theta_1 \hat{i} + \sin\theta_1 \hat{j}) \\
a_{B/A} \hat{t} &= \alpha_{AB} (\hat{k}) \times r_{AB} (\cos\theta_2 \hat{i} + \sin\theta_2 \hat{j}) \\
a_{B/A} \hat{n} &= -(\omega_{AB})^2 \cdot r_{AB} (\cos\theta_2 \hat{i} + \sin\theta_2 \hat{j}) \\
a_B &= a_C + a_{B/C} \hat{t} + a_{B/C} \hat{n}
\end{aligned}$$

Como  $a_C = 0$ , se obtiene:

$$a_B = \alpha_{CB} (\hat{k}) \times r_{CB} (-\sin\alpha \hat{i} + \cos\alpha \hat{j}) - (\omega_{CB})^2 r_{CB} (-\sin\alpha \hat{i} + \cos\alpha \hat{j})$$

Remplazando en la primera ecuación de aceleración, realizando los correspondientes productos punto y cruz e igualando las componentes  $\hat{i}$  y  $\hat{j}$  se obtienen dos ecuaciones con dos incógnitas de las cuales se despejan  $\alpha_{AB}$  y  $\alpha_{CB}$ .

$$\begin{aligned}
-\alpha_{CB} r_{CB} \cos\alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin\alpha &= (\omega)^2 r_{OA} \cos\theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \sin\theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos\theta_2 \\
-\alpha_{CB} r_{CB} \sin\alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos\alpha &= -(\omega)^2 r_{OA} \sin\theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \cos\theta_2 - (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin\theta_2
\end{aligned}$$

Despejando las ecuaciones para la posición 4 se obtiene:

$$\omega_{CB} = \frac{-\omega r_{OA} \sin\theta_1 + \omega_{AB} r_{AB} \sin\theta_2}{r_{CB} \cos\alpha}$$

$$\omega_{CB} = \frac{-\omega r_{OA} \cos\theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \cos\theta_2}{r_{CB} \sin\alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{-(\omega)^2 r_{OA} \cos\theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \sin\theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \cos\theta_2 + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin\alpha}{r_{CB} \cos\alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{(\omega)^2 r_{OA} \sin\theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \cos\theta_2 + (\omega_{AB})^2 r_{AB} \sin\theta_2 - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos\alpha}{r_{CB} \sin\alpha}$$

$$a_B = (-\alpha_{CB} r_{CB} \cos\alpha + (\omega_{CB})^2 r_{CB} \sin\alpha) \hat{i} + (-\alpha_{CB} r_{CB} \sin\alpha - (\omega_{CB})^2 r_{CB} \cos\alpha) \hat{j}$$

$$\omega_{CB} = \frac{-\omega r_{OA} \cos \theta_1 - \omega_{AB} r_{AB} \cos \theta_2}{r_{CB} \sin \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{-\left(\omega\right)^2 r_{OA} \cos \theta_1 + \alpha_{AB} r_{AB} \sin \theta_2 + \left(\omega_{AB}\right)^2 r_{AB} \cos \theta_2 + \left(\omega_{CB}\right)^2 r_{CB} \sin \alpha}{r_{CB} \cos \alpha}$$

$$\alpha_{CB} = \frac{\left(\omega\right)^2 r_{OA} \sin \theta_1 - \alpha_{AB} r_{AB} \cos \theta_2 + \left(\omega_{AB}\right)^2 r_{AB} \sin \theta_2 - \left(\omega_{CB}\right)^2 r_{CB} \cos \alpha}{r_{CB} \sin \alpha}$$

$$a_B = \left(-\alpha_{CB} r_{CB} \cos \alpha + \left(\omega_{CB}\right)^2 r_{CB} \sin \alpha\right) \hat{i} + \left(-\alpha_{CB} r_{CB} \sin \alpha - \left(\omega_{CB}\right)^2 r_{CB} \cos \alpha\right) \hat{j}$$

## Anexo W. PLANOS

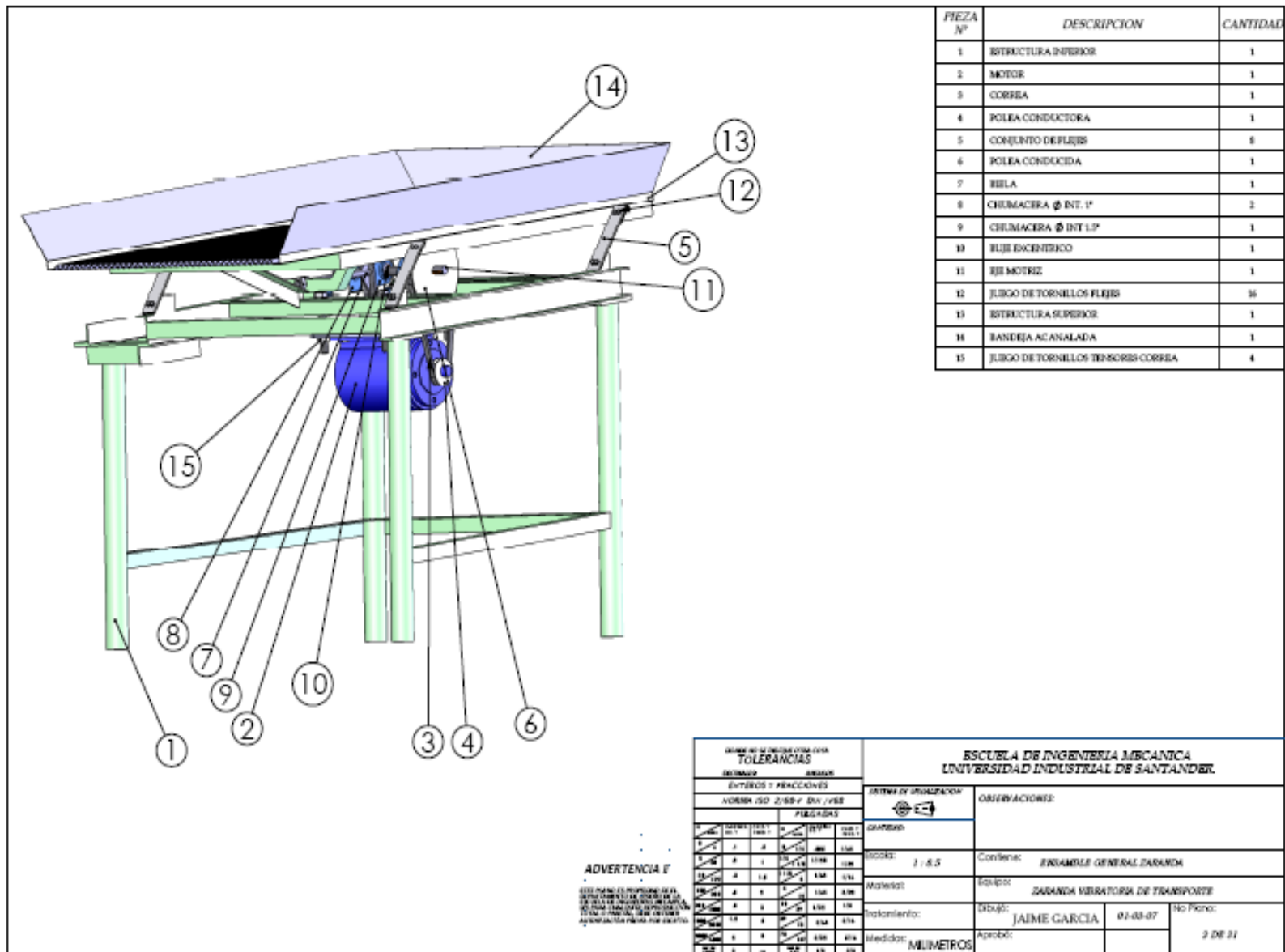
Nº PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	ESTRUCTURA	1
2	BANDA PLANA	1
3	JUGOS DE TORNILLO SUJECION TACO	24
4	TACO DE MADERA	12
5	GUARDAS	2
6	LISTON DE MADERA	2
7	JUGO DE TORNILLO SUJECION LISTON - GUARDA	26
8	JUGO DE TORNILLOS SUJECION ESTRUCTURA-LISTON	14
9	RODILLO CONDUCTOR	1
10	JUGO DE TORNILLOS SUJECION CHUMACERA	8
11	CHUMACERAS	4
12	RUEDAS	4
13	JUGO DE TORNILLOS SUJECION RUEDAS	16
14	RODILLO CONDUCTOR	1
15	SPROCKET CONDUCTOR	1
16	CADENA	1
17	SPROCKET CONDUCTOR	1
18	MOTORREDUCTOR	1
19	ESPARRAGO TENSOR CADENA	4

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTEROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE UNIDADES	
MILIMETROS		SI	
MILIMETROS		SI	
MILIMETROS		SI	
0.1	0.05	0.05	0.05
0.2	0.1	0.1	0.1
0.3	0.15	0.15	0.15
0.4	0.2	0.2	0.2
0.5	0.25	0.25	0.25
0.6	0.3	0.3	0.3
0.7	0.35	0.35	0.35
0.8	0.4	0.4	0.4
0.9	0.45	0.45	0.45
1.0	0.5	0.5	0.5
1.5	0.75	0.75	0.75
2.0	1.0	1.0	1.0
3.0	1.5	1.5	1.5
4.0	2.0	2.0	2.0
5.0	2.5	2.5	2.5
6.0	3.0	3.0	3.0
8.0	4.0	4.0	4.0
10.0	5.0	5.0	5.0
15.0	7.5	7.5	7.5
20.0	10.0	10.0	10.0
30.0	15.0	15.0	15.0
40.0	20.0	20.0	20.0
50.0	25.0	25.0	25.0
60.0	30.0	30.0	30.0
80.0	40.0	40.0	40.0
100.0	50.0	50.0	50.0

**ADVERTENCIA I**

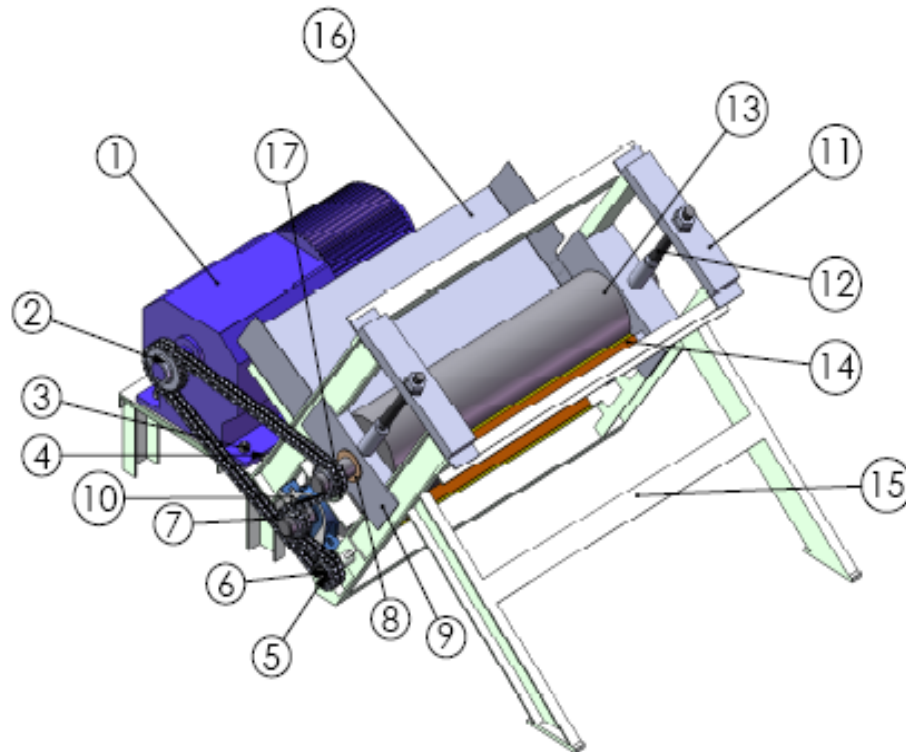
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SE PROHIBE REPRODUCIRLO, COPIARLO O DISTRIBUIRLO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA ADMINISTRACION PARA SU USO.

SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
SI			
Escala:	1:15	Contiene:	ENSAMBLE BANDA TRANSPORTADORA
Materia:		Tempo:	BANDA TRANSPORTADORA MOVIL
Proyecto:		Usuario:	JAIME GARCIA
Medida:	MILIMETROS	Aprobado:	01-03-07
		No Plano:	
			1 DE 31



**ADVERTENCIA I'**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SI SE REPRODUCE O SE DIFUNDE SIN EL CONSENTIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD, SE LE CONSIDERARA UNA FALTA Y SE LE APLICARA LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

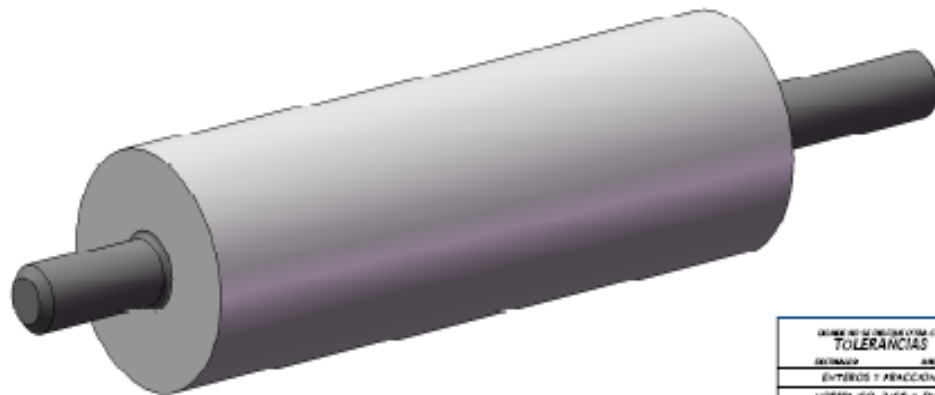
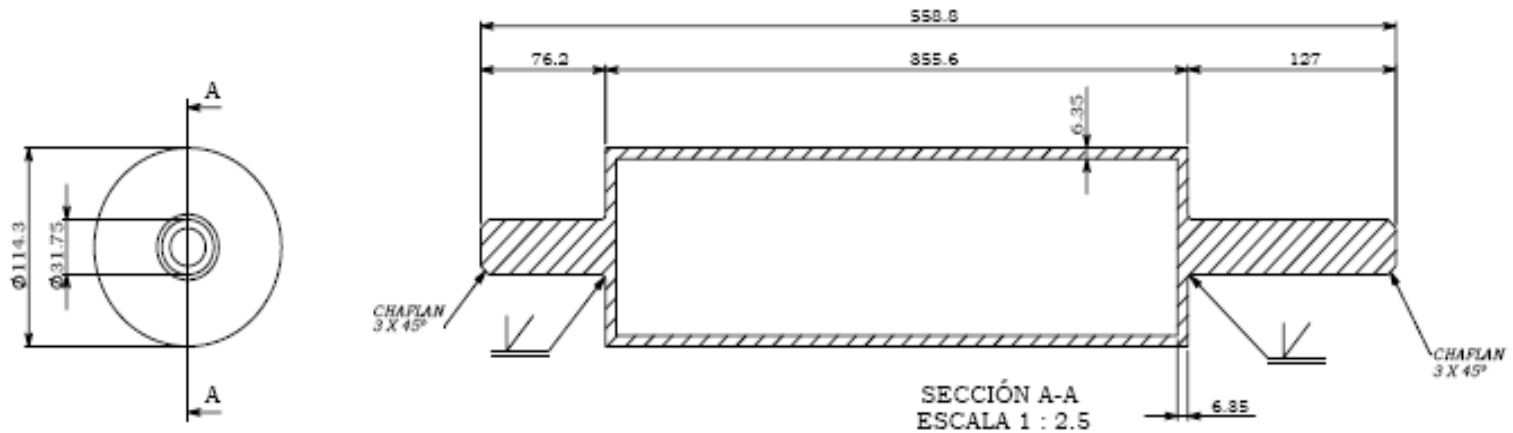
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA																																	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER																																	
ESTADIOS Y FRACCIONES NORMA ISO 2:1984 DIN / VDI		SISTEMA DE NORMALIZACION 																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FRACCIONES</th> <th colspan="2">ESTADIOS</th> </tr> <tr> <th>NUMERADOR</th> <th>DESIG. SIMB.</th> <th>DESIG. SIMB.</th> <th>DESIG. SIMB.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/2</td> <td>1/2</td> <td>1/2</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>1/4</td> <td>1/4</td> <td>1/4</td> <td>1/4</td> </tr> <tr> <td>3/8</td> <td>3/8</td> <td>3/8</td> <td>3/8</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>1/2</td> <td>1/2</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>3/4</td> <td>3/4</td> <td>3/4</td> <td>3/4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		FRACCIONES		ESTADIOS		NUMERADOR	DESIG. SIMB.	DESIG. SIMB.	DESIG. SIMB.	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1	OBSERVACIONES: Escala: 1 : 1.5 Material: Tratamiento: Medida: MILIMETROS	
FRACCIONES		ESTADIOS																																	
NUMERADOR	DESIG. SIMB.	DESIG. SIMB.	DESIG. SIMB.																																
1/2	1/2	1/2	1/2																																
1/4	1/4	1/4	1/4																																
3/8	3/8	3/8	3/8																																
1/2	1/2	1/2	1/2																																
3/4	3/4	3/4	3/4																																
1	1	1	1																																
CONTENIDO: Envase: ENVASE GENERAL ZARANDA		EQUIPO: Zaranda Vibratoria de Transporte																																	
DISEÑADO POR: JAIME GARCIA		FECHA: 01-03-07																																	
APROBADO POR: No Firma:		PAGINA: 2 DE 21																																	



Nº PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	MOTORREDUCTOR	1
2	PIÑON CONDUCTOR	1
3	CONJUNTO DE TORNILLOS SUJECION MOTORREDUCTOR	4
4	CONJUNTO DE TORNILLOS TENSORES DE CADENA	2
5	RODAMIENTOS DE BOLA	2
6	PIÑON DE INVERSION DE GIRO	1
7	PIÑON CONDUcido	2
8	BIJE SOPORTE LAMINADOR	2
9	SOPORTE	2
10	CHUMACERIAS	2
11	TAPA SOPORTE	2
12	TORNILLOS DE CALIBRACION	2
13	RODILLOS LAMINADORES	2
14	JUEGO DE RASPADORES	2
15	ESTRUCTURA	1
16	BANDEJA DE ALIMENTACION	1
17	RESORTES	2
18	CADENA DOBLE	1

**ADVERTENCIA I**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SE PROHIBE REPRODUCIRLO, COPIARLO O UTILIZARLO SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER TOLERANCIAS		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTEROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE REALIZACION	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		OBSERVACIONES:	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		CONTENIDO: CONJUNTO LAMINADOR	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		EQUIPO: LAMINADOR DE VENA	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		DISEÑO: JAIME GARCIA 01/03/07 No Plano:	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		APROBADO: Aprobado: 3 DE 31	
NORMA ISO 2-1987 Sin / SIN		MEDIDAS: MILIMETROS	

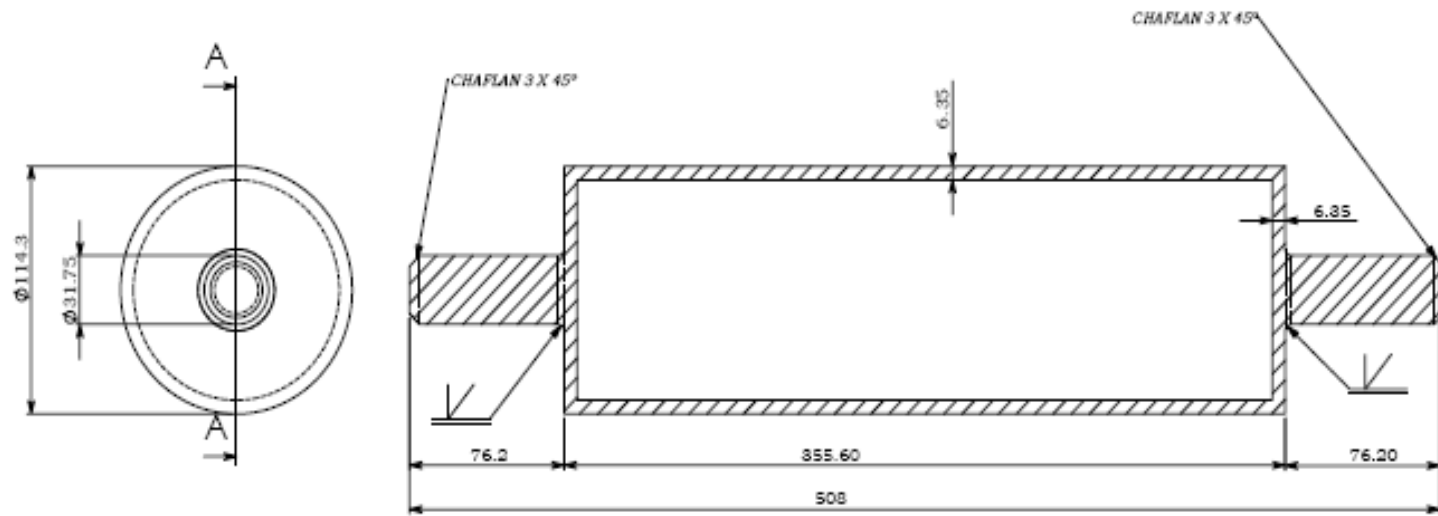


**ADVERTENCIA F**  
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO, NI PUBLICADO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA INSTITUCION.

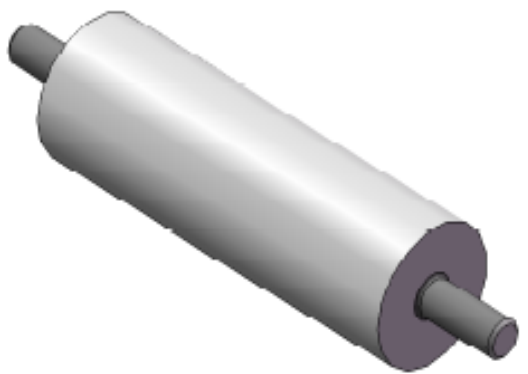
UNIDAD DE INGENIERIA MECANICA TOLERANCIAS				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
SISTEMA Y PRECISIONES				SISTEMA DE UNIDADES			
NORMA ISO 2768 Y DIN 7185				MILIMETROS			
DESIGNACION	PRECISIONES	DESIGNACION	PRECISIONES	DESIGNACION	PRECISIONES	DESIGNACION	PRECISIONES
FS	±0.05	FS	±0.05	FS	±0.05	FS	±0.05
F6	±0.015	F6	±0.015	F6	±0.015	F6	±0.015
F7	±0.025	F7	±0.025	F7	±0.025	F7	±0.025
F8	±0.035	F8	±0.035	F8	±0.035	F8	±0.035
F9	±0.050	F9	±0.050	F9	±0.050	F9	±0.050
F10	±0.075	F10	±0.075	F10	±0.075	F10	±0.075
F11	±0.100	F11	±0.100	F11	±0.100	F11	±0.100
F12	±0.150	F12	±0.150	F12	±0.150	F12	±0.150
F13	±0.200	F13	±0.200	F13	±0.200	F13	±0.200
F14	±0.300	F14	±0.300	F14	±0.300	F14	±0.300
F15	±0.500	F15	±0.500	F15	±0.500	F15	±0.500
F16	±0.800	F16	±0.800	F16	±0.800	F16	±0.800
F17	±1.200	F17	±1.200	F17	±1.200	F17	±1.200
F18	±2.000	F18	±2.000	F18	±2.000	F18	±2.000
F19	±3.000	F19	±3.000	F19	±3.000	F19	±3.000
F20	±5.000	F20	±5.000	F20	±5.000	F20	±5.000
F21	±7.000	F21	±7.000	F21	±7.000	F21	±7.000
F22	±10.000	F22	±10.000	F22	±10.000	F22	±10.000
F23	±15.000	F23	±15.000	F23	±15.000	F23	±15.000
F24	±25.000	F24	±25.000	F24	±25.000	F24	±25.000
F25	±50.000	F25	±50.000	F25	±50.000	F25	±50.000
F26	±75.000	F26	±75.000	F26	±75.000	F26	±75.000
F27	±100.000	F27	±100.000	F27	±100.000	F27	±100.000
F28	±150.000	F28	±150.000	F28	±150.000	F28	±150.000
F29	±250.000	F29	±250.000	F29	±250.000	F29	±250.000
F30	±500.000	F30	±500.000	F30	±500.000	F30	±500.000
F31	±750.000	F31	±750.000	F31	±750.000	F31	±750.000
F32	±1000.000	F32	±1000.000	F32	±1000.000	F32	±1000.000

CATEDRO: <b>IX MAQUINA</b>		OBSERVACIONES:	
Escala: <b>1 : 2.5</b>		<b>TEMPLE SUPERFICIAL PARA EVITAR EL DESGASTE PRODUCIDO POR LA BANDA</b>	
Material: <b>SAE 1020</b>		Contiene: <b>RODILLO CONDUCCION</b>	
Tratamiento: <b>TEMPLE</b>		Equipo: <b>BANDA TRANSPORTADORA MOVIL</b>	
Medidas: <b>NUMEROS</b>		Diseño: <b>JAIME GARCIA 01-03-07</b>	
		Aprobado: _____	
		Hoja: <b>4 DE 31</b>	



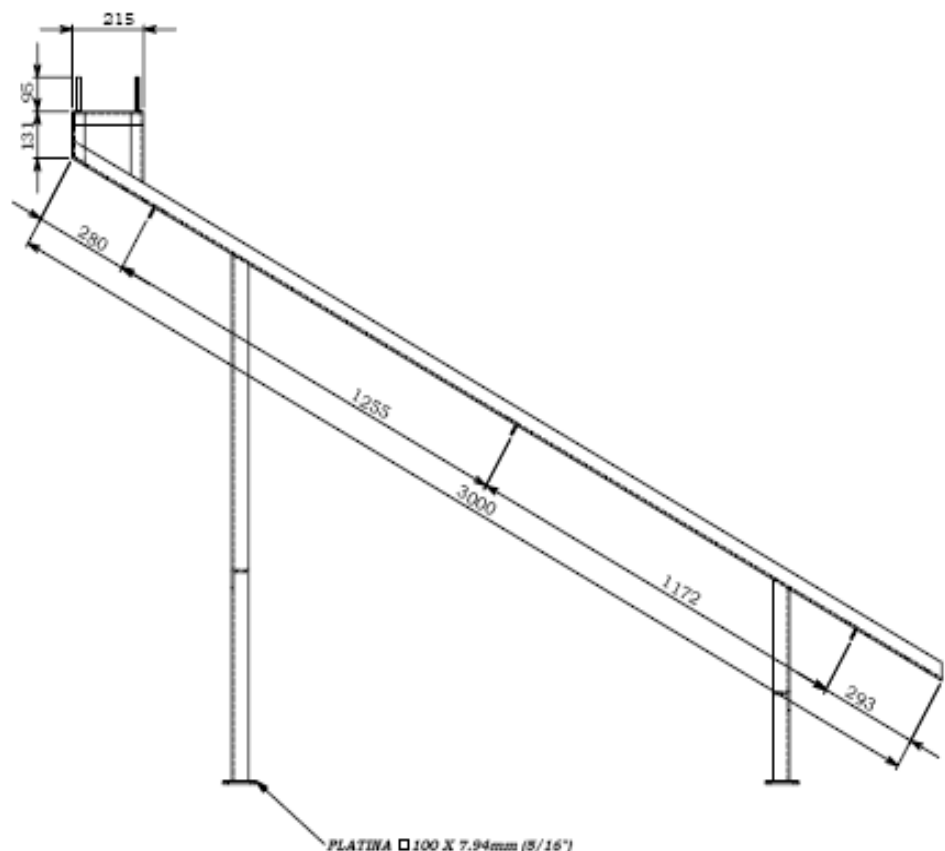
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2



**ADVERTENCIA F**  
ESTE PLANO DE PROYECTO DEBE SER LEÍDO EN SU CONJUNTO CON LOS PLANOS DE DETALLE DE LAS PARTES QUE SE MUESTRAN EN EL MISMO, PARA EVITAR ERRORES EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL PRODUCTO. SE ASESORARÁ PARA SU ENTENIMIENTO.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA TECNOLÓGICA <b>TOLERANCIAS</b> SISTEMA: BRUNNEN ENTRENOS Y FRACCIONES NORMA ISO 2768-2m / v98 PIEZAS:		<b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO</b> <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESIGNACIÓN</th> <th>ENTRENOS</th> <th>FRACCIONES</th> <th>DESIGNACIÓN</th> <th>ENTRENOS</th> <th>FRACCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AS</td> <td>12</td> <td>1/12</td> <td>MS</td> <td>12</td> <td>1/12</td> </tr> <tr> <td>AN</td> <td>18</td> <td>1/18</td> <td>MS</td> <td>18</td> <td>1/18</td> </tr> <tr> <td>AV</td> <td>24</td> <td>1/24</td> <td>MS</td> <td>24</td> <td>1/24</td> </tr> <tr> <td>AW</td> <td>30</td> <td>1/30</td> <td>MS</td> <td>30</td> <td>1/30</td> </tr> <tr> <td>AX</td> <td>36</td> <td>1/36</td> <td>MS</td> <td>36</td> <td>1/36</td> </tr> <tr> <td>AY</td> <td>45</td> <td>1/45</td> <td>MS</td> <td>45</td> <td>1/45</td> </tr> <tr> <td>AZ</td> <td>60</td> <td>1/60</td> <td>MS</td> <td>60</td> <td>1/60</td> </tr> <tr> <td>BA</td> <td>90</td> <td>1/90</td> <td>MS</td> <td>90</td> <td>1/90</td> </tr> <tr> <td>BB</td> <td>120</td> <td>1/120</td> <td>MS</td> <td>120</td> <td>1/120</td> </tr> <tr> <td>BC</td> <td>150</td> <td>1/150</td> <td>MS</td> <td>150</td> <td>1/150</td> </tr> <tr> <td>BD</td> <td>180</td> <td>1/180</td> <td>MS</td> <td>180</td> <td>1/180</td> </tr> <tr> <td>BE</td> <td>225</td> <td>1/225</td> <td>MS</td> <td>225</td> <td>1/225</td> </tr> <tr> <td>BF</td> <td>270</td> <td>1/270</td> <td>MS</td> <td>270</td> <td>1/270</td> </tr> <tr> <td>BG</td> <td>315</td> <td>1/315</td> <td>MS</td> <td>315</td> <td>1/315</td> </tr> <tr> <td>BH</td> <td>360</td> <td>1/360</td> <td>MS</td> <td>360</td> <td>1/360</td> </tr> </tbody> </table>		DESIGNACIÓN	ENTRENOS	FRACCIONES	DESIGNACIÓN	ENTRENOS	FRACCIONES	AS	12	1/12	MS	12	1/12	AN	18	1/18	MS	18	1/18	AV	24	1/24	MS	24	1/24	AW	30	1/30	MS	30	1/30	AX	36	1/36	MS	36	1/36	AY	45	1/45	MS	45	1/45	AZ	60	1/60	MS	60	1/60	BA	90	1/90	MS	90	1/90	BB	120	1/120	MS	120	1/120	BC	150	1/150	MS	150	1/150	BD	180	1/180	MS	180	1/180	BE	225	1/225	MS	225	1/225	BF	270	1/270	MS	270	1/270	BG	315	1/315	MS	315	1/315	BH	360	1/360	MS	360	1/360	OBSERVACIONES: TEMPLE SUPERFICIAL PARA EVITAR DESGASTE EXCESIVO	
DESIGNACIÓN	ENTRENOS	FRACCIONES	DESIGNACIÓN	ENTRENOS	FRACCIONES																																																																																														
AS	12	1/12	MS	12	1/12																																																																																														
AN	18	1/18	MS	18	1/18																																																																																														
AV	24	1/24	MS	24	1/24																																																																																														
AW	30	1/30	MS	30	1/30																																																																																														
AX	36	1/36	MS	36	1/36																																																																																														
AY	45	1/45	MS	45	1/45																																																																																														
AZ	60	1/60	MS	60	1/60																																																																																														
BA	90	1/90	MS	90	1/90																																																																																														
BB	120	1/120	MS	120	1/120																																																																																														
BC	150	1/150	MS	150	1/150																																																																																														
BD	180	1/180	MS	180	1/180																																																																																														
BE	225	1/225	MS	225	1/225																																																																																														
BF	270	1/270	MS	270	1/270																																																																																														
BG	315	1/315	MS	315	1/315																																																																																														
BH	360	1/360	MS	360	1/360																																																																																														
CHATEADO: <b>EX MAQUINA</b>		Contiene: <b>RODILLO CONDUCIDO</b>																																																																																																	
Escala: <b>1 : 2</b>		Equipo: <b>BANDA TRANSPORTADORA MOVIE</b>																																																																																																	
Material: <b>S45C</b>		Dibujo: <b>JAIRO GARCIA</b> #1-03-07      No Plano:																																																																																																	
Tratamiento: <b>TEMPLE</b>		Aprobó:																																																																																																	
Medida: <b>MILIMETROS</b>		<b>S.D.E.H</b>																																																																																																	

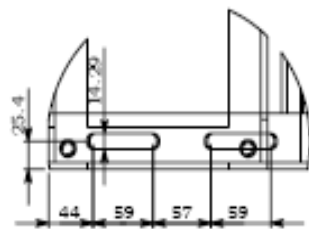
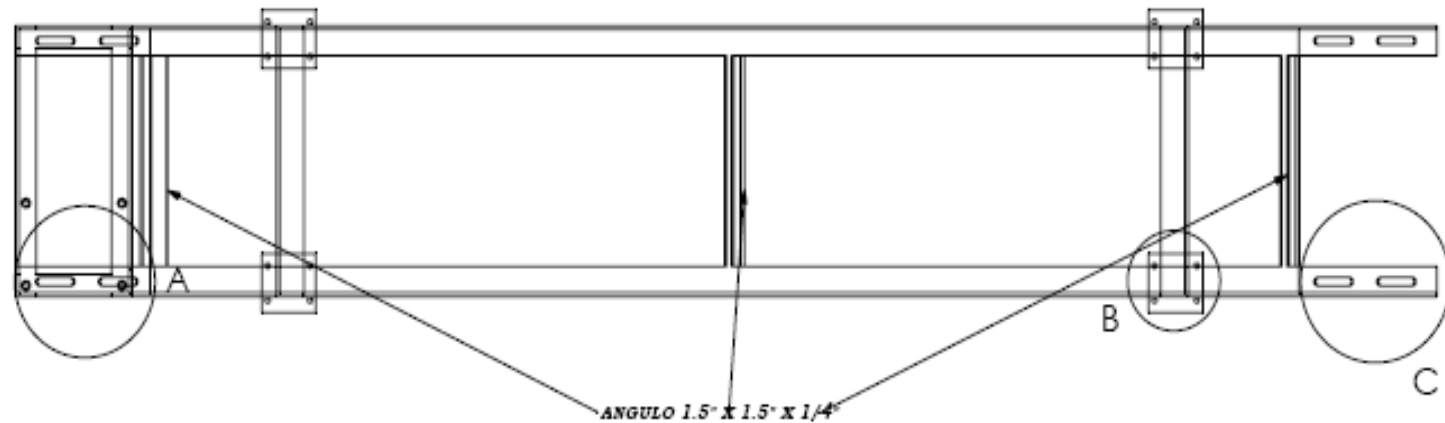




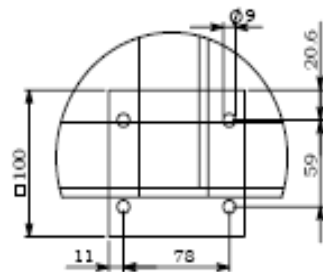
PLATINA □ 100 X 7.94mm (5/16)

**ADVERTENCIA 1'**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SI SE HICIERA USO DE EL PARA ALGUNA OTRAS FINALIDAD SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER SE CONSIDERARA FURTO DE DISEÑO.

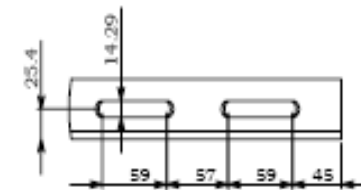
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA -DEPARTAMENTO DE DISEÑO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	
TOLERANCIAS DECIMALES    ANGALES EXTEROS Y FRACCIONES NORMA ISO 2:88-2 EN /PSE	SISTEMA DE UNIDADES SI
PREGUNTA 1. ¿CUAL ES EL MATERIAL DE LA PLATINA? 2. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 3. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 4. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 5. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 6. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 7. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 8. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 9. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA? 10. ¿CUAL ES EL TIPO DE SOLDADURA?	OBSERVACIONES: A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO SE UTILIZO PERFIL EN ANGULO 2" X 2" X 1/4"
MATERIAL: ASTM A-36	EQUIPO: BANDA TRANSPORTADORA MOVIL
DISEÑO: J.A.	FECHA: 01-03-07
MEDIDA: MILIMETROS	No Firma: 7 DE 21



DETALLE A  
ESCALA 1 : 4



DETALLE B  
ESCALA 1 : 3

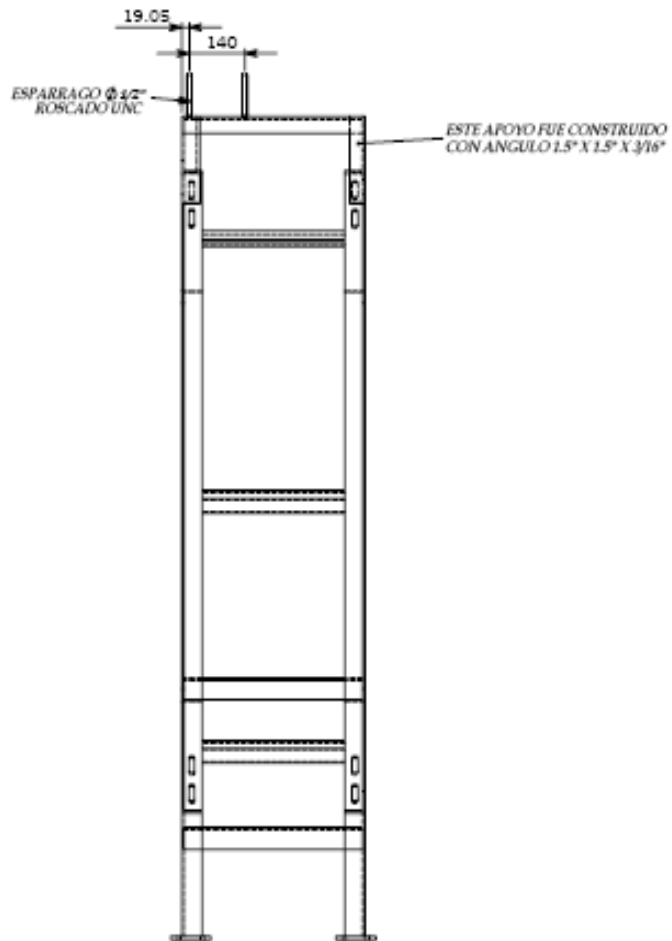


DETALLE C  
ESCALA 2 : 7.5

**ADVERTENCIA F**  
 ESTE PLANO ES PROPRIEDAD DE LA  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA  
 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
 NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO,  
 NI SU CONTENIDO UTILIZADO SIN EL  
 ASIENTO Y FIRMADO DEL DISEÑADOR.  
 AUTORIZACION PARA SU USO:

NOMBRE DE LA EMPRESA Y DEL DISEÑADOR		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
ENTREROS Y FRACCIONES		A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO SE UTILIZO PERFIL EN ANGULO 2" X 2" X 1/4"	
NORMA ISO 2566 DIN / VES		ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA	
PIEGADOS		BANDA TRANSPORTADORA MOVIL	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100
10	100	10	100
11	100	11	100
12	100	12	100
13	100	13	100
14	100	14	100
15	100	15	100
16	100	16	100
17	100	17	100
18	100	18	100
19	100	19	100
20	100	20	100

SISTEMA DE UNIDADES 	OBSERVACIONES: A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO SE UTILIZO PERFIL EN ANGULO 2" X 2" X 1/4"
DISEÑO: <b>1 X MAQUINA</b>	CONTENIDO: ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA
ESCALA: <b>1:7.5</b>	TÍTULO: BANDA TRANSPORTADORA MOVIL
MATERIAL: <b>ASTM A -36</b>	DISEÑADOR: <b>JOAQUIN GARCIA</b>
TRATAMIENTO: <b>KA</b>	FECHA: <b>01-03-07</b>
MEDIDA: <b>MILIMETROS</b>	APROBADO: No Firmo: <b>9 DE 31</b>

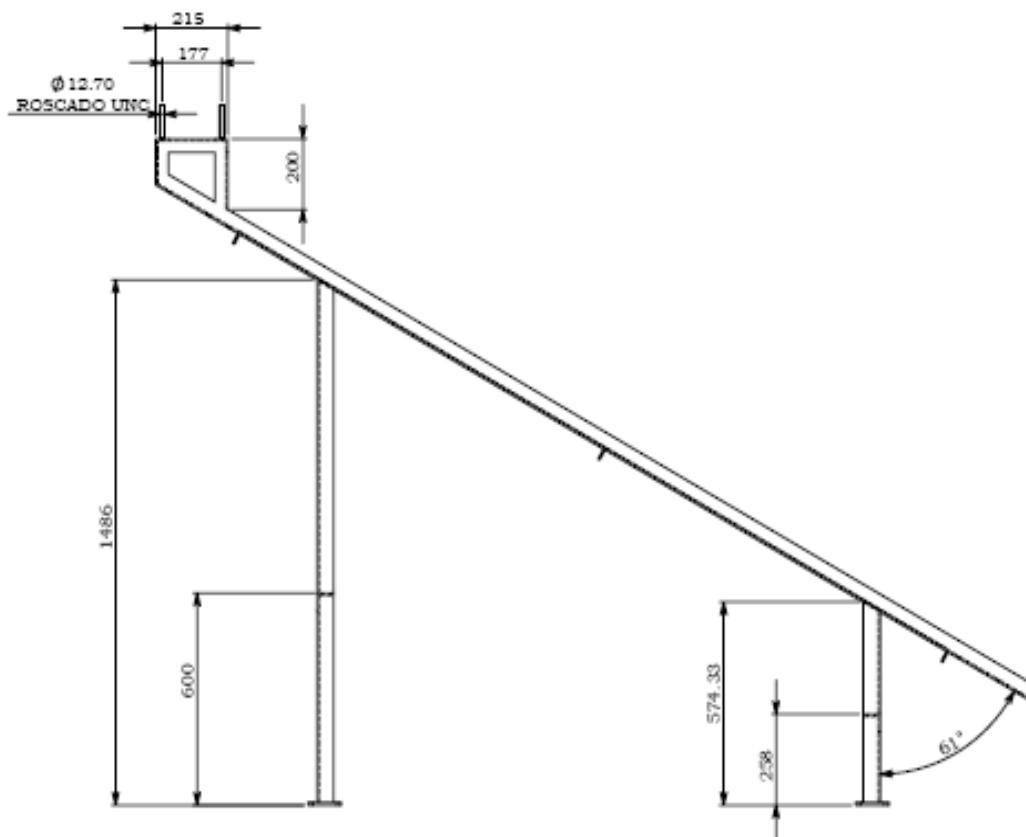


**ADVERTENCIA F**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL, SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
ENTREROS Y FRACCIONES				SISTEMA DE UNIDADES			
NORMA ISO 2768-M				SISTEMA DE UNIDADES			
NORMA ISO 2768-M				SISTEMA DE UNIDADES			
±0.15	±0.10	±0.075	±0.05	±0.15	±0.10	±0.075	±0.05
±0.30	±0.20	±0.15	±0.10	±0.30	±0.20	±0.15	±0.10
±0.45	±0.30	±0.225	±0.15	±0.45	±0.30	±0.225	±0.15
±0.60	±0.40	±0.30	±0.20	±0.60	±0.40	±0.30	±0.20
±0.75	±0.50	±0.375	±0.25	±0.75	±0.50	±0.375	±0.25
±0.90	±0.60	±0.45	±0.30	±0.90	±0.60	±0.45	±0.30
±1.05	±0.70	±0.525	±0.35	±1.05	±0.70	±0.525	±0.35
±1.20	±0.80	±0.60	±0.40	±1.20	±0.80	±0.60	±0.40
±1.35	±0.90	±0.675	±0.45	±1.35	±0.90	±0.675	±0.45
±1.50	±1.00	±0.75	±0.50	±1.50	±1.00	±0.75	±0.50
±1.65	±1.10	±0.825	±0.55	±1.65	±1.10	±0.825	±0.55
±1.80	±1.20	±0.90	±0.60	±1.80	±1.20	±0.90	±0.60
±1.95	±1.30	±0.975	±0.65	±1.95	±1.30	±0.975	±0.65
±2.10	±1.40	±1.05	±0.70	±2.10	±1.40	±1.05	±0.70
±2.25	±1.50	±1.125	±0.75	±2.25	±1.50	±1.125	±0.75
±2.40	±1.60	±1.20	±0.80	±2.40	±1.60	±1.20	±0.80
±2.55	±1.70	±1.275	±0.85	±2.55	±1.70	±1.275	±0.85
±2.70	±1.80	±1.35	±0.90	±2.70	±1.80	±1.35	±0.90
±2.85	±1.90	±1.425	±0.95	±2.85	±1.90	±1.425	±0.95
±3.00	±2.00	±1.50	±1.00	±3.00	±2.00	±1.50	±1.00

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO			
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
SISTEMA DE UNIDADES		A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO SE UTILIZO PERFIL EN ANGULO 2" X 2" X 1/4"	
SISTEMA DE UNIDADES		Contiene: ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA	
SISTEMA DE UNIDADES		Materia: BANDA TRANSPORTADORA MOVIE	
SISTEMA DE UNIDADES		Tratamiento: N.A.	
SISTEMA DE UNIDADES		Diseño: JAMF GARCIA 01-01-07	
SISTEMA DE UNIDADES		No Plano:	
SISTEMA DE UNIDADES		Aprobó: M.D.E.H	
SISTEMA DE UNIDADES		Medidas: NUMEROS	



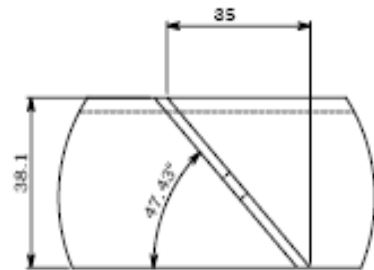
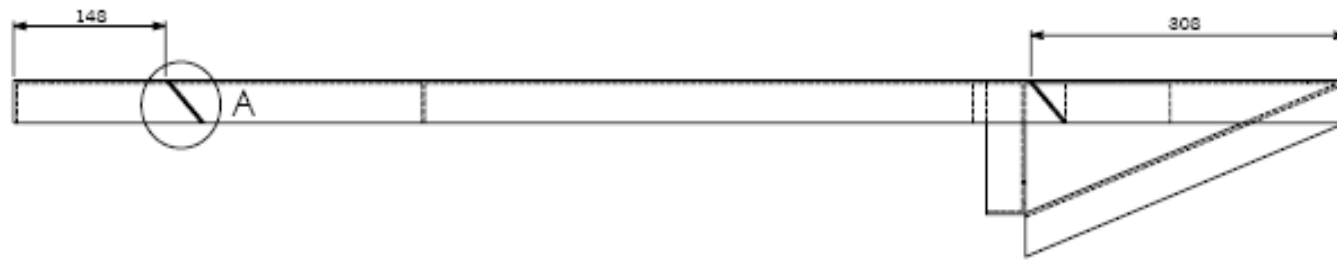
**ADVERTENCIA F**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO DEBE SER REPRODUCIDA, COPIADA, NI UTILIZADA PARA FINESES COMERCIALES SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTEROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE UNIDADES	
NORMA ISO 2-1987 Da / H8		SISTEMA DE UNIDADES	
FIGURAS		SISTEMA DE UNIDADES	
±	0.01	0.01	0.01
±	0.02	0.02	0.02
±	0.05	0.05	0.05
±	0.10	0.10	0.10
±	0.15	0.15	0.15
±	0.20	0.20	0.20
±	0.30	0.30	0.30
±	0.50	0.50	0.50
±	1.00	1.00	1.00
±	2.00	2.00	2.00
±	5.00	5.00	5.00
±	10.00	10.00	10.00
±	20.00	20.00	20.00
±	50.00	50.00	50.00
±	100.00	100.00	100.00
±	200.00	200.00	200.00
±	500.00	500.00	500.00
±	1000.00	1000.00	1000.00

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
SISTEMA DE UNIDADES		A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO SE UTILIZO PERFIL EN ANGULO 2" X 2" X 1/4"	
CONTENIDO: 2 X MAQUINA		CONTENIDO: ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA	
Escala: 2:12		Escala: BANDA TRANSPORTADORA MOVIL	
Materia: ASTM A-36		Diseño: JAMES GARCIA	
Escala: N.A.		Fecha: 01-01-07	
Medidas: MILIMETROS		Aprobado: # DE D	



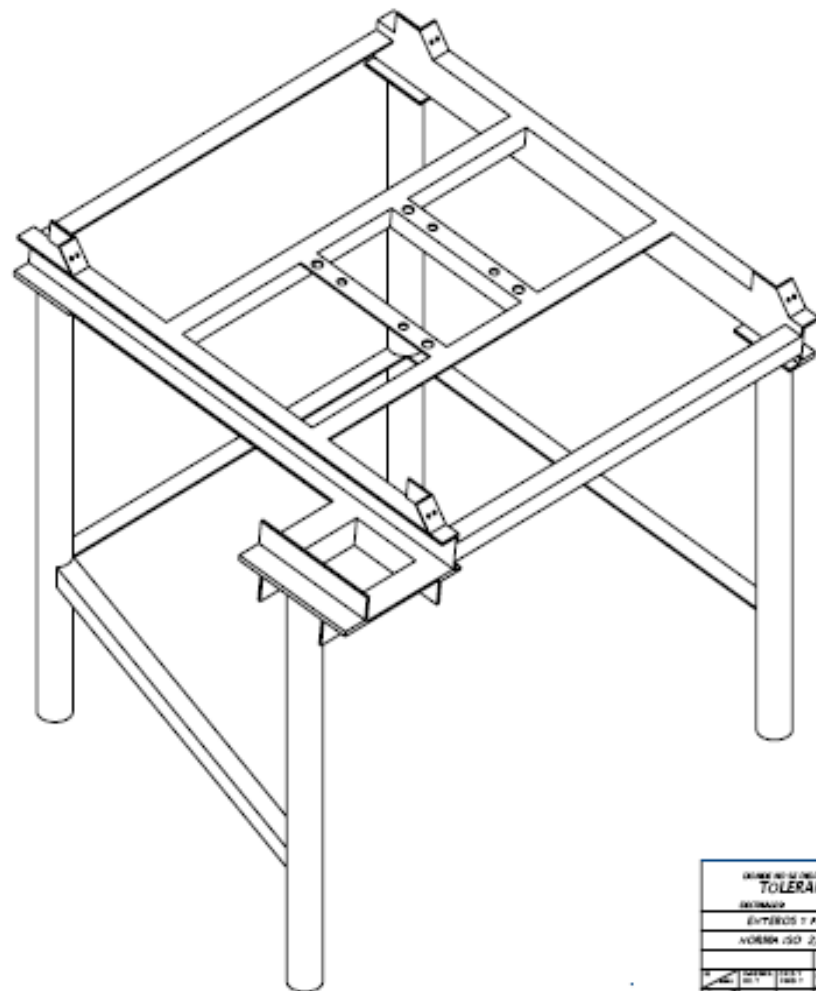


DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

ADVERTENCIA #7  
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
Y NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO,  
DISTRIBUIDO, NI PUBLICADO SIN EL  
CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUOLA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
DECIMALES		FRACCIONES	
ENTEROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE ORGANIZACION	
NORMA ISO 2/189" DIA / PSE		CAMBIO	
Pulgadas		A MAQUINA	
0.0015	1/16000	0.0015	1/16000
0.0025	1/4000	0.0025	1/4000
0.0050	1/2000	0.0050	1/2000
0.0100	1/1000	0.0100	1/1000
0.0200	1/500	0.0200	1/500
0.0500	1/200	0.0500	1/200
0.1000	1/100	0.1000	1/100
0.2000	1/50	0.2000	1/50
0.5000	1/20	0.5000	1/20
1.0000	1/10	1.0000	1/10
2.0000	1/5	2.0000	1/5
5.0000	1/20	5.0000	1/20
10.0000	1/10	10.0000	1/10
20.0000	1/5	20.0000	1/5
50.0000	1/2	50.0000	1/2
100.0000	1/1	100.0000	1/1

Observaciones:	A MENOS QUE SE INDIQUE ALGO DIFERENTE TODA LA ESTRUCTURA SE FABRICA CON ANGULO 15° X 15° X 1/8"		
Escala:	1 : 1		
Contiene:	ESTRUCTURA ZARANDA SUPERIOR		
Material:	ASTM A-36		
Equipo:	ZARANDA VIBRATORIA DE TRANSPORTE		
Diseño:	JAMIE GARCIA	85-40-47	No Plano:
Aprobado:			12 DE 11
Medidas:	MILIMETROS		
Tolerancia:	N/A		



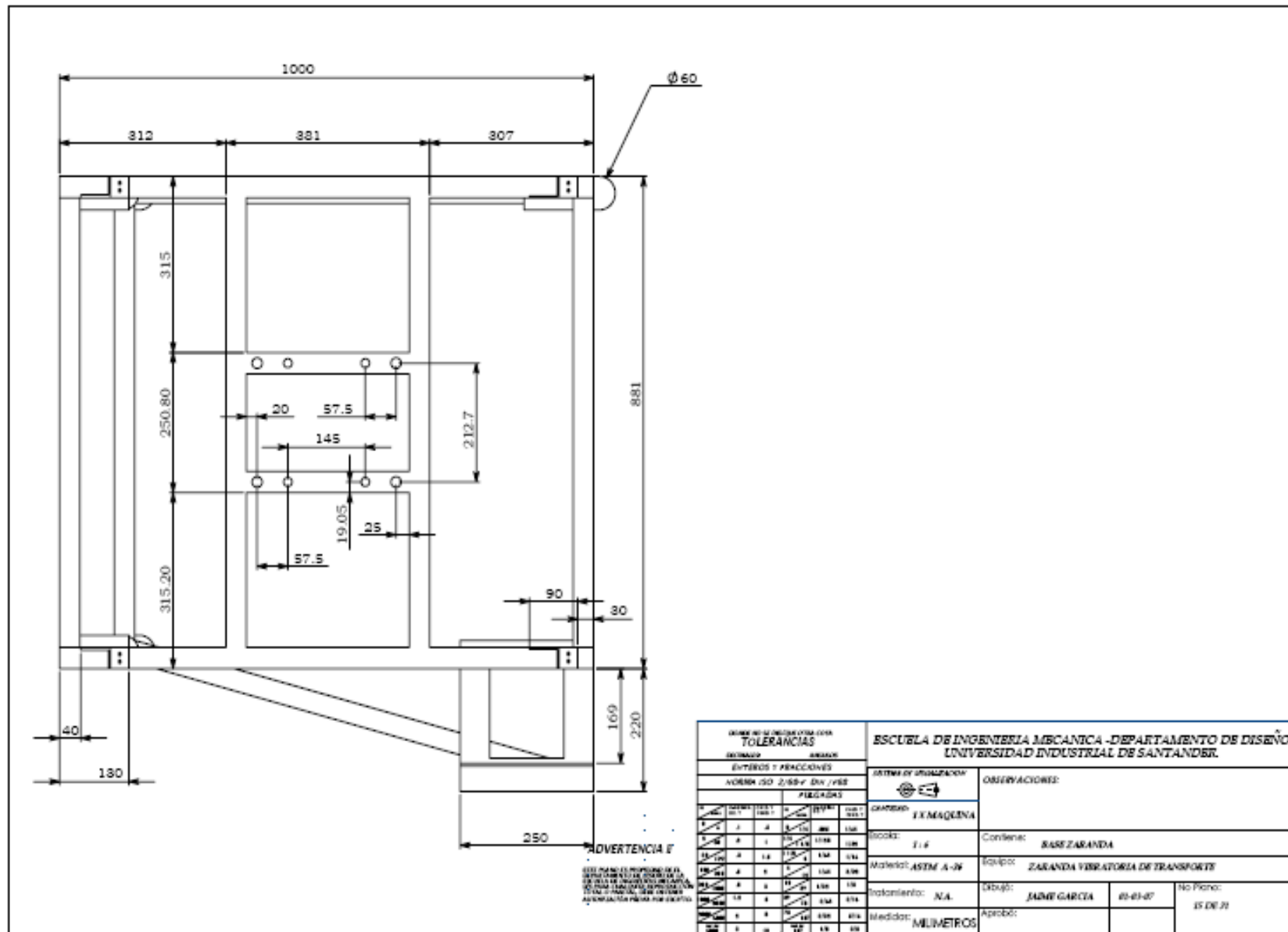
**ADVERTENCIA I'**

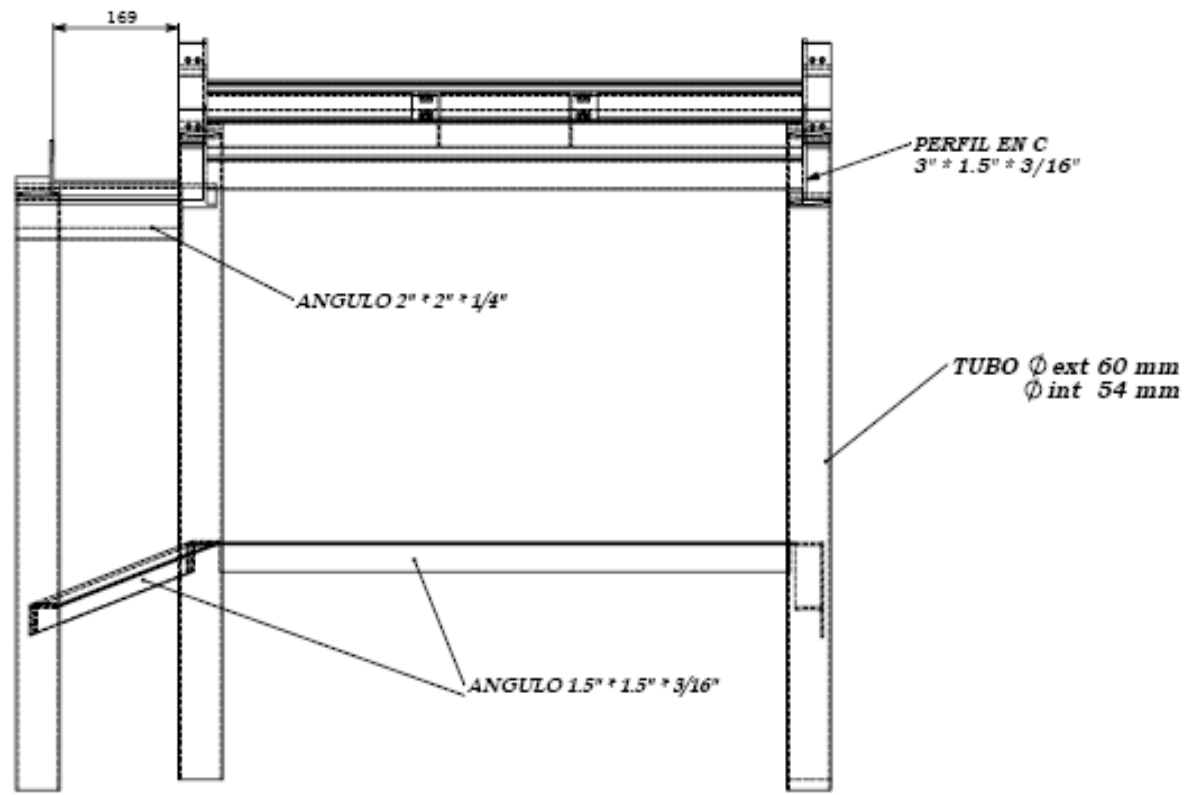
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO SE PUEDE REPRODUCIR NI UTILIZAR EN FORMA ALICUOTA SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA ADMINISTRACION PARA SU USO.

NOMBRE DE LA UNIDAD CURSIVA <b>TOLERANCIAS</b>		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER																																																																																																																																																	
DISEÑADOR	ANALISIS	OBSERVACIONES:																																																																																																																																																	
ESTADOS Y FRACCIONES NORMA ISO 2566-1 EN / VES		ESTADO DE UTILIZACION																																																																																																																																																	
PIEQUENOS																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>GRADO</th> <th>PRECISION</th> <th>PRECISION</th> <th>PRECISION</th> <th>PRECISION</th> <th>PRECISION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		GRADO	PRECISION	PRECISION	PRECISION	PRECISION	PRECISION	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	<b>3.1 MAQUINA</b> Estado: 3.1.7 Material: ASTM A-36 Tratamiento: N.A. Medida: MILIMETROS	
GRADO	PRECISION	PRECISION	PRECISION	PRECISION	PRECISION																																																																																																																																														
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																																																																																																																																														
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2																																																																																																																																														
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5																																																																																																																																														
1	1	1	1	1	1																																																																																																																																														
2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
3	3	3	3	3	3																																																																																																																																														
4	4	4	4	4	4																																																																																																																																														
5	5	5	5	5	5																																																																																																																																														
6	6	6	6	6	6																																																																																																																																														
7	7	7	7	7	7																																																																																																																																														
8	8	8	8	8	8																																																																																																																																														
9	9	9	9	9	9																																																																																																																																														
10	10	10	10	10	10																																																																																																																																														
11	11	11	11	11	11																																																																																																																																														
12	12	12	12	12	12																																																																																																																																														
13	13	13	13	13	13																																																																																																																																														
14	14	14	14	14	14																																																																																																																																														
15	15	15	15	15	15																																																																																																																																														
16	16	16	16	16	16																																																																																																																																														
17	17	17	17	17	17																																																																																																																																														
18	18	18	18	18	18																																																																																																																																														
19	19	19	19	19	19																																																																																																																																														
20	20	20	20	20	20																																																																																																																																														
		Contenido: BASE ZARANDA Equipo: ZARANDA VIBRATORIA DE TRANSPORTE Dibujo: JAIME GARCIA 48-88-87 Aprobó: No Firma: JF DE JF																																																																																																																																																	



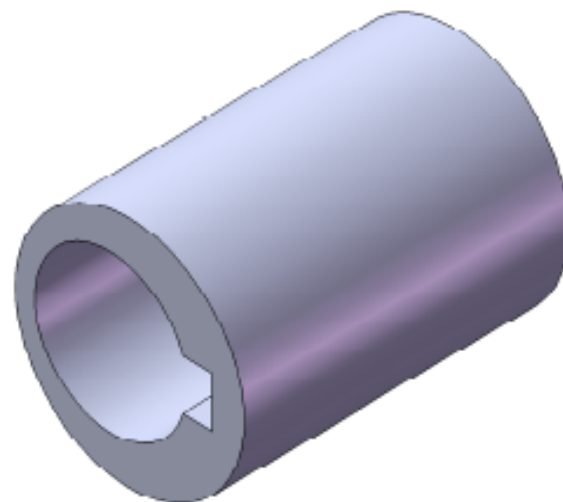
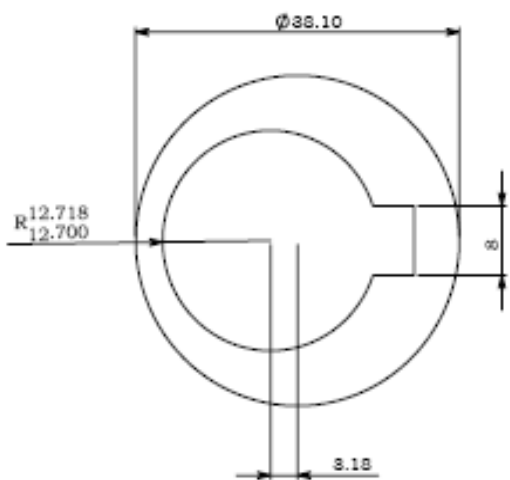
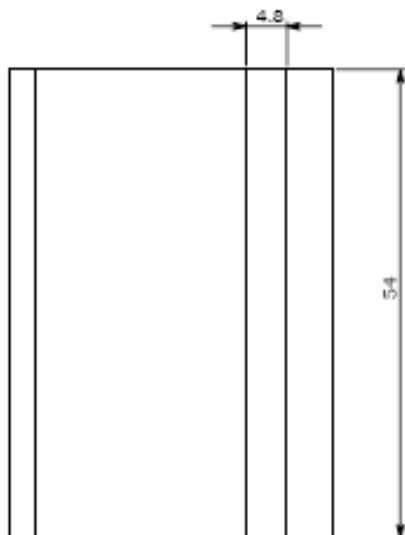






**ADVERTENCIA I'**  
 ESTE DISEÑO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SE PROHIBE SU REPRODUCCION SIN EL CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

DISEÑO DE UN MECANISMO PARA TOLERANCIAS		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
ENTREROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
AVANCE ISO 2:180-1 DIA (1985)		PREGUNTA		CATEGORIA: I X MAQUINA	
FRACCION	DECIMAL	FRACCION	DECIMAL	TIPO DE BARRA	CONVENCION
1/2	0.5	1/2	0.5	1/2	BASE ZARANDA
1/4	0.25	1/4	0.25	1/4	EQUIPO: ZARANDA VIBRATORIA DE TRANSPORTE
3/4	0.75	3/4	0.75	3/4	USUARIO: JAMME GARCIA
1/8	0.125	1/8	0.125	1/8	FECHA: 05-03-07
3/8	0.375	3/8	0.375	3/8	NO PLANO:
5/8	0.625	5/8	0.625	5/8	APROBADO:
7/8	0.875	7/8	0.875	7/8	IN DE D
1	1.0	1	1.0	1	



**ADVERTENCIA E'**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO, NI USADO PARA OTROS FINES SIN LA AUTORIZACION PREVIA POR ESCRITO.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
SISTEMA		RANGO		SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:	
SISTEMAS Y FRACCIONES				SISTEMA DE UNIDADES			
NORMA ISO 286-4 DIN / VSE				SISTEMA DE UNIDADES			
				PULGADAS			
<math>H</math>	<math>h</math>	<math>H</math>	<math>h</math>	<math>H</math>	<math>h</math>	<math>H</math>	<math>h</math>
0.1	0.012	0.015	0.012	0.005	0.001	0.005	0.001
0.2	0.015	0.020	0.015	0.007	0.0015	0.007	0.0015
0.3	0.020	0.025	0.020	0.010	0.002	0.010	0.002
0.5	0.025	0.030	0.025	0.015	0.003	0.015	0.003
0.7	0.030	0.035	0.030	0.020	0.004	0.020	0.004
1.0	0.035	0.040	0.035	0.025	0.005	0.025	0.005
1.5	0.040	0.045	0.040	0.030	0.006	0.030	0.006
2.0	0.045	0.050	0.045	0.035	0.007	0.035	0.007
3.0	0.050	0.055	0.050	0.040	0.008	0.040	0.008
4.0	0.055	0.060	0.055	0.045	0.009	0.045	0.009
5.0	0.060	0.065	0.060	0.050	0.010	0.050	0.010
7.0	0.070	0.075	0.070	0.060	0.012	0.060	0.012
10.0	0.080	0.085	0.080	0.070	0.015	0.070	0.015
15.0	0.090	0.095	0.090	0.080	0.018	0.080	0.018
20.0	0.100	0.105	0.100	0.090	0.020	0.090	0.020
30.0	0.110	0.115	0.110	0.100	0.025	0.100	0.025
50.0	0.120	0.125	0.120	0.110	0.030	0.110	0.030
70.0	0.130	0.135	0.130	0.120	0.035	0.120	0.035
100.0	0.140	0.145	0.140	0.130	0.040	0.130	0.040

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



2.5 MAGNITUD

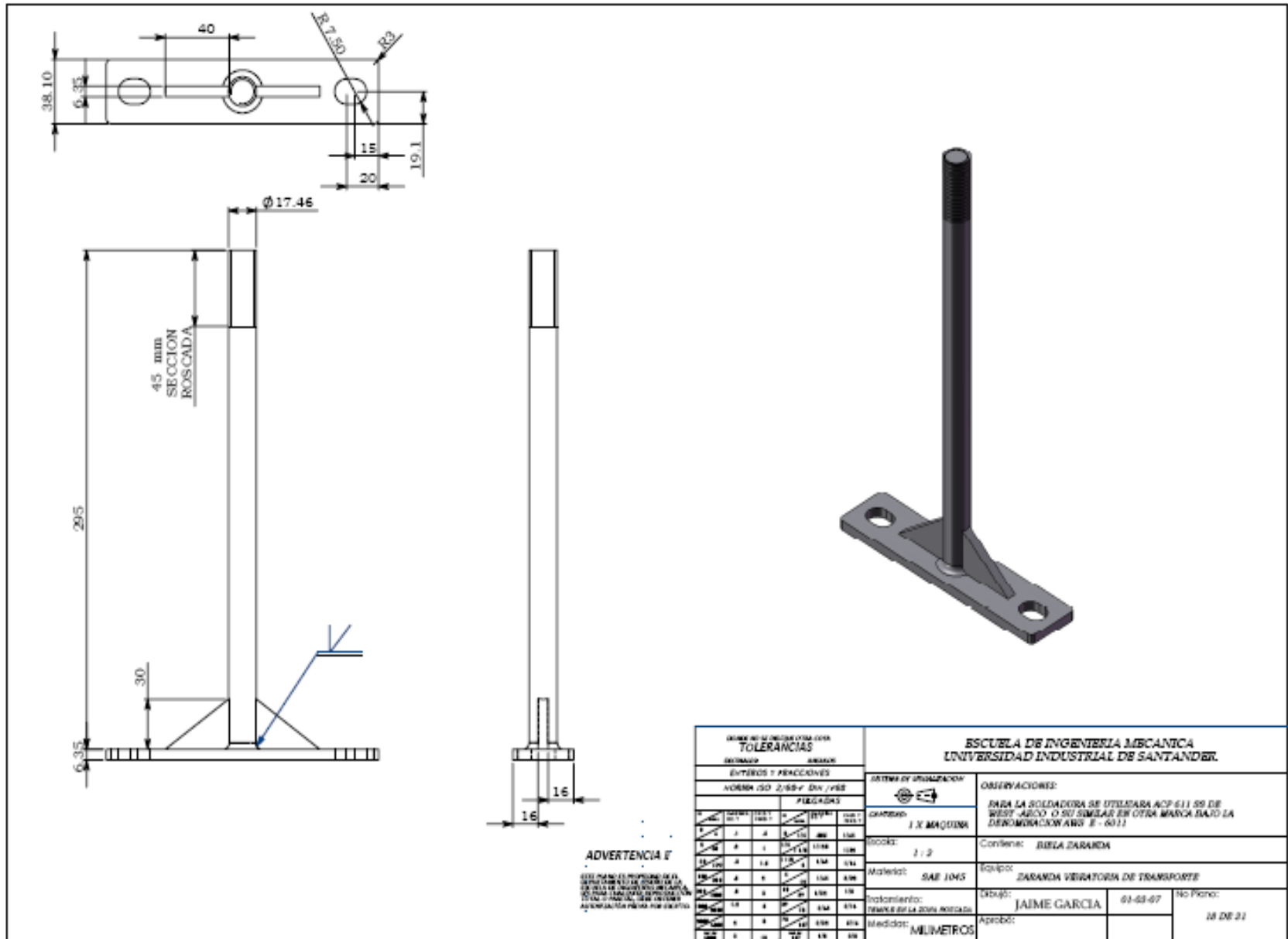
2 : 1

MATERIAL: BRONCE

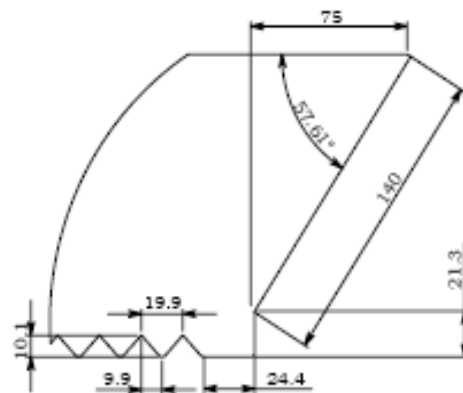
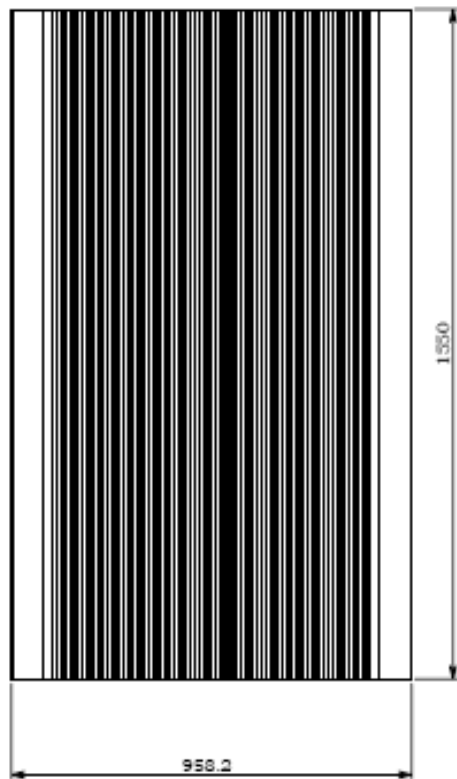
TRATAMIENTO: N.A.

MEDIDAS: MILIMETROS

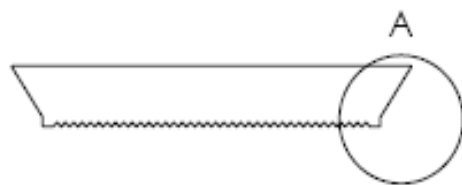
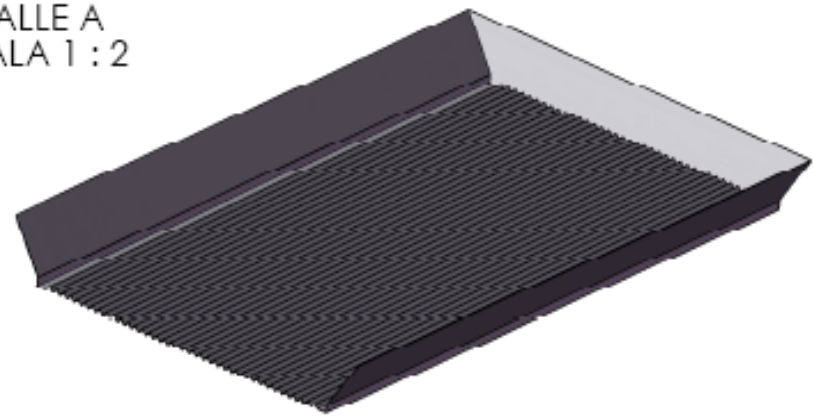
OBSERVACIONES:			
Contiene:		BULE EXCENTRICO SARANDA	
Escala:		2 : 1	
Material:		BRONCE	
Tratamiento:		N.A.	
Medidas:		MILIMETROS	
Diseño:		JAIIME GARCIA	01-03-07
Aprobó:			No Plano:
			17 DE 21







DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

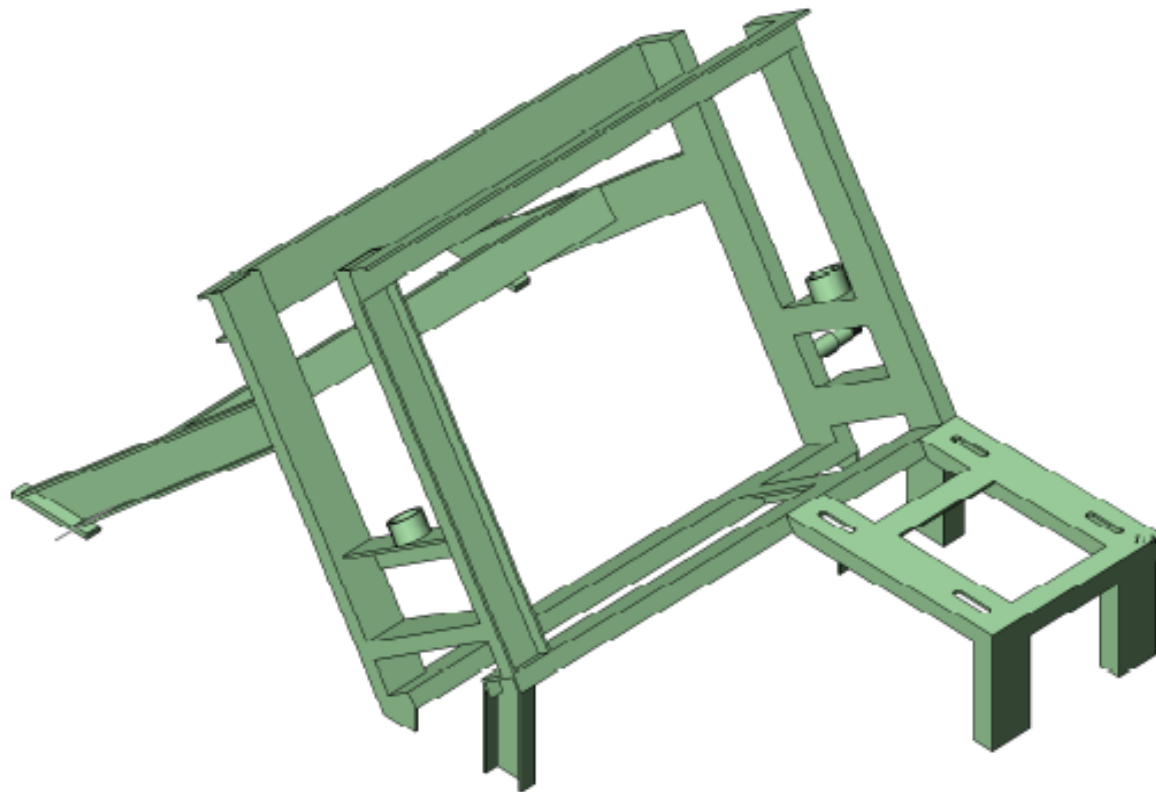


**ADVERTENCIA F**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. ESTÁ SUJETO A SU REVISIÓN Y MODIFICACIÓN SIN PREAVISO. SE DEBE DEJAR EN SU ORIGINAL EN LA OFICINA DE LA ESCUELA PARA SU CONSULTA.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER TOLERANCIAS				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
ENTEROS Y FRACCIONES				SISTEMA DE UNIDADES			
NORMA ISO 2-68-7 Dia / H8				SISTEMA DE UNIDADES			
PULGADAS				SISTEMA DE UNIDADES			
±0.001	0.001	0.001	0.001	±0.001	0.001	0.001	0.001
±0.002	0.002	0.002	0.002	±0.002	0.002	0.002	0.002
±0.005	0.005	0.005	0.005	±0.005	0.005	0.005	0.005
±0.010	0.010	0.010	0.010	±0.010	0.010	0.010	0.010
±0.015	0.015	0.015	0.015	±0.015	0.015	0.015	0.015
±0.020	0.020	0.020	0.020	±0.020	0.020	0.020	0.020
±0.030	0.030	0.030	0.030	±0.030	0.030	0.030	0.030
±0.040	0.040	0.040	0.040	±0.040	0.040	0.040	0.040
±0.050	0.050	0.050	0.050	±0.050	0.050	0.050	0.050
±0.075	0.075	0.075	0.075	±0.075	0.075	0.075	0.075
±0.100	0.100	0.100	0.100	±0.100	0.100	0.100	0.100
±0.150	0.150	0.150	0.150	±0.150	0.150	0.150	0.150
±0.200	0.200	0.200	0.200	±0.200	0.200	0.200	0.200
±0.300	0.300	0.300	0.300	±0.300	0.300	0.300	0.300
±0.400	0.400	0.400	0.400	±0.400	0.400	0.400	0.400
±0.500	0.500	0.500	0.500	±0.500	0.500	0.500	0.500

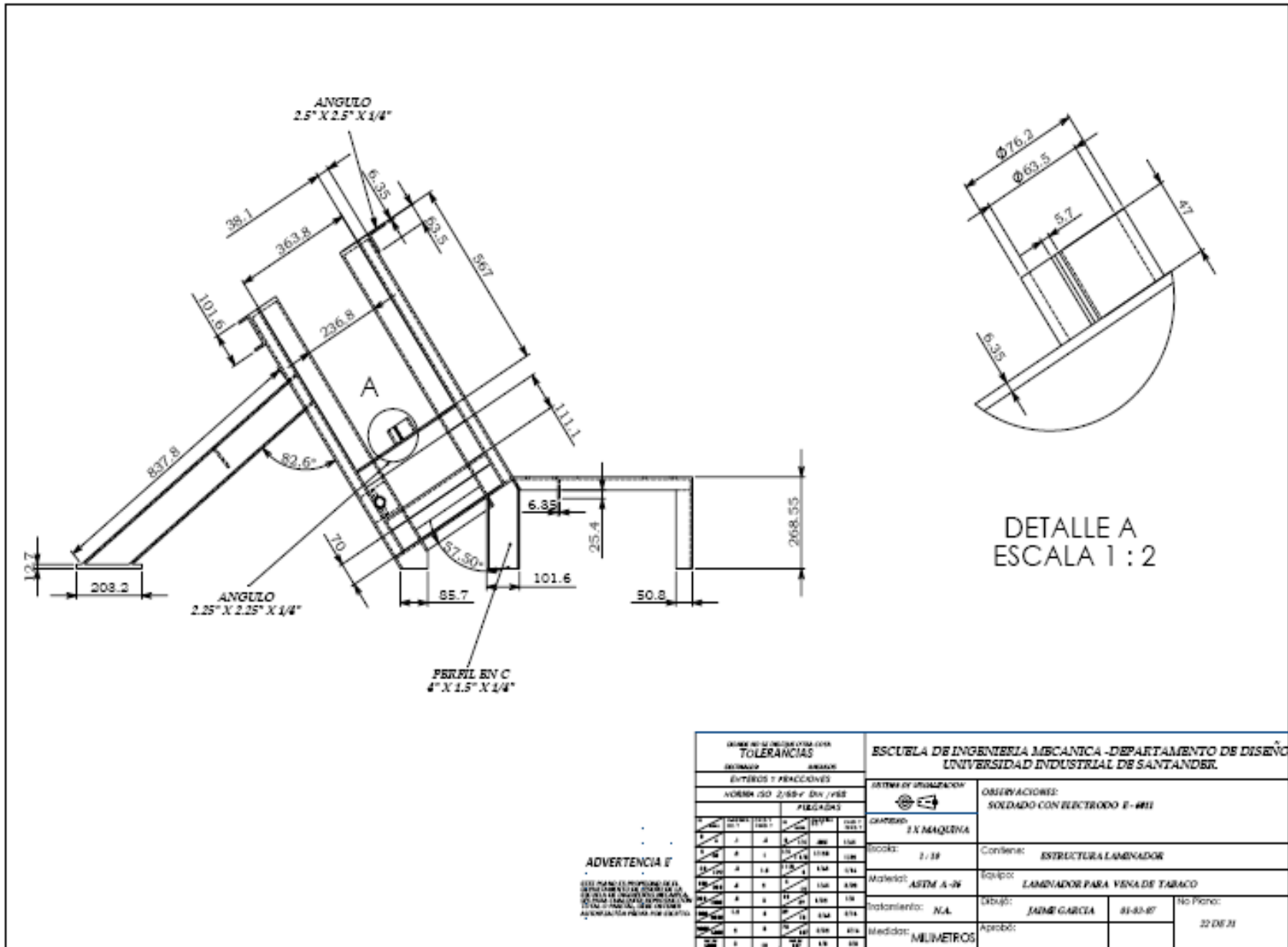
Observaciones:	EL MATERIAL ES ACERO COLD ROLLED CALIBRE 16		
Contiene:	SANDALIA SANDANDA		
Escala:	SANDANDA VISIVATORIA DE TRANSPORTE		
Material:	ASTM A - 36		
Acabamiento:	KA	Dibujo:	JAIME GARCIA 01-03-07
Medidas:	MILIMETROS	Aprobó:	No Plano: 20 DE 31



**ADVERTENCIA I'**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. SE PUEDE REPRODUCIR PARA USO PERSONAL, SIN PERMISO, SIEMPRE Y CUANDO SE AGRADEZCA PARA SU ORIGIN.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUOLA DE INGENIERIA MECANICA			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
DECIMALES		FRACCIONES		SISTEMA DE REPRESENTACION		OBSERVACIONES:	
NORMA ISO 2:1987 DA / 1988		FRACCIONES		E		SOLDADO CON ELECTRODO E-401	
PRECISION	PRECISION	PRECISION	PRECISION	CHAVEADO			
mm	mm	mm	mm	2 X MAQUINA			
mm	mm	mm	mm	TIPO			
mm	mm	mm	mm	MATERIAL			
mm	mm	mm	mm	TRATAMIENTO			
mm	mm	mm	mm	MEDIDA			
0.1	0.05	0.1	0.05				
0.2	0.1	0.2	0.1				
0.3	0.15	0.3	0.15				
0.4	0.2	0.4	0.2				
0.5	0.25	0.5	0.25				
0.6	0.3	0.6	0.3				
0.7	0.35	0.7	0.35				
0.8	0.4	0.8	0.4				
0.9	0.45	0.9	0.45				
1.0	0.5	1.0	0.5				
1.5	0.75	1.5	0.75				
2.0	1.0	2.0	1.0				
3.0	1.5	3.0	1.5				
4.0	2.0	4.0	2.0				
5.0	2.5	5.0	2.5				
6.0	3.0	6.0	3.0				
8.0	4.0	8.0	4.0				
10.0	5.0	10.0	5.0				
15.0	7.5	15.0	7.5				
20.0	10.0	20.0	10.0				
30.0	15.0	30.0	15.0				
40.0	20.0	40.0	20.0				
50.0	25.0	50.0	25.0				
60.0	30.0	60.0	30.0				
80.0	40.0	80.0	40.0				
100.0	50.0	100.0	50.0				

Contiene: ESTRUCTURA LAMINADOR ( VISTA ISOMETRICA)  
 Equipo: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO  
 DISEÑO: JAIME GARCIA #1-43-47  
 No. Plano: 21 DE 21

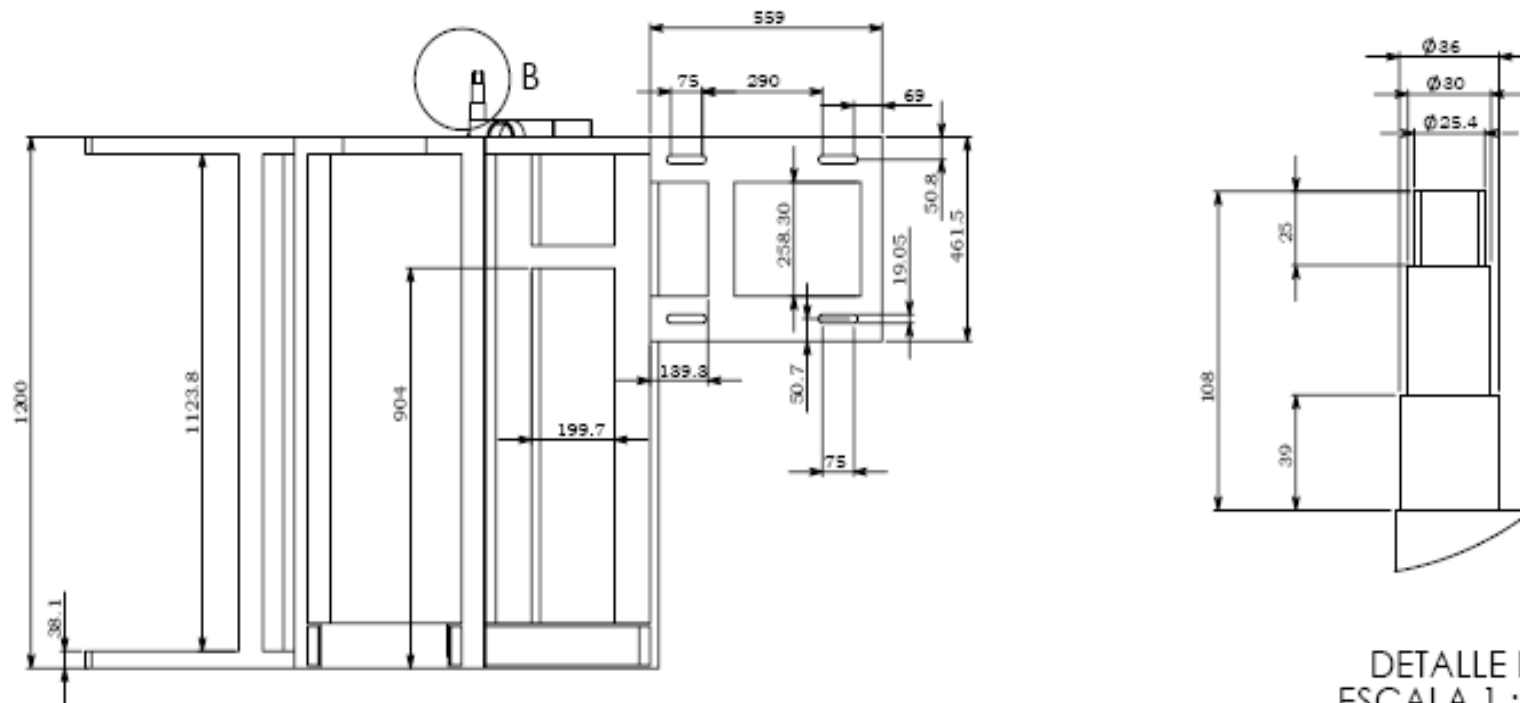


**ADVERTENCIA F**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
 DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
 SANTANDER. TODOS LOS DERECHOS  
 RESERVADOS. NO SE PERMITE  
 REPRODUCCION SIN EL CONSENTIMIENTO  
 DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTREROS Y FRACCIONES		SISTEMA DE UNIDADES	
NORMA ISO 2-687 Dm y/88		SISTEMA DE UNIDADES	
		FRACCIONES	
FRACCION	DECIMAL	FRACCION	DECIMAL
1/2	0.5	1/4	0.25
3/4	0.75	3/8	0.375
1	1.0	1/2	0.5
3/2	1.5	5/8	0.625
2	2.0	3/4	0.75
5/2	2.5	7/8	0.875
3	3.0	1	1.0
7/2	3.5	1 1/4	1.25
4	4.0	1 1/2	1.5
9/2	4.5	1 3/4	1.75
5	5.0	2	2.0
11/2	5.5	2 1/4	2.25
6	6.0	2 1/2	2.5
13/2	6.5	2 3/4	2.75
7	7.0	3	3.0
15/2	7.5	3 1/4	3.25
8	8.0	3 1/2	3.5
17/2	8.5	3 3/4	3.75
9	9.0	4	4.0
19/2	9.5	4 1/4	4.25
10	10.0	4 1/2	4.5
21/2	10.5	4 3/4	4.75
11	11.0	5	5.0
23/2	11.5	5 1/4	5.25
12	12.0	5 1/2	5.5
25/2	12.5	5 3/4	5.75
13	13.0	6	6.0
27/2	13.5	6 1/4	6.25
14	14.0	6 1/2	6.5
29/2	14.5	6 3/4	6.75
15	15.0	7	7.0
31/2	15.5	7 1/4	7.25
16	16.0	7 1/2	7.5
33/2	16.5	7 3/4	7.75
17	17.0	8	8.0
35/2	17.5	8 1/4	8.25
18	18.0	8 1/2	8.5
37/2	18.5	8 3/4	8.75
19	19.0	9	9.0
39/2	19.5	9 1/4	9.25
20	20.0	9 1/2	9.5
41/2	20.5	9 3/4	9.75
21	21.0	10	10.0
43/2	21.5	10 1/4	10.25
22	22.0	10 1/2	10.5
45/2	22.5	10 3/4	10.75
23	23.0	11	11.0
47/2	23.5	11 1/4	11.25
24	24.0	11 1/2	11.5
49/2	24.5	11 3/4	11.75
25	25.0	12	12.0
51/2	25.5	12 1/4	12.25
26	26.0	12 1/2	12.5
53/2	26.5	12 3/4	12.75
27	27.0	13	13.0
55/2	27.5	13 1/4	13.25
28	28.0	13 1/2	13.5
57/2	28.5	13 3/4	13.75
29	29.0	14	14.0
59/2	29.5	14 1/4	14.25
30	30.0	14 1/2	14.5
61/2	30.5	14 3/4	14.75
31	31.0	15	15.0
63/2	31.5	15 1/4	15.25
32	32.0	15 1/2	15.5
65/2	32.5	15 3/4	15.75
33	33.0	16	16.0
67/2	33.5	16 1/4	16.25
34	34.0	16 1/2	16.5
69/2	34.5	16 3/4	16.75
35	35.0	17	17.0
71/2	35.5	17 1/4	17.25
36	36.0	17 1/2	17.5
73/2	36.5	17 3/4	17.75
37	37.0	18	18.0
75/2	37.5	18 1/4	18.25
38	38.0	18 1/2	18.5
77/2	38.5	18 3/4	18.75
39	39.0	19	19.0
79/2	39.5	19 1/4	19.25
40	40.0	19 1/2	19.5
81/2	40.5	19 3/4	19.75
41	41.0	20	20.0
83/2	41.5	20 1/4	20.25
42	42.0	20 1/2	20.5
85/2	42.5	20 3/4	20.75
43	43.0	21	21.0
87/2	43.5	21 1/4	21.25
44	44.0	21 1/2	21.5
89/2	44.5	21 3/4	21.75
45	45.0	22	22.0
91/2	45.5	22 1/4	22.25
46	46.0	22 1/2	22.5
93/2	46.5	22 3/4	22.75
47	47.0	23	23.0
95/2	47.5	23 1/4	23.25
48	48.0	23 1/2	23.5
97/2	48.5	23 3/4	23.75
49	49.0	24	24.0
99/2	49.5	24 1/4	24.25
50	50.0	24 1/2	24.5
101/2	50.5	24 3/4	24.75

DETALLE A  
 ESCALA 1 : 2

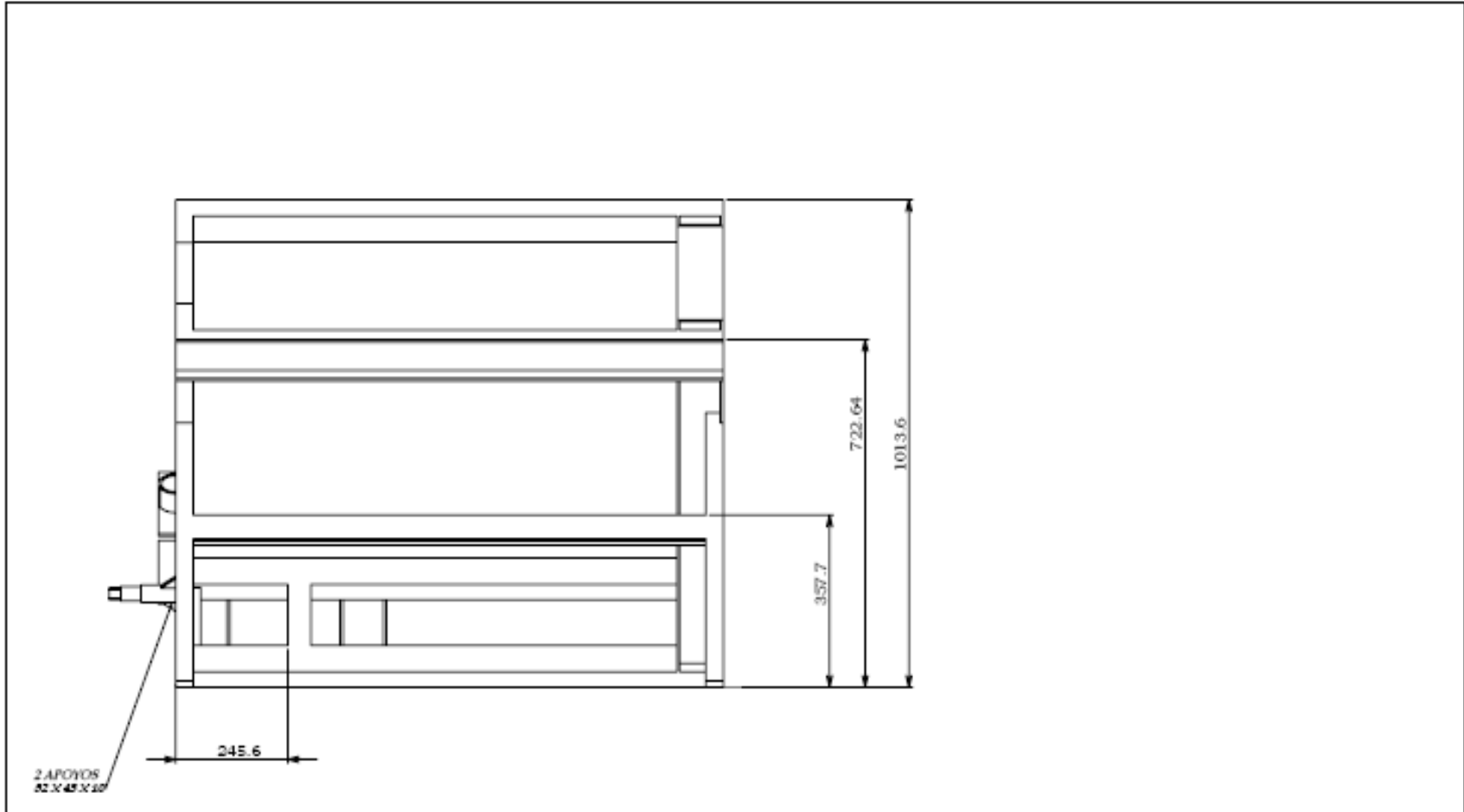
OBSERVACIONES: SOLDADO CON ELECTRODO E-6011	
CONTIENE:	ESTRUCTURA LAMINADOR
SOLICITA:	LAMINADOR PARA VENA DE TABACO
DIBUJO:	JAIMÉ GARCÍA 01-03-07 No Plano:
APROBÓ:	22 DE 21



DETALLE B  
ESCALA 1 : 1.5

ADVERTENCIA I'  
ESTE PROGRAMA PROPORCIONA UN SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA MECÁNICA. SE DEBE ENTENDER QUE LA RESPONSABILIDAD DEL DISEÑO Y LA FABRICACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS ES DEL CLIENTE. LA ASISTENCIA TÉCNICA PROPORCIONADA POR ESTE PROGRAMA NO GARANTIZA EL ÉXITO DEL DISEÑO O LA FABRICACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS.

DISEÑO DE DETALLE CON TOLERANCIAS		ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO																																																					
ENTRADA		SISTEMA DE UNIDADES																																																					
SISTEMA DE UNIDADES		OBSERVACIONES:																																																					
NORMA ISO 2768-M S/D / VSE		SOLDADO CON ELECTRODO E-400																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pulgadas</th> <th colspan="2">Milímetros</th> </tr> <tr> <th>AS</th> <th>MS</th> <th>AS</th> <th>MS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>±0.0075</td> <td>±0.0025</td> <td>±0.0025</td> <td>±0.0025</td> </tr> <tr> <td>±0.0050</td> <td>±0.0015</td> <td>±0.0015</td> <td>±0.0015</td> </tr> <tr> <td>±0.0030</td> <td>±0.0010</td> <td>±0.0010</td> <td>±0.0010</td> </tr> <tr> <td>±0.0020</td> <td>±0.0007</td> <td>±0.0007</td> <td>±0.0007</td> </tr> <tr> <td>±0.0015</td> <td>±0.0005</td> <td>±0.0005</td> <td>±0.0005</td> </tr> <tr> <td>±0.0010</td> <td>±0.0003</td> <td>±0.0003</td> <td>±0.0003</td> </tr> <tr> <td>±0.0007</td> <td>±0.0002</td> <td>±0.0002</td> <td>±0.0002</td> </tr> <tr> <td>±0.0005</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> </tr> <tr> <td>±0.0003</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> </tr> <tr> <td>±0.0002</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> </tr> <tr> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> <td>±0.0001</td> </tr> </tbody> </table>		Pulgadas		Milímetros		AS	MS	AS	MS	±0.0075	±0.0025	±0.0025	±0.0025	±0.0050	±0.0015	±0.0015	±0.0015	±0.0030	±0.0010	±0.0010	±0.0010	±0.0020	±0.0007	±0.0007	±0.0007	±0.0015	±0.0005	±0.0005	±0.0005	±0.0010	±0.0003	±0.0003	±0.0003	±0.0007	±0.0002	±0.0002	±0.0002	±0.0005	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0003	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0002	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0001	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Pulgadas		Milímetros																																																					
AS	MS	AS	MS																																																				
±0.0075	±0.0025	±0.0025	±0.0025																																																				
±0.0050	±0.0015	±0.0015	±0.0015																																																				
±0.0030	±0.0010	±0.0010	±0.0010																																																				
±0.0020	±0.0007	±0.0007	±0.0007																																																				
±0.0015	±0.0005	±0.0005	±0.0005																																																				
±0.0010	±0.0003	±0.0003	±0.0003																																																				
±0.0007	±0.0002	±0.0002	±0.0002																																																				
±0.0005	±0.0001	±0.0001	±0.0001																																																				
±0.0003	±0.0001	±0.0001	±0.0001																																																				
±0.0002	±0.0001	±0.0001	±0.0001																																																				
±0.0001	±0.0001	±0.0001	±0.0001																																																				
SISTEMA DE UNIDADES EX MAQUINA		OBSERVACIONES: SOLDADO CON ELECTRODO E-400																																																					
Escala: 1:10		Contenido: ESTRUCTURA LAMINADOR																																																					
Material: ASTM A-36		Equipo: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO																																																					
Tolerancia: N/A		Dibujo: JAIMÉ GARCÍA 03-03-07 No. Págs: 1																																																					
Medida: MILIMETROS		Aprobó: 29 DE 29																																																					



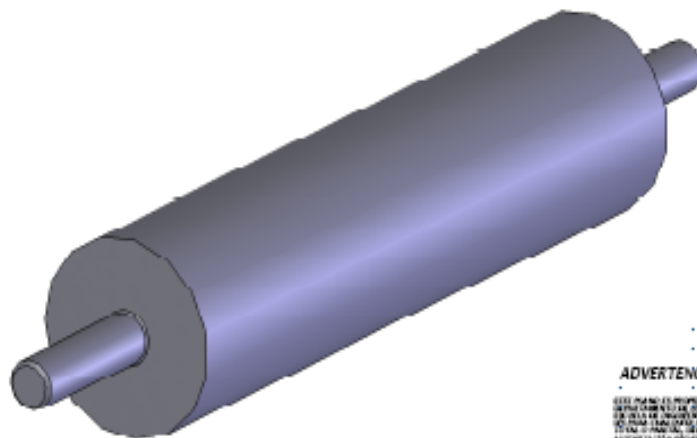
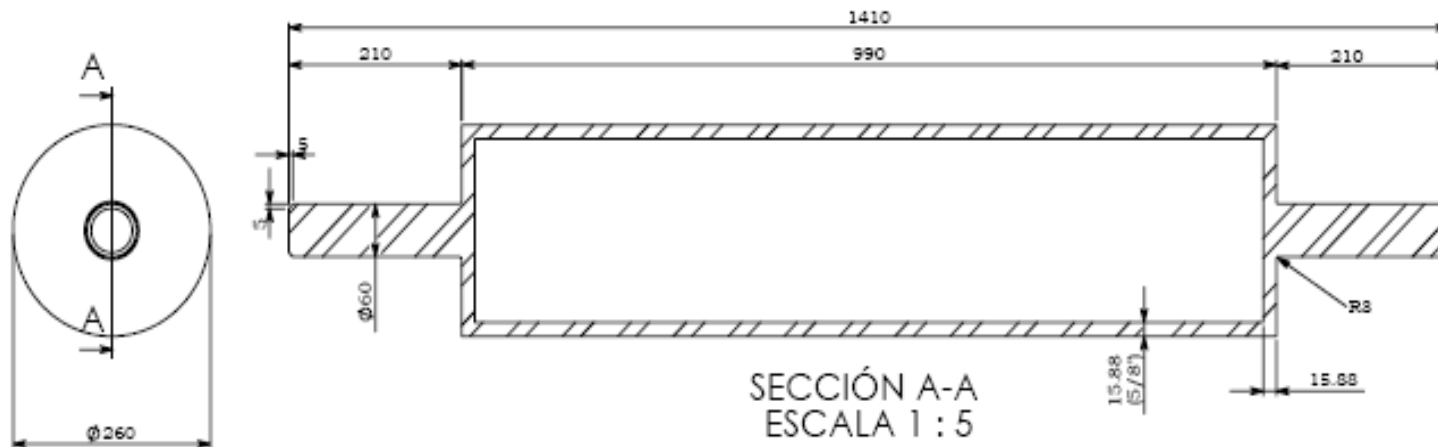
2 APOYOS  
82 X 48 X 10

245.6

TOLERANCIAS		UNIDADES	
ENTREROS Y FRACCIONES		DECIMALES	
NORMA ISO 2768-2M / JIS		PIEGADAS	
±	0.1	0.05	0.05
±	0.2	0.1	0.1
±	0.3	0.15	0.15
±	0.4	0.2	0.2
±	0.5	0.25	0.25
±	0.6	0.3	0.3
±	0.8	0.4	0.4
±	1.0	0.5	0.5
±	1.2	0.6	0.6
±	1.5	0.75	0.75
±	2.0	1.0	1.0
±	2.5	1.25	1.25
±	3.0	1.5	1.5
±	4.0	2.0	2.0
±	5.0	2.5	2.5
±	6.0	3.0	3.0
±	8.0	4.0	4.0
±	10.0	5.0	5.0
±	12.0	6.0	6.0
±	15.0	7.5	7.5
±	20.0	10.0	10.0
±	25.0	12.5	12.5
±	30.0	15.0	15.0
±	40.0	20.0	20.0
±	50.0	25.0	25.0
±	60.0	30.0	30.0
±	80.0	40.0	40.0
±	100.0	50.0	50.0

**ADVERTENCIA E**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA  
 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
 ESTE PLANO NO DEBE SER REPRODUCIDO,  
 COPIADO, NI UTILIZADO PARA OTROS FINES  
 SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO  
 DEL AREA DE DISEÑO.

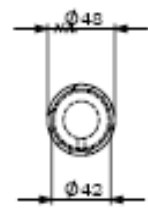
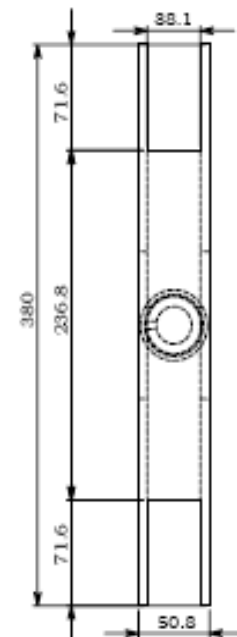
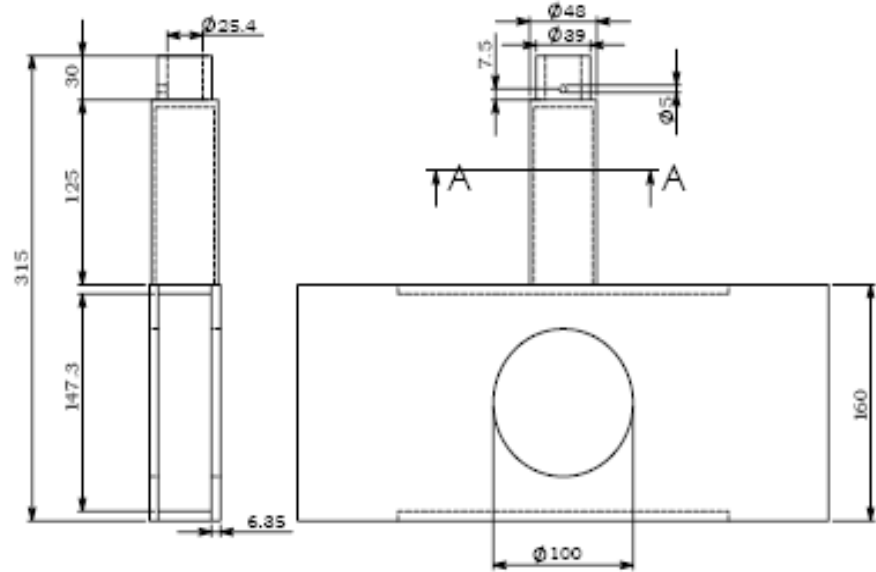
ESCUOLA DE INGENIERIA MECANICA - DEPARTAMENTO DE DISEÑO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SISTEMA DE NORMALIZACION 	OBSERVACIONES: SOLDADO CON ELECTRODO E-491
DISEÑO: EX MAQUINA	CONTENIDO: ESTRUCTURA LAMINADOR
ESCALA: 1:1	TITULO: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO
MATERIAL: ASTM A-36	DISEÑO: JAIMÉ GARCÍA 20-03-07
TOLERANCIA: N/A	APROBADO: No Plano: M.D.E.W
UNIDADES: MILIMETROS	



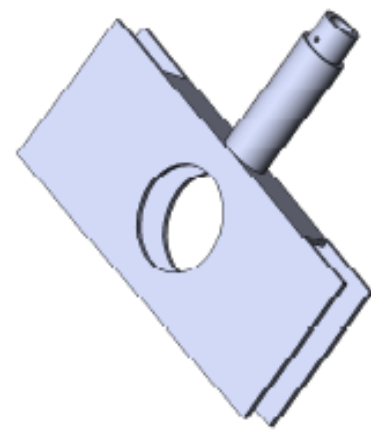
ADVERTENCIA:  
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO,  
DISTRIBUIDO NI PUBLICADO SIN EL  
CONSENTIMIENTO PREVIO POR ESCRITO.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTERO	DECIMAL	ENTERO	DECIMAL
±0.1	±0.05	±0.1	±0.05
±0.2	±0.1	±0.2	±0.1
±0.3	±0.15	±0.3	±0.15
±0.4	±0.2	±0.4	±0.2
±0.5	±0.25	±0.5	±0.25
±0.6	±0.3	±0.6	±0.3
±0.7	±0.35	±0.7	±0.35
±0.8	±0.4	±0.8	±0.4
±0.9	±0.45	±0.9	±0.45
±1.0	±0.5	±1.0	±0.5
±1.1	±0.55	±1.1	±0.55
±1.2	±0.6	±1.2	±0.6
±1.3	±0.65	±1.3	±0.65
±1.4	±0.7	±1.4	±0.7
±1.5	±0.75	±1.5	±0.75
±1.6	±0.8	±1.6	±0.8
±1.7	±0.85	±1.7	±0.85
±1.8	±0.9	±1.8	±0.9
±1.9	±0.95	±1.9	±0.95
±2.0	±1.0	±2.0	±1.0

SISTEMA DE ORGANIZACION		OBSERVACIONES:	
CONTENIDO:	2X MAQUINA	SOLDADO CON ELECTRODO E-460 TEMPLE SUPERFICIAL.	
ESCALA:	1:5	CONTIENE:	KODILLO LAMINADOR
MATERIAL:	ALUMINIO 6061 T6	EQUIPO:	LAMINADOR PARA VENA DE TABACO
TEMPERATURA:	TEMPLE	DESENHO:	JAIME GARCIA 80-80-87
UNIDAD:	MILIMETROS	APROBADO:	
		No Firma: 25 DE 21	

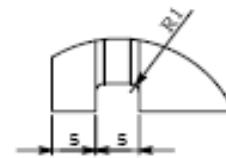
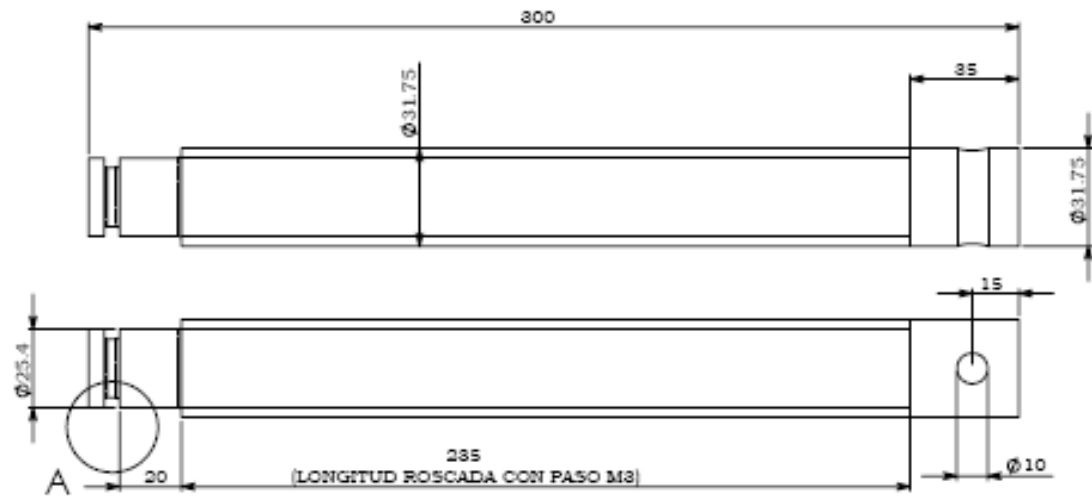


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3



ADVERTENCIA I  
ESTE DISEÑO PROPORCIONA UN  
SERVICIO TÉCNICO DE CONSULTA  
DE INGENIERÍA MECÁNICA. EL  
DISEÑO DEBESERÁ REALIZADO  
POR EL CLIENTE, DEBEN DE SER  
APROBADO POR EL CLIENTE.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTREROS	FRACCIONES	OBSERVACIONES:	
ENTREROS	FRACCIONES	SOLDADO CON ELECTRODO E-402	
NORMA ISO 2768-2 DA / FMS		CONTIENE: SOPORTE LAMINADOS	
PREGUNTO		EQUIPO: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO	
GRABADO	2X MAQUINA	DIBUJO: JAIME GARCIA	
ESCALA	1:1	APROBADO: 01-01-07	
MATERIAL	ASTM A-107	No Plano:	
TRATAMIENTO		24 DE 31	
UNIDADES	MILIMETROS		

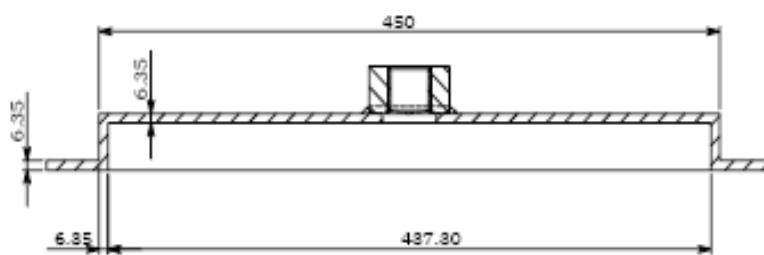
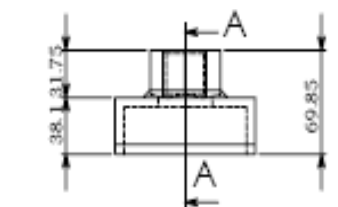


DETALLE A

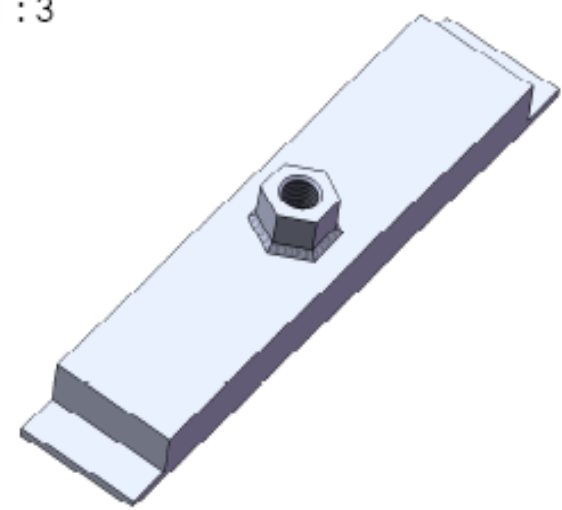
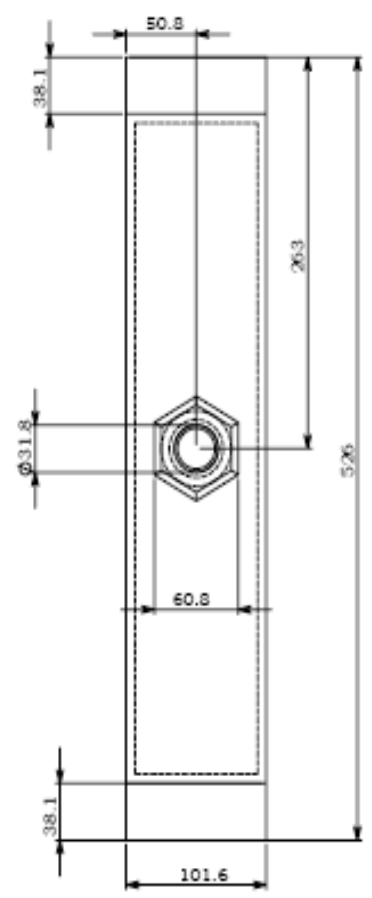
**ADVERTENCIA I'**

ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO SE PUEDE REPRODUCIR, COPIAR, NI UTILIZAR EN NINGUN MODO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
ENTREROS Y ABACONES				SERVICIO DE ORGANIZACION			
NORMA ISO 2-68-V-2013				OBSERVACIONES:			
PIEGADOS				TEMPLE Y REVENIDO EN TODO EL ELEMENTO.			
±0.012	±0.015	±0.020	±0.025	CHAMFERO	2 X MAQUINA	CONTIENE: TORNELO CALIBRADOR	
±0.015	±0.020	±0.025	±0.030	ROSCA	3 / 3.4	TIPO: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO	
±0.020	±0.025	±0.030	±0.035	MATERIAL	SAE 1045	DIBUJO: JAIME GARCIA 48-43-87 No. Píct.: 27 DE 21	
±0.030	±0.035	±0.040	±0.045	TRATAMIENTO	TEMPLE	APROBADO:	
±0.040	±0.045	±0.050	±0.055	MEDIDAS	MILIMETROS		



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3



ADVERTENCIA I  
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER. NO DEBE SER REPRODUCIDO  
NI USADO PARA FINESES COMERCIALES  
SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO  
DE LA COMISION DE CONTROL DE CALIDAD  
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER.

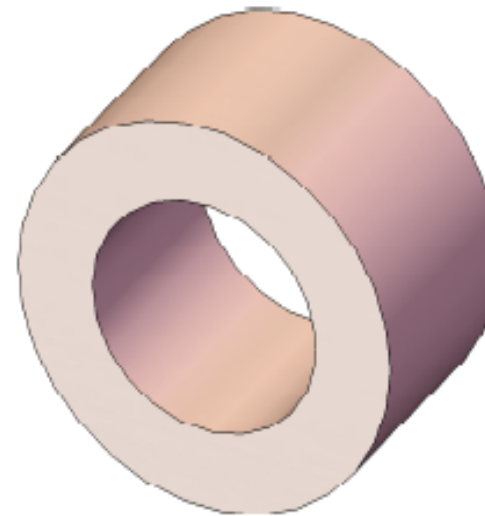
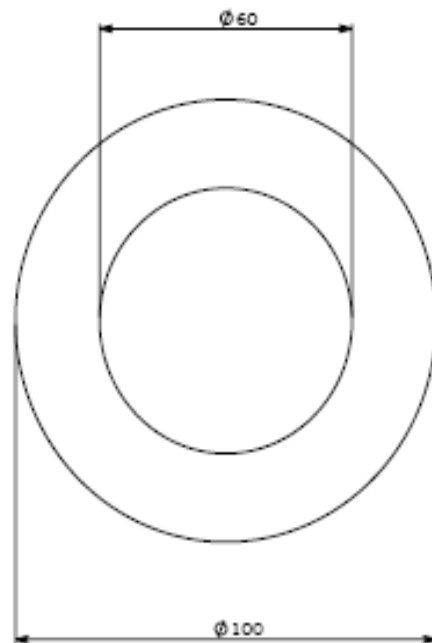
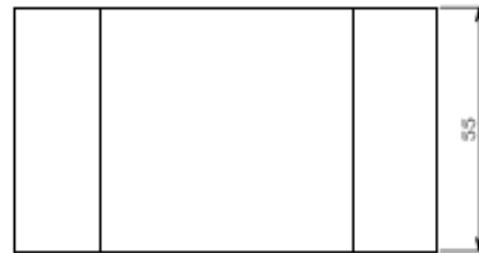
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES	ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES
±0.012	±0.005	±0.012	±0.005
±0.025	±0.010	±0.025	±0.010
±0.050	±0.020	±0.050	±0.020
±0.100	±0.040	±0.100	±0.040
±0.150	±0.060	±0.150	±0.060
±0.200	±0.080	±0.200	±0.080
±0.300	±0.120	±0.300	±0.120
±0.400	±0.160	±0.400	±0.160
±0.500	±0.200	±0.500	±0.200
±0.600	±0.240	±0.600	±0.240
±0.700	±0.280	±0.700	±0.280
±0.800	±0.320	±0.800	±0.320
±0.900	±0.360	±0.900	±0.360
±1.000	±0.400	±1.000	±0.400
±1.500	±0.600	±1.500	±0.600
±2.000	±0.800	±2.000	±0.800
±3.000	±1.200	±3.000	±1.200
±4.000	±1.600	±4.000	±1.600
±5.000	±2.000	±5.000	±2.000
±6.000	±2.400	±6.000	±2.400
±7.000	±2.800	±7.000	±2.800
±8.000	±3.200	±8.000	±3.200
±9.000	±3.600	±9.000	±3.600
±10.000	±4.000	±10.000	±4.000

ESQUEMA		ESQUEMA	
ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES	ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES
±0.012	±0.005	±0.012	±0.005
±0.025	±0.010	±0.025	±0.010
±0.050	±0.020	±0.050	±0.020
±0.100	±0.040	±0.100	±0.040
±0.150	±0.060	±0.150	±0.060
±0.200	±0.080	±0.200	±0.080
±0.300	±0.120	±0.300	±0.120
±0.400	±0.160	±0.400	±0.160
±0.500	±0.200	±0.500	±0.200
±0.600	±0.240	±0.600	±0.240
±0.700	±0.280	±0.700	±0.280
±0.800	±0.320	±0.800	±0.320
±0.900	±0.360	±0.900	±0.360
±1.000	±0.400	±1.000	±0.400
±1.500	±0.600	±1.500	±0.600
±2.000	±0.800	±2.000	±0.800
±3.000	±1.200	±3.000	±1.200
±4.000	±1.600	±4.000	±1.600
±5.000	±2.000	±5.000	±2.000
±6.000	±2.400	±6.000	±2.400
±7.000	±2.800	±7.000	±2.800
±8.000	±3.200	±8.000	±3.200
±9.000	±3.600	±9.000	±3.600
±10.000	±4.000	±10.000	±4.000

ESQUEMA		ESQUEMA	
ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES	ENTEROS Y FRACCIONES	DECIMALES
±0.012	±0.005	±0.012	±0.005
±0.025	±0.010	±0.025	±0.010
±0.050	±0.020	±0.050	±0.020
±0.100	±0.040	±0.100	±0.040
±0.150	±0.060	±0.150	±0.060
±0.200	±0.080	±0.200	±0.080
±0.300	±0.120	±0.300	±0.120
±0.400	±0.160	±0.400	±0.160
±0.500	±0.200	±0.500	±0.200
±0.600	±0.240	±0.600	±0.240
±0.700	±0.280	±0.700	±0.280
±0.800	±0.320	±0.800	±0.320
±0.900	±0.360	±0.900	±0.360
±1.000	±0.400	±1.000	±0.400
±1.500	±0.600	±1.500	±0.600
±2.000	±0.800	±2.000	±0.800
±3.000	±1.200	±3.000	±1.200
±4.000	±1.600	±4.000	±1.600
±5.000	±2.000	±5.000	±2.000
±6.000	±2.400	±6.000	±2.400
±7.000	±2.800	±7.000	±2.800
±8.000	±3.200	±8.000	±3.200
±9.000	±3.600	±9.000	±3.600
±10.000	±4.000	±10.000	±4.000

ESQUEMA DE ORGANIZACION  
 OBSERVACIONES:  
 SOLDADO CON ELECTRODO E-401  
 Contiene: TAPA SOPORTE TORNILLO CALIBRADOR  
 Equipo: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO  
 Grupo: JAIME GARCIA 40-4047 No Plano:  
 Aprobado: 28 DE 20



ADVERTENCIA I  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
 DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER. SE PROHIBE  
 SU REPRODUCCION O DISTRIBUCION  
 SIN EL CONSENTIMIENTO POR  
 ESCRITO DE LA INSTITUCION.

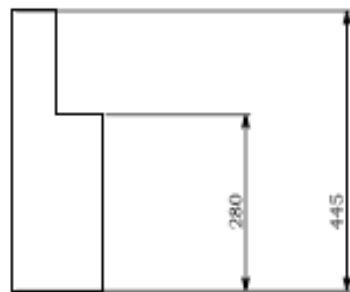
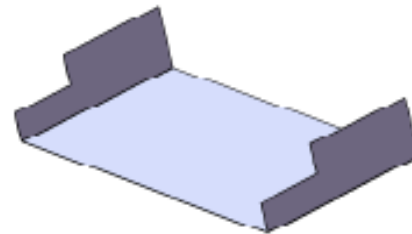
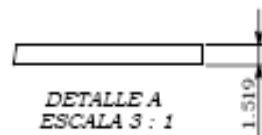
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
SISTEMA DE UNIDADES SI				SISTEMA DE UNIDADES SI			
ENTEROS Y FRACCIONES				SISTEMA DE UNIDADES SI			
NORMA ISO 2667 DIN / VDE				SISTEMA DE UNIDADES SI			
PIEGAS				SISTEMA DE UNIDADES SI			
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20

SISTEMA DE UNIDADES SI		SISTEMA DE UNIDADES SI	
UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
mm	0.001	mm	0.001
cm	0.01	cm	0.01
m	0.1	m	0.1
km	1000	km	1000
mm	0.001	mm	0.001
cm	0.01	cm	0.01
m	0.1	m	0.1
km	1000	km	1000

SISTEMA DE UNIDADES SI		SISTEMA DE UNIDADES SI	
UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
mm	0.001	mm	0.001
cm	0.01	cm	0.01
m	0.1	m	0.1
km	1000	km	1000

SISTEMA DE UNIDADES SI		SISTEMA DE UNIDADES SI	
UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
mm	0.001	mm	0.001
cm	0.01	cm	0.01
m	0.1	m	0.1
km	1000	km	1000

SISTEMA DE UNIDADES SI		SISTEMA DE UNIDADES SI	
UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
mm	0.001	mm	0.001
cm	0.01	cm	0.01
m	0.1	m	0.1
km	1000	km	1000



**ADVERTENCIA I**  
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO, NI PUBLICADO SIN EL CONSENTIMIENTO PREVIO POR ESCRITO.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
TOLERANCIAS				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
ENTREROS Y FRACCIONES				SISTEMA DE ORGANIZACION			
NORMA ISO 2768-Y DA / YMS				OBSERVACIONES:			
PREGUNTA				LAMINA ASTM A - 36, CONOCIDA COMO LAMINA COLD ROLLED CALIBRE 16			
ENTRERO	FRACCION	ENTRERO	FRACCION	ENTRERO	FRACCION	ENTRERO	FRACCION
0.01	0.05	0.10	0.15	0.01	0.05	0.10	0.15
0.02	0.10	0.20	0.30	0.02	0.10	0.20	0.30
0.05	0.20	0.40	0.60	0.05	0.20	0.40	0.60
0.10	0.40	0.80	1.20	0.10	0.40	0.80	1.20
0.15	0.60	1.20	1.80	0.15	0.60	1.20	1.80
0.20	0.80	1.60	2.40	0.20	0.80	1.60	2.40
0.30	1.20	2.40	3.60	0.30	1.20	2.40	3.60
0.40	1.60	3.20	4.80	0.40	1.60	3.20	4.80
0.50	2.00	4.00	6.00	0.50	2.00	4.00	6.00
0.60	2.40	4.80	7.20	0.60	2.40	4.80	7.20
0.80	3.20	6.40	9.60	0.80	3.20	6.40	9.60
1.00	4.00	8.00	12.00	1.00	4.00	8.00	12.00
1.50	6.00	12.00	18.00	1.50	6.00	12.00	18.00
2.00	8.00	16.00	24.00	2.00	8.00	16.00	24.00
3.00	12.00	24.00	36.00	3.00	12.00	24.00	36.00
4.00	16.00	32.00	48.00	4.00	16.00	32.00	48.00
5.00	20.00	40.00	60.00	5.00	20.00	40.00	60.00
6.00	24.00	48.00	72.00	6.00	24.00	48.00	72.00
8.00	32.00	64.00	96.00	8.00	32.00	64.00	96.00
10.00	40.00	80.00	120.00	10.00	40.00	80.00	120.00
15.00	60.00	120.00	180.00	15.00	60.00	120.00	180.00
20.00	80.00	160.00	240.00	20.00	80.00	160.00	240.00
30.00	120.00	240.00	360.00	30.00	120.00	240.00	360.00
40.00	160.00	320.00	480.00	40.00	160.00	320.00	480.00
50.00	200.00	400.00	600.00	50.00	200.00	400.00	600.00
60.00	240.00	480.00	720.00	60.00	240.00	480.00	720.00
80.00	320.00	640.00	960.00	80.00	320.00	640.00	960.00
100.00	400.00	800.00	1200.00	100.00	400.00	800.00	1200.00

ESQUEMA DE ORGANIZACION

CONTENIDO: 1 X MAQUINA

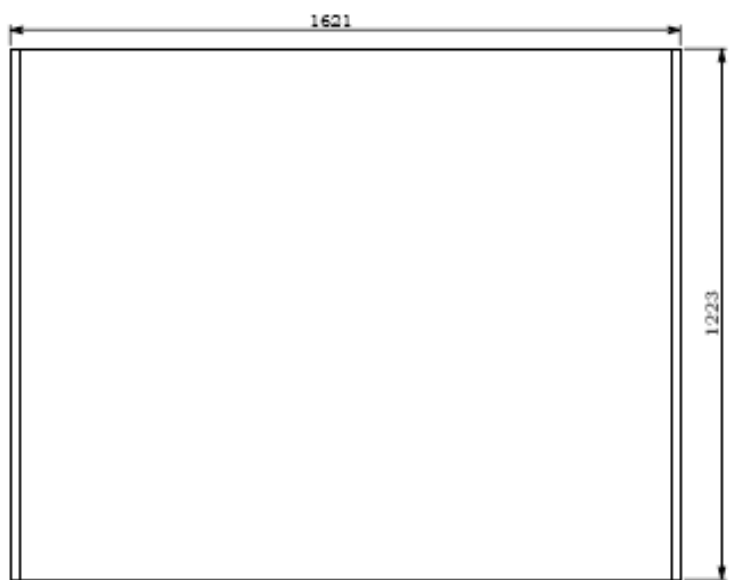
ESCALA: 1:1

MATERIAL: LAMINA COLD ROLLED

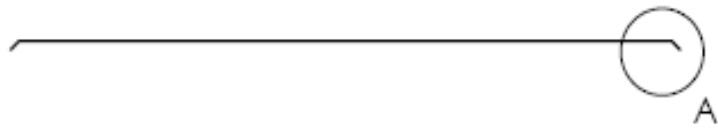
TRATAMIENTO: N.A.

UNIDADES: MILIMETROS

Observaciones:  
 Contiene: BARRERA DE ALIMENTACION  
 Nombre: LAMINADOR PARA VERA DE TABACO  
 Dibujo: JAIME GARCIA 01-03-07  
 No Plano: 30 DE 31



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



**ADVERTENCIA I'**  
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
NO DEBE SER REPRODUCIDO, COPIADO,  
NI PUBLICADO SIN EL CONSENTIMIENTO  
ESCRITO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER. SE DEBE CUIDAR DE SU ESTADO  
AL SER USADO PARA FINES EDUCATIVOS.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
TOLERANCIAS		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
ENTREROS Y PRACEDIDOS		SISTEMA DE ORGANIZACION	
NORMA ISO 2667 EN /MSE		OBSERVACIONES:	
PIECAS		LAS TAPAS SE FABRICARON EN LAMINA CALIBRE 14	
±0.1	±0.05	GRABADO	2 X MAQUINA
±0.2	±0.1	BOQUE	1:10
±0.3	±0.15	MATERIA	LAMINA COLD-ROLED
±0.4	±0.2	TRATAMIENTO	N.A.
±0.5	±0.25	MEDIDAS	MILIMETROS
±0.6	±0.3		
±0.7	±0.35		
±0.8	±0.4		
±0.9	±0.45		
±1.0	±0.5		
±1.2	±0.6		
±1.5	±0.75		
±2.0	±1.0		
±2.5	±1.25		
±3.0	±1.5		
±4.0	±2.0		
±5.0	±2.5		
±6.0	±3.0		
±8.0	±4.0		
±10.0	±5.0		
±12.0	±6.0		
±15.0	±7.5		
±20.0	±10.0		
±25.0	±12.5		
±30.0	±15.0		
±40.0	±20.0		
±50.0	±25.0		
±60.0	±30.0		
±80.0	±40.0		
±100.0	±50.0		
±120.0	±60.0		
±150.0	±75.0		
±200.0	±100.0		
±250.0	±125.0		
±300.0	±150.0		
±400.0	±200.0		
±500.0	±250.0		
±600.0	±300.0		
±800.0	±400.0		
±1000.0	±500.0		

Contiene: TAPA ZARANDA DE ACONDICIONAMIENTO

Equipo: LAMINADOR PARA VENA DE TABACO

Dibujo: JAIME GARCIA 48-48-47 No Plano:

Aprobado: JI DE 21