

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**



**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA.**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
“TECNÓLOGO MECÁNICO INDUSTRIAL”**

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA AGLUTINADORA DE  
FUNDAS PLASTICAS”.**

**AUTORES:**

**CESAR ESTEBAN CHIRIGUAYO LOZADA.**

**CARLOS ALFREDO ALCIVAR BURGOS.**

**Guayaquil – Ecuador**

**AÑO**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco a mi abuela *Virginia Ronquillo Álava* ya que con su esfuerzo y abnegación me enrumbo por el camino del bien siendo ella la que me termino de criar nunca permitió que me faltara nada.

Agradezco de todo corazón a los siguientes profesores ya que se esforzaron a lo largo de estos 4 años transmitirnos todos sus conocimientos y valores:

*Tecnólogo Fernando Ángel*

*Tecnólogo Luis Vargas.*

*Tecnólogo Miguel Pisco.*

*Mba. Edwin Tamayo*

*Sr. Fernando Delgado*

Me incluyo en este agradecimiento ya que debido a mi constancia y esfuerzo estoy a un paso de graduarme.

Carlos Alfredo Alcívar Burgos

## **DEDICATORIA.**

Dedico esta tesis a mi madre *Gina Lucy Burgos Ronquillo* ya que ella a mi corta edad me supo orientar por el buen camino, y aunque ya no esté a mi lado, estoy seguro que se hubiese sentido muy orgullosa de la semilla que dejo.

Carlos Alfredo Alcívar Burgos

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco a todas aquellas personas que han hecho posible el logro de esta meta en especial a mis padres y hermanas por ser siempre el faro que guía mi camino y por su apoyo durante toda mi carrera universitaria.

Cesar Esteban Chiriguayo Lozada.

## **DEDICATORIA.**

Dedico esta tesis a mi madre “Águeda”, a mi padre “Cesar” a mis hermanas “Indira y Estefanía” a mi novia “Rosa” a mis amigos y profesores.

Cesar Esteban Chiriguayo Lozada.

## **DECLARACIÓN EXPRESA.**

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.**

-----  
Tecnólogo. Luis Vargas Ayala.  
**TUTOR DEL PROYECTO.**

-----  
Mba. Edwin Tamayo.  
**VOCAL PRINCIPAL.**

-----  
Tecnólogo Miguel Pisco.  
**VOCAL ALTERNO.**

**AUTORES DEL PROYECTO.**

---

Carlos Alfredo Alcívar Burgos.

---

Cesar Esteban Chiriguayo Lozada



## **RESUMEN**

La aplicación de políticas económicas dispuestas por el gobierno del Ecuador con el objetivo de contrarrestar la baja de los precios del petróleo; principal producto de exportación de nuestro país y alrededor del cual gira nuestra economía, así como también, el fomento a la producción local de bienes y servicios con el objetivo de evitar la salida de capital (dólares), nos presenta una oportunidad para desarrollar prototipos y pequeñas adaptaciones de equipos y maquinarias para el sector productivo.

Es por esto que apoyados en la excelente formación académica recibida en la ESPOL, presentamos un prototipo de aglutinadora de plásticos, con un diseño simple y tecnología orientada a pequeños emprendedores. El prototipo realizado pretende disminuir la contaminación y permitir el reciclaje de materiales plásticos usados comúnmente como lo son las fundas.

Una aglutinadora es una máquina compuesta por: Dos grupos de cuchillas; móviles y fijas, las primeras rotan arrastrando las fundas plásticas las cuales se van cortando paulatinamente, por el rozamiento que se genera entre las cuchillas móviles y las fijas, el plástico se calienta incrementando su viscosidad, todo este proceso se produce dentro de un tanque denominado: Unidad de molienda que conforma una de las partes principales de la aglutinadora junto al motor y la estructura base. Para reducir la temperatura de todo el sistema se agrega agua a la masa de plástico que se ha formado dentro del tanque, como resultado de la adición de agua el plástico caliente empieza a transformarse en pequeñas partículas de una forma y textura similar a las palomitas de maíz, al producto resultante de este proceso se le denomina grumo.

Las cuchillas fijas y móviles están fabricadas en acero templado para resistir a todo el estrés que les representa el agrumado del plástico.

Nuestra máquina posee un diseño estructural sencillo pero resistente tomando en cuenta todos los requerimientos técnicos y selección de materiales necesarios para el óptimo desempeño del proceso que esta va a realizar.

Su fácil manejo permite al operario desempeñar su labor de una manera segura, limitándose básicamente a abrir y cerrar la compuerta para la recolección y el empaquetado del grumo.

## **PROTOTIPO**

*Elaborado por CECL - CAAB*



# INDICE

<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>5</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA.....</b>	<b>6</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>AUTORES DEL PROYECTO.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>PROTOTIPO.....</b>	<b>10</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>16</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>1º. CAPITULO.....</b>	<b>20</b>
<b>TIPOS DE RECICLAJE.....</b>	<b>20</b>
<b>FUNDAMENTOS.....</b>	<b>21</b>
<b>RECICLADO PRIMARIO O MECÁNICO.....</b>	<b>21</b>
Figura 1º1 Diagrama de reciclado mecánico.....	21
1º.1.1. ETAPAS DEL RECICLADO MECÁNICO.....	22
• SEPARACIÓN.....	22
• LIMPIEZA.....	22
Figura 1º3 Línea de lavado y secado centrifugado.....	23
• GRANULADO.....	24
<b>MAQUINAS GRANULADORAS PARA PLÁSTICOS.....</b>	<b>24</b>
1º.1.2. AGLUTINADORA.....	24
Figura 2º1 Aglutinadora.....	24
1º.1.3. MOLINO DE PLÁSTICO.....	27
Figura 2º2 Molino triturador de plásticos LHD.....	27
• CARACTERÍSTICAS DEL MOLINO TRITURADOR DE PLÁSTICOS:.....	28
<b>PELLETIZADO.....</b>	<b>28</b>
Figura 2º4 Pelletizadora.....	28
<b>RECICLAJE SECUNDARIO.....</b>	<b>29</b>
<b>RECICLAJE TERCIARIO O QUIMICO.....</b>	<b>30</b>
• Pirólisis.....	30
• Gasificación.....	30
• Metanólisis y glicólisis.....	31

<b>RECICLAJE CUATERNARIO .....</b>	<b>31</b>
<b>2º. CAPITULO. ....</b>	<b>32</b>
<b>CALCULO, SELECCIÓN Y DISEÑO. ....</b>	<b>32</b>
<b>SELECCIÓN DEL MODELO DE LA AGLUTINADORA.....</b>	<b>33</b>
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO. ....</b>	<b>33</b>
Tabla 3º1 Cilindro .....	33
<b>SELECCIÓN DEL MOTOR.....</b>	<b>34</b>
2º.1.1. Para calcular la potencia del motor empleamos la siguiente formula: .....	34
<b>DISEÑO DEL EJE PORTA CUCHILLAS. ....</b>	<b>35</b>
Tabla 3º3 Porta cuchillas .....	35
• FACTOR DE SEGURIDAD. ....	36
• DIMENSIONAMIENTO DEL RESTO DEL EJE. ....	37
Figura 3º1 Dimensionamiento del eje. ....	37
• CÁLCULO DEL ESFUERZO CORTANTE SOBRE LA CHAVETA.....	38
Tabla 3º4 Esfuerzo sobre chaveta .....	38
<b>SELECCION DE RODAMIENTOS Y CHUMACERAS.....</b>	<b>38</b>
• Se empieza con el cálculo de las cargas axiales. ....	39
Tabla 3º5 Carga axial .....	39
• Las cargas radiales se calculan a continuación: .....	39
Tabla 3º6 Nomenclatura de cargas dinamicas.....	39
• Reemplazando los valores en la ecuación inicial se obtiene: .....	39
<b>SELECCIÓN DE POLEAS.....</b>	<b>40</b>
• POTENCIA CORREGIDA.....	40
Tabla 3º7 Potencia.....	40
• SELECCIÓN DEL TIPO CORREA Y POLEA.....	41
Figura 3º2 Selección del tipo de polea.....	41
• SELECCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LAS POLEAS. ....	41
• DISTANCIA ENTRE CENTROS DE LOS EJES. ....	42
Tabla 3º8 Distancia entre centro. ....	42
• LONGITUD DE LA BANDA. ....	42
Figura 3º4 Factor de corrección de longitud. ....	43
• ARCO DE CONTACTO.....	43
Tabla 3º9Arco de contacto .....	43
Figura 3º5 Coeficiente corrector de arco de contacto .....	44
• PRESTACIÓN BASE DE LA CORREA. ....	44
• POTENCIA EFECTIVA POR CORREA.....	44
Figura 3º6 Potencia efectiva .....	46
<b>DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA AGLUTINADORA. ....</b>	<b>47</b>
2º.1.2. AUTODESK INVENTOR SIMULATION.....	47
Figura 3º7 Forma final de la estructura. ....	48
2º.1.3. TENSIÓN DE VON MISES. ....	48
• TEORÍA DE LA ENERGÍA DE LA DISTORSIÓN CON VON MISES. ....	48
2º.1.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.....	48
• Primer análisis (sobre unidad de molienda). ....	48

Figura 3°8 Masa del cilindro .....	49
2º.1.5. PASOS PARA EJECUTAR LA SIMULACIÓN.....	50
• Asignar material a la estructura.....	50
Figura 3°9 Asignacion de las propiedades del material.....	50
• Añadir restricciones de movimiento.....	50
Figura 3°10 Restricciones.....	50
• Asignar las cargas.....	51
• Generar la maya de elementos finitos.....	51
Figura 3°12 Generación de maya .....	51
• Ejecutar la simulación para el análisis.....	51
Figura 3°13 Simulacion.....	51
• Interpretación del resultado.....	52
2º.1.6. Segundo análisis (sobre carro templador de bandas).....	52
• Masa de la estructura y masa del motor.....	52
Figura 3°15 Masa del motor y estructura.....	52
• Calculo del peso: .....	53
• Ejecución del segundo análisis.....	53
Figura 3°16 y 3°17 Ejecución de segundo análisis para estructura .....	53
<b>SELECCIÓN EL TIPO DE ELECTRODOS.....</b>	<b>54</b>
Figura 3°7 nomenclatura de los electrodos.....	54
Tabla 3°10 Selección del Amperaje de acuerdo al Electrodo Empleado.....	54
Tabla 3°11 Selección del Diámetro del Electrodo para Soldar Chapa Metálica .....	54
2º.1.7. SELECCIÓN DEL TIPO DE ELECTRODO PARA SOLDAR LA BASE DEL CILINDRO.....	55
Tabla 3°12 Nomenclatura electrodos.....	55
2º.1.8. SELECCIÓN DE ELECTRODO PARA LA SOLDADURA ENTRE LOS PORTA CUCHILLAS FIJAS Y EL CILINDRO.....	55
2º.1.9. SELECCIÓN DE SOLDADURA PARA BOCÍN PORTA CUCHILLA MÓVIL.....	56
.....	<b>57</b>
.....	<b>57</b>
<b>3º. CAPITULO.....</b>	<b>57</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA AGLUTINADORA.....</b>	<b>57</b>
Eje conducido.....	58
Bocín porta cuchillas.....	60
Porta cuchillas móvil.....	61
Cuchillas móviles.....	62
Tapa porta cuchilla fija.....	63
Base porta fija .....	64
Cuchillas fijas.....	65
Cilindro .....	66
Compuerta y manija.....	67
Tolva .....	68
Brida base.....	69
Sujetador tapa superior.....	70
Tapa superior.....	71
Base de la brida.....	72
Estructura del motor.....	73

Base de las chumaceras superior e inferior .....	74
Estructura general .....	75
.....	76
<b>4º. CAPITULO.....</b>	<b>76</b>
<b>MONTAJE DE LOS COMPONENTES DE UNA AGLUTINADORA.....</b>	<b>76</b>
<b>DIAGRAMAS DE ENSAMBLE.....</b>	<b>77</b>
<b>DETALLE DE LAS OPERACIONES A REALIZAR PARA EL ENSAMBLE DE LA AGLUTINADORA. 78</b>	
Fig 5° 1 Sub ensamble 2.....	78
Fig 5° 2 Ensamble 1. ....	79
Fig 5° 3 Fig 5°4 Sub ensamble 3.....	79
Fig 5°5 Ensamble 2 .....	80
Fig. 5°7 Ensamble 4.      Fig. 5°8 Montaje de las cuchillas. ....	81
Fig. 5°9 Sub ensamble 5.....	81
Figura 5°10 Ensamble total. ....	82
<b>5º. CAPITULO.....</b>	<b>83</b>
<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS.....</b>	<b>83</b>
<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS.....</b>	<b>84</b>
<b>COSTOS DIRECTOS.....</b>	<b>85</b>
Tabla 6°1 Costo de materia prima .....	85
<b>GASTOS GENERALES.....</b>	<b>87</b>
Tabla 6°2 Costos de herramientas.....	87
<b>COSTO DEL PROYECTO:.....</b>	<b>88</b>
Tabla 6°3 Costo del proyecto .....	88
<b>6º. CAPITULO.....</b>	<b>89</b>
<b>MANUAL DEL USUARIO.....</b>	<b>89</b>
<b>Información al usuario y propietario.....</b>	<b>90</b>
<b>PRINCIPALES PRECAUCIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>PRINCIPALES COMPONENTES.....</b>	<b>91</b>
Figura 7°1 Partes de una aglutinadora.....	91
Tabla 7°1 Componentes principales de una aglutinadora.....	91
<b>INSTALACIÓN.....</b>	<b>91</b>
Figura 7°3 .....	92
Figura 7°4 .....	92
Figura 7°5 .....	92
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....</b>	<b>92</b>
Tabla 7°2 Características técnicas .....	92
<b>PRE-OPERACIÓN.....</b>	<b>93</b>
Figura 7°6 Verificaciones. ....	93
<b>OPERACIÓN.....</b>	<b>93</b>

<b>LIMPIEZA.</b> .....	<b>94</b>
Figura 7°7 Advertencia de corte.      Figura 7°8 Advertencia de choque eléctrico .....	94
<b>7º. CAPITULO.</b> .....	<b>95</b>
<b>GUIA DE MANTENIMIENTO.</b> .....	<b>95</b>
<b>GUIA DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>96</b>
<b>AVISOS GENERALES.</b> .....	<b>97</b>
<b>8º. CAPITULO.</b> .....	<b>98</b>
<b>DIAGRAMA DE GANTT Y PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.</b> .....	<b>98</b>
<b>8°1 DIAGRAMA DE GANTT.</b> .....	<b>99</b>
<b>8°1 PLANOS DE CONSTRUCCION</b> .....	<b>100</b>
Figura 8°1 Ensamble y nombre de cada componente.....	100
I. PIEZA EJE CONDUCCION .....	101
<b>9º. ANEXOS Y BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>122</b>
<b>PRUEBAS Y SOLUCIONES PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b> .....	<b>123</b>
Figura 10°1 Tuerca del eje. ....	123
Figura 10°2 10°3 Tapa de la tuerca. ....	123
Figura 10°3 Modificacion en el eje. ....	124
Figura 10°4 Plástico enredado.....	124
Figura 10°5 Porta cuchilla original.      Figura 10°6 Porta cuchilla modificado.....	124
Figuras 10° 6 y 10°7 Cuchillas móviles modificadas.      Figuras 10°8 y 10°9 cuchillas fijas modificadas. ....	125
Figura 10°10 Plástico cortado pero no aglutinado. ....	125
Figura 10°11 Base de suspensión. ....	126
Figura 10°12 Material aglutinado.....	126
<b>FOTOS DE CADA COMPONENTE</b> .....	<b>128</b>
Fig 10°13 Estructura.      Fig 10°14 Base chumacera inferior.....	128
Fig. 10°15 Eje.      Fig 10° 16 Poleas.....	128
Fig. 10° 17 Porta cuchillas móviles.      Fig. 10° 18 Cuchillas móviles. ....	128
Fig. 10°19 Cuchillas fijas.      Fig. 10° 20 Suelo suspendido. ....	129
Fig. 10° 21 Porta cuchillas fijas.      Fig. 10° 22 Brida de chumacera superior.....	129
Fig. 10° 23 Tapa superior del cilindro.      Fig. 10° 24 Base del cilindro.....	129
Fig. 10° 25 Cilindro.      Fig. 10°26 Base del motor.....	130
Fig. 10° 27 Chumacera.      Fig. 10° 28 Compuerta. ....	130
<b>10º. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>131</b>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1°1 Diagrama de reciclado mecánico.</i>	21
<i>Figura 1°3 Línea de lavado y secado centrifugado.</i>	23
<i>Figura 2°1 Aglutinadora.</i>	24
<i>Figura 2°2 Molino triturador de plásticos LHD.</i>	27
<i>Figura 2°4 Pelletizadora.</i>	28
<i>Figura 3°1 Dimensionamiento del eje.</i>	37
<i>Figura 3°2 Selección del tipo de polea.</i>	41
<i>Figura 3°4 Factor de corrección de longitud.</i>	43
<i>Figura 3°5 Coeficiente corrector de arco de contacto</i>	44
<i>Figura 3°6 Potencia efectiva</i>	46
<i>Figura 3°7 Forma final de la estructura.</i>	48
<i>Figura 3°8 Masa del cilindro</i>	49
<i>Figura 3°9 Asignacion de las propiedades del material.</i>	50
<i>Figura 3°10 Restricciones.</i>	50
<i>Figura 3°12 Generación de maya</i>	51
<i>Figura 3°13 Simulacion.</i>	51
<i>Figura 3°15 Masa del motor y estructura</i>	52
<i>Figura 3°16 y 3°17 Ejecución de segundo análisis para estructura</i>	53
<i>Figura 3°7 nomenclatura de los electrodos.</i>	54
<i>Fig 5° 1 Sub ensamble 2.</i>	78
<i>Fig 5° 2 Ensamble 1.</i>	79
<i>Fig 5° 3 Fig 5°4 Sub ensamble 3.</i>	79
<i>Fig 5°5 Ensamble 2</i>	80
<i>Fig. 5°7 Ensamble 4. Fig. 5°8 Montaje de las cuchillas.</i>	81
<i>Fig. 5°9 Sub ensamble 5.</i>	81
<i>Figura 5°10 Ensamble total.</i>	82
<i>Figura 7°1 Partes de una aglutinadora.</i>	91
<i>Figura 7°3</i>	<i>Figura 7°4</i>
<i>Figura 7°5</i>	92
	92



<b>Figura 7°6 Verificaciones.</b> .....	<b>93</b>
<b>Figura 7°7 Advertencia de corte.      Figura 7°8 Advertencia de choque eléctrico...</b>	<b>94</b>
<b>Figura 8°1 Ensamble y nombre de cada componente</b> .....	<b>100</b>
<b>Figura 10°1 Tuerca del eje.</b> .....	<b>123</b>
<b>Figura 10°2 10°3 Tapa de la tuerca.</b> .....	<b>123</b>
<b>Figura 10°3 Modificacion en el eje.</b> .....	<b>124</b>
<b>Figura 10°4 Plástico enredado.</b> .....	<b>124</b>
<b>Figura 10°5 Porta cuchilla original.      Figura 10°6 Porta cuchilla modificado.</b> .....	<b>124</b>
<b>Figuras 10° 6 y 10°7 Cuchillas móviles modificadas.      Figuras 10°8 y 10°9 cuchillas fijas modificadas.</b> .....	<b>125</b>
<b>Figura 10°10 Plástico cortado pero no aglutinado.</b> .....	<b>125</b>
<b>Figura 10°11 Base de suspensión.</b> .....	<b>126</b>
<b>Figura 10°12 Material aglutinado.</b> .....	<b>126</b>
<b>Fig 10°13 Estructura.      Fig 10°14 Base chumacera inferior.</b> .....	<b>128</b>
<b>Fig. 10°15 Eje.      Fig 10° 16 Poleas.</b> .....	<b>128</b>
<b>Fig. 10° 17 Porta cuchillas móviles.      Fig. 10° 18 Cuchillas móviles.</b> .....	<b>128</b>
<b>Fig. 10°19 Cuchillas fijas.      Fig. 10° 20 Suelo suspendido.</b> .....	<b>129</b>
<b>Fig. 10° 21 Porta cuchillas fijas.      Fig. 10° 22 Brida de chumacera superior.</b> .....	<b>129</b>
<b>Fig. 10° 23 Tapa superior del cilindro.      Fig. 10° 24 Base del cilindro.</b> .....	<b>129</b>
<b>Fig. 10° 25 Cilindro.      Fig. 10°26 Base del motor.</b> .....	<b>130</b>
<b>Fig. 10° 27 Chumacera.      Fig. 10° 28 Compuerta.</b> .....	<b>130</b>

## INDICE DE TABLAS

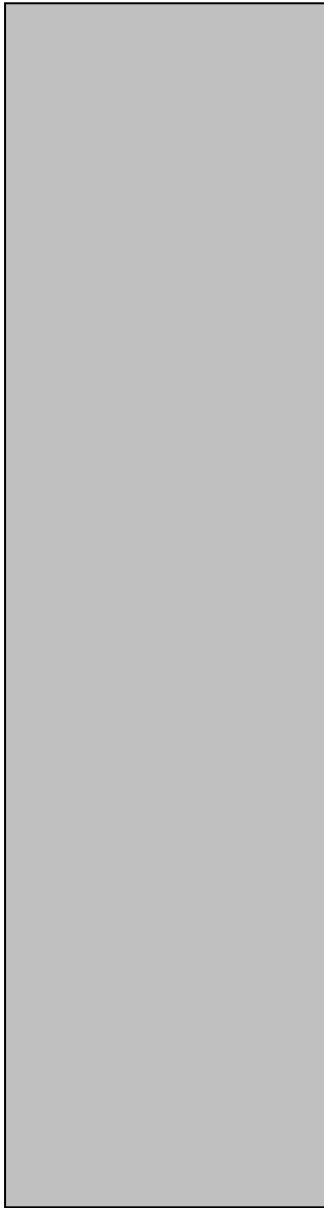
<b>Tabla 3°1 Cilindro.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3°3 Porta cuchillas .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3°4 Esfuerzo sobre chaveta .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3°5 Carga axial .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3°6 Nomenclatura de cargas dinamicas.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3°7 Potencia .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3°8 Distancia entre centro.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3°9 Arco de contacto.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 3°10 Selección del Amperaje de acuerdo al Electrodo Empleado .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 3°11 Selección del Diámetro del Electrodo para Soldar Chapa Metálica .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 3°12 Nomenclatura electrodos. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 6°1 Costo de materia prima.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 6°2 Costos de herramientas.....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 6°3 Costo del proyecto .....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 7°1 Componentes principales de una aglutinadora .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 7°2 Características técnicas.....</b>	<b>92</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

Nuestro proyecto “Diseño y construcción de una aglutinadora de fundas plásticas” tiene como propósito aplicar de todas las habilidades y técnicas académicas adquiridas a lo largo de nuestra carrera universitaria. Entre las asignaturas más importantes que pondremos en práctica están: Dibujo Mecánico, Resistencia de Materiales, Mecánica Aplicada, Procesos de Manufactura y Electricidad.

Como propósito general contaremos con una máquina completamente funcional que procesara una determinada cantidad de plástico contribuyendo de esta manera con el desarrollo sustentable de nuestro país mejorando la relación del plástico con el ecosistema y a su vez será la herramienta con la que uno o varios individuos obtendrán un beneficio económico.

El diseño de nuestra máquina se realizó en un programa de DISEÑO ASISITIDO POR COMPUTADORA “CAD”, (AUTODESK INVENTOR ®) teniendo en cuenta las medidas necesarias para procesar una determinada cantidad de material, la funcionalidad, los costos de construcción, mantenimiento y el consumo eléctrico.



**1º. CAPITULO.  
TIPOS DE RECICLAJE.**

## **FUNDAMENTOS.**

El material plástico tiene varios puntos a favor: es económico, liviano, muy duradero y hasta buen aislante eléctrico y acústico. Para reciclar plástico, primero hay que clasificarlo de acuerdo con la resina. Es decir, en siete clases distintas: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS entre otros.

La clasificación se debe a que las resinas que componen cada una de las categorías de plástico son termodinámicamente incompatibles unas con otras. Tomando como ejemplo las botellas plásticas, a estas hay que sumarle el trabajo de separar las tapas, que generalmente no están hechas del mismo material. En el proceso de reciclaje el plástico pierde algunas de sus propiedades originales, por lo que hay que agregarle una serie de aditivos para que recupere dichas propiedades.

Hay cuatro tipos de reciclaje de plásticos: Primario o mecánico, reciclado secundario, reciclaje terciario o químico y el reciclaje cuaternario. El conocer cuál de estos tipos se debe usar depende de factores tales como la limpieza, homogeneidad del material, el valor del material de desecho y de la aplicación final.

## **RECICLADO PRIMARIO O MECÁNICO.**

El proceso de reciclaje primario es fundamentalmente el mismo para los distintos plásticos. Consiste en la separación, limpieza, peletizado, moldeado por inyección, moldeado por compresión y termo formación.



**Figura 1°1 Diagrama de reciclado mecánico.**

Desde el punto de vista técnico, se puede decir que las plantas de reciclado mecánico requieren inversiones moderadas en cambio las del reciclaje químico requieren

inversiones mayores. El proceso de reciclado mecánico no conlleva contaminación del medio ambiente, con el tratamiento de los efluentes líquidos se llega a controlar el proceso ambientalmente. El reciclado mecánico genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final, generando fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado.

Una de las razones fundamentales para la selección del reciclado mecánico como alternativa viable para la recuperación de este material, es que existe mercado para el material molido y limpio. Este producto como insumo o materia prima sirve para producir otros artículos de uso final.

### **1º.1.1. ETAPAS DEL RECICLADO MECÁNICO.**

El proceso de reciclaje mecánico es fundamentalmente el mismo para los distintos plásticos. Consiste en la separación, limpieza secado y granulado, el moldeado por inyección, por compresión o termo formación puede realizarse con el material limpio picado.

Las etapas de reciclado mecánico se muestran a continuación:

#### **•SEPARACIÓN.**

La separación tiene por finalidad liberar al plástico de interés de diferentes tipos de materiales especialmente de los otros tipos de polímeros que estén acompañando al material de interés como lo son los metales, vidrio o papel.

La importancia de la separación radica en que si existiesen otros materiales presentes, éstos podrían perjudicar el proceso de reciclaje o directamente empeorar la calidad del producto final.

Existen métodos de separación automatizada basados en las diferencias de gravedad específica, difracción de rayos x y disolución en solventes.

#### **•LIMPIEZA.**

Los flakes de PET están generalmente contaminados con comida, papel, piedras, polvo, aceite, solventes y en algunos casos pegamento. De ahí que tienen que ser primero limpiados en un baño que garantice la eliminación de contaminantes.

El uso de hidrociclones cuando el desecho plástico está muy contaminado es una alternativa, el plástico contaminado es removido al ser ligero ya que flota en la superficie donde es expulsado. Los contaminantes caen al fondo y se descargan. Después del proceso de limpieza, los plásticos se llaman hojuelas limpias o granulado limpio.

El uso de detergentes está limitado por la cuestión ambiental debido a que los efluentes del proceso o procesos de lavado deben ser tratados para que puedan ser reutilizados nuevamente en el ciclo de lavado. Es necesario encontrar un adecuado sistema de purificación de las aguas residuales para no contaminar ni dañar el entorno en el cual se desarrolla el proceso de reciclado.

El uso de soda cáustica (hidróxido de sodio) para el proceso de lavado es adecuado por las bajas concentraciones necesarias y porque la soda cáustica remanente en disolución se puede reutilizar para otros lavados, simplemente reponiendo la que se pierde en el proceso de lavado.

Sobre este punto ya existen tecnologías, sistemas de recuperación y tratamiento de aguas residuales de procesos de lavado de materiales contaminados que están disponibles.



**Figura 1°3 Línea de lavado y secado centrifugado.**

En los casos que se requiera extrema sequedad pueden usarse secaderos térmicos de doble lecho fluido con aire atemperado de 120°C hasta 180°C, en periodos que duran entre 2, 4 a 6 horas dependiendo de la capacidad y diseño de los equipos.

## •GRANULADO

Este realiza el proceso de granulación a bajas temperaturas en general, pero existen varios tipos en los que se hace necesario el incremento de temperatura para dicho proceso, el cual debe realizarse controlando el calor para no dañar la moléculas estructurales del material, así como tampoco afectar sus características químicas, ni su desempeño. Algunos granuladores tienen la capacidad de moler, mezclar y decolorar al mismo tiempo. El granulador de plástico, está diseñado para reciclar los desechos de films o láminas de plástico suave, bolsas, tubos de materiales como: cloruro de polivinilo, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y procesarlos hasta obtener nuevos productos de plástico.

Dentro del grupo de los granuladores encontramos tres subtipos que son: aglutinadoras, pelletizadoras, molinos.

### **MAQUINAS GRANULADORAS PARA PLÁSTICOS.**

Dentro del grupo de los granuladores encontramos tres subtipos que son: aglutinadoras, pelletizadoras, molinos. Como nuestro proyecto se centra en el diseño y construcción de una aglutinadora de plásticos describiremos en el siguiente párrafo sus principales componentes sus características constructivas y principio de funcionamiento.

#### **1°.1.2. AGLUTINADORA.**



**Figura 2°1 Aglutinadora.**

La aglutinadora es utilizada para dar densidad o granular los empaques flexibles como las bolsas plásticas, este proceso se requiere para tener una adecuada alimentación en la tolva de la pelettizadora u otras máquinas, además está diseñada para procesar cualquier



tipo de Poleolefinas como puede ser polipropileno, polietileno de alta o baja densidad, PVC y otros.

Los aglutinadores como tal están compuestos por un número determinado de componentes destinados a cumplir una función específica en el desempeño de la máquina, sin embargo existen un sin número de modelos de aglutinadores en los que estos componentes difieren por su posición y su forma pero sin variar su función.

Los componentes principales de un aglutinador independientemente de su forma son:

Un grupo de cuchillas fijas colocadas en la periferia de una unidad de molienda que posee una forma cilíndrica, dentro de esta se realiza el trabajo para el cual está diseñada la maquina (picar y agrumar el plástico).

Un grupo de cuchillas móviles sujetas a una porta cuchillas giratorias.

Un eje que se centra en el interior de la unidad de molienda sobre el cual va montado el porta cuchillas móvil que gira a una determinada velocidad realizando de esta manera el efecto de corte por cizalladura entre las cuchillas fijas y móviles.

Dos chumaceras insertadas en los extremos del eje las que sujetan el mismo permitiéndole girar libremente.

Un motor eléctrico que se encarga de mover el mecanismo de transmisión (Bandas, poleas etc.).

Dos poleas tipo B, una de estas montada sobre el eje principal (eje porta cuchillas) y la otra sobre el eje del motor, la poleas poseen un tamaño que cumple con la relación de transmisión requerida por la máquina.

Un carro templador sobre el que va sujeto el motor, este carro cumple la función de templar las bandas que transmiten potencia desde el motor hasta el eje porta cuchillas.

Por último la estructura base donde van ensamblados todos los componentes descritos anteriormente, esta estructura puede estar fabricada en ángulo de acero estructural tubo redondo o tubo cuadrado dependiendo del criterio del diseñador.

Existen también aglutinadoras modernas con varias mejoras de diseño como tapa automática para la salida del material. Aglutinadoras dotadas con un sistema de enfriamiento en las paredes del tanque para acelerar el proceso de enfriamiento en el aglutinado y sea conectado directamente a la boca de la extrusora.

La posición que tienen las cuchillas se ha escogido basada en el principio de corte por cizalladura. La distancia mínima entre las cuchillas es de 12 mm si esta medida estuviera por debajo de los 12 mm se necesitaría una alta precisión en la construcción y el posicionamiento de las cuchillas móviles con respecto a las fijas.

La distancia entre las cuchillas móviles y fijas no debe exceder los 30mm dado que la cantidad de material que se acumula entre las cuchillas durante el proceso de corte del polímero tiene una relación directa con la resistencia que se genera entre las caras de ambas cuchillas (móviles y fijas) al iniciarse el cambio de estado del material procesado tenemos un aumento en la viscosidad, produciéndose una resistencia al giro que puede ser aliviada disminuyendo la cantidad de material entre cuchillas, para conseguir este efecto debe aumentarse la distancia entre estas, teniendo como límite los 30 mm, si se excede esta distancia el efecto será un corte deficiente y una demora relativa en el proceso de aglutinado.

En síntesis la distancia entre cuchillas fijas y móviles condiciona la eficiencia en el proceso de agrumado del plástico dentro de la aglutinadora.

La labor de agrumado o aglutinado resulta un tarea sencilla en la mayoría de los casos se empieza por introducir las bolsas plásticas en la máquina proporcionalmente sin que sobrepase el amperaje permisible del motor, el cual debe estar indicado en el tablero de la máquina.

Después de unos minutos el plástico empieza a compactarse precipitándose al fondo de la unidad de molienda, de tal forma que se dificulta el corte del plástico. Se agrega agua para disminuir las viscosidad de la mezcla (1/2 lt aprox.) el agua se evapora al hacer contacto con el plástico caliente, al realizar el cambio de estado elimina calor por medio del vapor, al disminuir energía calorífica de la masa de plástico a punto de fundirse este

se solidifica produciendo el grumo con la ayuda del movimiento giratorio de las cuchillas móviles.

Se continua agregando plástico unas vez que aquella mezcla que se acaba de generar dentro de la unidad de molienda se homogenice. Este proceso se repite de tres a cuatro veces o las que sean necesarias hasta que el tamaño de la carga sea apropiado.

El tamaño de la carga puede ser medido en función del amperaje del motor, por ejemplo:

Un motor de 10hp debe trabajar a plena carga de **22 a 25 amp.**

### **1°.1.3. MOLINO DE PLÁSTICO.**



**Figura 2°2 Molino triturador de plásticos LHD.**

Un molino sirve para triturar o picar plástico. Estos molinos están constituidos básicamente por una tolva de alimentación del material (PET, PVC), cuya abertura inferior y el diámetro del rotor definen la capacidad volumétrica del molino. La tolva da acceso a la cámara de molienda, en la que se encuentra un rotor porta cuchillas y un estator con otra cuchilla denominada fija, produciéndose entre ambas el corte del material. En la parte inferior de la cámara se encuentra un tamiz que define la granulometría del producto a obtener, preestablecido por la holgura entre las cuchillas del estator y las del rotor. Este último recircula el material cuyo tamaño exceda al de las aberturas del tamiz.

- **CARACTERÍSTICAS DEL MOLINO TRITURADOR DE PLÁSTICOS:**

Bajo consumo de energía, sin aumento de temperatura durante el proceso de pulverización.

El pulverizador de plásticos puede producir polvos de diferentes finuras por medio del ajuste de la distancia entre el disco del rotor y el disco del estator.

Si es equipado con un tamiz vibratorio y un clasificador de aire, el pulverizador de plásticos será capaz de producir polvos ultra finos. Los polvos no calificados serán nuevamente introducidos a la cámara de molienda para una segunda trituración.

La operación de presión negativa y la operación de presión positiva, la temperatura normal de molienda y la molienda criogénica, etc., están todas disponibles para las moliendas de diferentes materiales.

Rendimiento mecánico estable, operación simple y mantenimiento conveniente.

## **PELLETIZADO.**



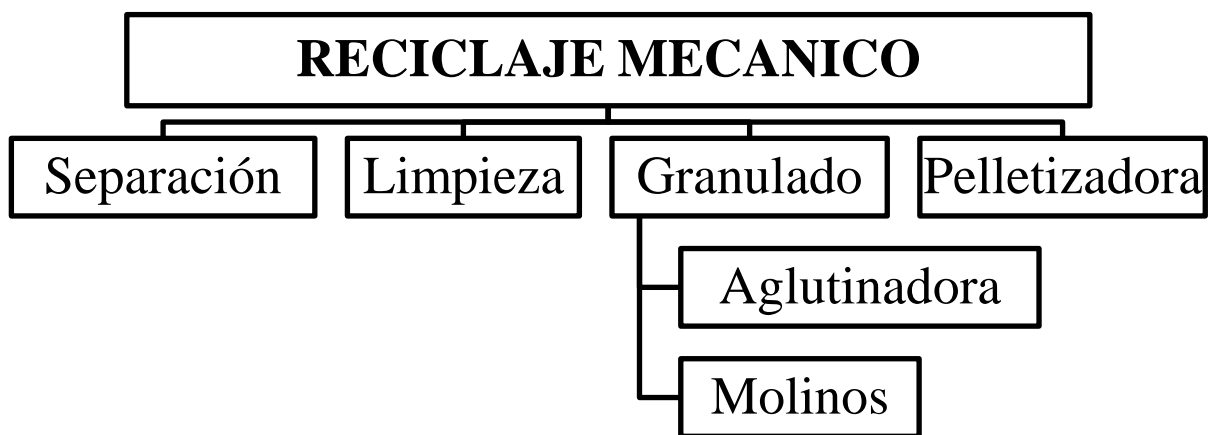
**Figura 2°4 Pelletizadora.**

En si la pelletizadora es un extrusora.

La palabra extrusión proviene del latín "extrudere" que significa forzar un material a través de un orificio. La extrusora es una máquina que hace pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con una forma más o menos compleja a una temperatura de 250- 300°C.

El plástico ya derretido, sale de la extrusora por cuatro orificios en forma de hilera o tallarines, el material adquiere una sección transversal igual a la del orificio. En la extrusión de termoplásticos el proceso no es tan simple, ya que durante el mismo el polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente se enfría en una calandria. Este proceso de extrusión tiene por objetivos (proceso que es normalmente continuo) puede usarse para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, etc.

Resumiendo en forma general los equipos más usados en el proceso de reciclaje mecánico de plásticos se muestran a continuación:



## **RECICLAJE SECUNDARIO**

El reciclaje secundario convierte al plástico en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original. Algunos ejemplos de plásticos recuperados por esta forma son los termoestables o plásticos contaminados.

El proceso de mezclado de plásticos es representativo del reciclaje secundario. Este método elimina la necesidad de separar y limpiar y de esta forma la mezcla de plásticos (incluyendo tapas de aluminio, etiquetas de papel, polvo, etc.), se muelen y funden juntas dentro de un extrusor. Los plásticos pasan por un tubo con una gran abertura hacia un baño de agua y luego son cortados a varias longitudes dependiendo de las especificaciones del cliente. Los plásticos termoestables son partes que no se funden y que tienden a acumularse en el centro de la mezcla y los plásticos más viscosos tienden a salir, dándole al producto final una apariencia uniforme.

## **RECICLAJE TERCIARIO O QUIMICO**

El reciclaje terciario degrada al polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Este tipo de reciclaje es diferente de los dos primeros mencionados porque involucra un cambio químico, no sólo un cambio físico. En el reciclaje terciario las largas cadenas del polímero se rompen en pequeños hidrocarburos (monómeros) o monóxido de carbono e hidrógeno. Actualmente, el reciclaje terciario cuenta con dos métodos principales: pirólisis y gasificación, no obstante se están desarrollando otros métodos como la metanólisis y la glicólisis.

### **• Pirólisis**

Es un proceso de reforma en el cual la gasificación de los compuestos fácilmente degradables se hace por un calentamiento directo o indirecto. Se debe tener en cuenta que la pirólisis o cracking térmico es una técnica muy conocida en el procesado del petróleo. Existen numerosas variantes de la pirólisis: pirólisis de cauce fijo, de cauce fluido, de cauce dirigido y de cauce agitado. Entre estas, el cauce fluido ha recibido especial atención porque puede convertir una gran variedad de materiales, incluyendo plástico, aceites y aguas cloacales en petroquímicos crudos. Los sistemas de cauce fluido utilizan un gas de polímero o un gas inerte para dar fluides al cauce de arena a temperaturas entre los 400 y 800°C para producir productos de petróleo líquidos. El cauce fluidizado de arena provee un buen mezclado y transferencia de calor. Las ventajas de la pirólisis son:

- a) No involucra un paso de separación.
- b) Recupera los plásticos en sus materias primas, de manera que se pueden rehacer polímeros puros con mejores propiedades y menos contaminación.

### **• Gasificación**

La gasificación tiene el mismo principio que la pirólisis: el calentamiento convierte las grandes cadenas de carbono en pequeñas cadenas, pero se lleva cabo en condiciones más drásticas que la pirólisis (temperaturas superiores a los 900°C y presiones por

encima de los 60 bares). El gas de síntesis obtenido de la gasificación puede ser utilizado para producir electricidad, metanol o amoníaco.

### •Metanólisis y glicólisis

La metanólisis es la ruptura de las cadenas causada por metanol y la glicólisis es la ruptura de un enlace glicosídico producida por alguna sustancia. La alcoholólisis ha sido utilizada también por Sherwin Williams para convertir residuos de PET en poliésteres solubles. Esta alcoholólisis es asistida por un catalizador tal como Ba(OH)<sub>2</sub>.

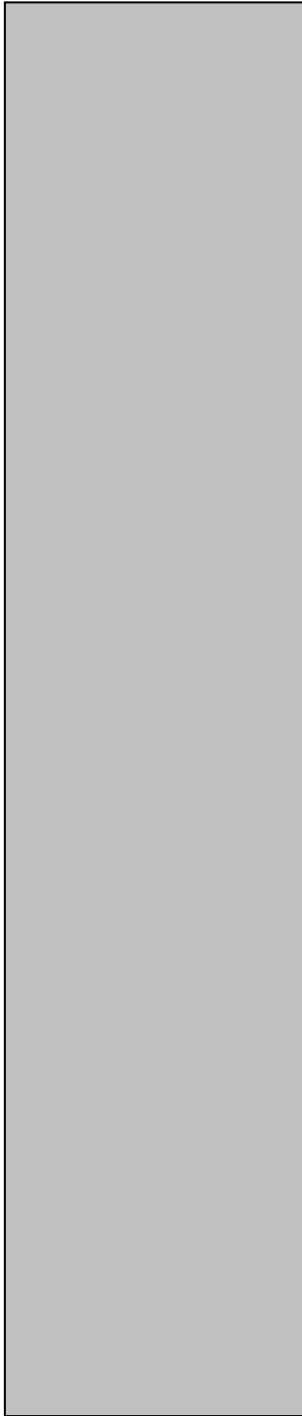
## **RECICLAJE CUATERNARIO**

Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada de este proceso para llevar a cabo otros procedimientos, es decir que el plástico es utilizado como un combustible con el objetivo de reciclar energía. La incineración puede incluirse en esta clasificación siempre que la recuperación de calor sea acompañada de un generador de vapor o por el uso directo de gases de humo de alta temperatura, en un proceso que requiera una fuente de calor externa. Estos gases de humo son para recalentar, secar o templar hornos.

La incineración posee otras ventajas:

- a) Disminuye considerablemente la cantidad de espacio ocupado en los rellenos sanitarios.
- b) La recuperación de metales.
- c) El manejo de diferentes cantidades de desechos.

Sin embargo, algunas de sus desventajas son: la generación de contaminantes gaseosos, aunque ésta es mínima, y la gran inversión monetaria que representa.



**2º. CAPITULO.  
CALCULO, SELECCIÓN Y DISEÑO.**



## SELECCIÓN DEL MODELO DE LA AGLUTINADORA.

Este es un prototipo de referencia que servirá para construir una maquina con mayor potencia con el fin de incrementar la producción de la forma más eficiente posible.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO.

El cilindro fue diseñado en base a la cantidad de material plástico que se requería agrumar (**55kg**) y que debe ser procesado en un lapso de **20 minutos** dando como resultado un diámetro de **380mm** y **800mm** de altura.

El cálculo de detalla a continuación:

$$V = Ab * h$$

$$V = \frac{\omega}{\rho}$$

$$V = V$$

$$Ab * h = \frac{\omega}{\rho}$$

$$h = \frac{\omega}{Ab * \rho}$$

$$h = \frac{55kg}{\frac{(38cm)^2 \pi}{4} * \frac{0,91g}{cm^3} * \frac{1kg}{1000g}}$$

<i>Tabla 3°1 Cilindro</i>	
<i>Nomenclatura</i>	
<i>V</i>	<i>Volumen</i>
<i>Ab</i>	<i>Área de la base</i>
<i>h</i>	<i>Altura</i>
<i>w</i>	<i>Peso</i>
<i>L</i>	<i>Longitud</i>
<i>De</i>	<i>Diámetro del cilindro</i>
<i>ρ</i>	<i>densidad</i>

<b>h = 53cm</b>
-----------------

Para mantener las condiciones de seguridad dejaremos un remanente de 27 cm para evitar que el movimiento derrame el material fuera del cilindro de esta forma obtendremos que la altura total del cilindro será **80cm**.

Para el corte exacto del desarrollo del cilindro se usó la siguiente ecuación:

$$L = \pi De$$

$$L = \pi 38 cm$$

$$\mathbf{L = 119,38 cm}$$

## SELECCIÓN DEL MOTOR.

**2º.1.1. Para calcular la potencia del motor empleamos la siguiente formula:**

$$HP = \frac{RPM * T}{5252}$$

Conocemos las RPM haciéndose necesario el cálculo del torque.

**El torque necesario para la aglutinadora se calcula de la siguiente manera.**

$$T = F * d$$

$$T = 27,5Kg * 0,19m * \frac{9,8m}{seg^2}$$

**T=51,2 Nm Torque requerido dentro del cilindro.**

**Reemplazando en la ecuación de potencia tenemos.**

$$HP = \frac{RPM * T}{5252}$$

$$HP = \frac{RPM * F * d}{5252}$$

$$HP = \frac{875RPM * 27,5KG * 0,19m * \frac{9,8m}{s^2}}{5252}$$

$$HP = 8,5$$

No existe a disposición un motor de **8,5 Hp**, por este motivo se usara un motor de **10 HP**.

**Calculo de torque que ofrece el motor.**

$$T = \frac{HP}{RPM} = \frac{10HP}{1750RPM}$$

$$T = \frac{10HP * \frac{746kgm^2}{HP * seg^3}}{\frac{1750rev}{min} * \frac{1min}{60seg} * \frac{2\pi rad}{1rev}}$$

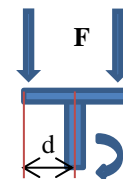
**T= 40,07Nm Torque teórico del motor.**

**Calculo del torque real dentro del cilindro de la aglutinadora.**

Las RPM dentro del cilindro serán 875 Rpm y se las reducirá por medio de las poleas.

$$T = \frac{HP}{RPM}$$

$$T = \frac{10HP}{875RPM}$$



$$T = \frac{10HP * \frac{746kgm^2}{HP * seg^3}}{\frac{875rev}{min} * \frac{1min}{60seg} * \frac{2\pi rad}{1rev}}$$

**T= 81,03Nm Torque real de las cuchillas.**

### DISEÑO DEL EJE PORTA CUCHILLAS.

El material con el que se construirá el eje conducido deberá tener propiedades similares a las del eje conductor (eje del motor). En este caso el material con el que está construido el eje conductor es acero ASSAB 705.

- El primer dato necesario es el **esfuerzo máximo** que se calcula de la siguiente manera.

Datos:

$$R= 0,175m$$

$$P= 10HP$$

$$\omega = 1750RPM$$

$$r_a= 0,19m$$

$$G = \frac{T * R}{J}$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$J = \frac{\pi R^4}{2}$$

$$S_{ult.} = \frac{T}{J}$$

Tabla 3°3 Porta cuchillas	
Nomenclatura	
<i>R</i>	<i>Radio del eje del motor en metros</i>
<i>P</i>	<i>Potencia del motor en HP</i>
<i>w</i>	<i>Revoluciones por minutos</i>
<i>T</i>	<i>Torque</i>
<i>J</i>	<i>Momento polar de inercia</i>
<i>F</i>	<i>Fuerza o peso que el motor tiene que desplazar</i>
<i>r<sub>a</sub></i>	<i>Radio del porta cuchillas móvil</i>
<i>R<sub>b</sub></i>	<i>Radio del eje conducido</i>
<i>F<sub>s</sub></i>	<i>Factor de seguridad</i>
<i>S.ult</i>	<i>Esfuerzo ultimo permisible</i>
<i>S.adm</i>	<i>Esfuerzo admisible ( de trabajo)</i>

Reemplazando todas las ecuaciones en una sola y tenemos:

$$S_{ult} = \frac{\frac{P * R}{\omega}}{\frac{\pi R^4}{2}} = \frac{2P}{\pi R^3 * \omega}$$

$$S_{ult} = \frac{2 * \left(10HP * \frac{746Nm}{seg}\right)}{\pi * (0,0175m)^3 * \frac{1750rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1rev} * \frac{1min}{60seg}}$$

$$S_{ult} = 4,83Gpa.$$

UNA VEZ OBTENIDO EL ESFUERZO ULTIMO PERMISIBLE (Sult) SE CALCULA EL DIÁMETRO DEL EJE CONDUCTIDO.

$$S_{ult} = \frac{T * R}{J}$$

$$T = F * r_a$$

$$J = \frac{\pi r_b^4}{2}$$

$$G = \frac{F * r_a * r_b}{\frac{\pi r_b^4}{2}} = \frac{2F * r_a}{\pi r_b^3}$$

$$\sqrt[3]{r_b^3} = \sqrt[3]{\frac{2F * r_a}{\pi G}}$$

$$r_b = \sqrt[3]{\frac{2 * 27,5kg * \frac{9,8m}{seg^2} * 0,19m}{\pi * 4835463,8 \frac{N}{m^2}}}$$

$$r_b = 0,022m$$

$$r_b = 22.05mm$$

**Diámetro del eje conducido = 44 mm**

### •FACTOR DE SEGURIDAD.

Es la relación entre el esfuerzo que soporta un material (Esfuerzo ultimo) y el esfuerzo que le aplicas a ese material (Esfuerzo admisible)

$$FS = \frac{S_{ult}}{S_{adm}}$$

Por seguridad no se dejara el eje a **44 mm** si hay exceso de carga sobre el eje podría terminar en un fallo del mismo, dañando la máquina y poniendo en riesgo vidas humanas.

El diámetro final del eje será **65mm** y se calculara el esfuerzo máximo admisible (S.adm) que este va a soportar de la siguiente manera:

$$S_{adm} = \frac{2P}{\pi r_b^3 * \omega}$$

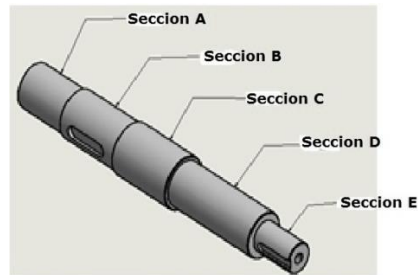
$$S_{adm} = \frac{2 * \left(10HP * \frac{746Nm}{seg}\right)}{\pi * (0,0325m)^3 * \frac{875rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1rev} * \frac{1 min}{60seg}}$$

$$S_{adm} = 1,5 Gpa$$

$$FS = \frac{S_{ult}}{S_{adm}} = \frac{4,8GPa}{1,5GPa} = 3,2$$

**El 3,2 significa que el eje va a estar sujeto a 1/3 del esfuerzo que puede soportar.**

- **DIMENSIONAMIENTO DEL RESTO DEL EJE.**



**Figura 3°1 Dimensionamiento del eje.**

Para continuar con el dimensionamiento del eje se tomara en cuenta que se necesita poner dos chumaceras las cuales tienen 60mm de diámetro interior, y la altura de estas es de 80mm.

**Sección A** la base del eje va insertada en una chumacera por lo que tendrá las medidas antes especificadas.

**Sección B** tiene un diámetro de 65 mm por 100 mm de longitud donde se colocara la polea conducida (250 mm de diámetro, tipo “B”, 3 canales)

**Sección C** tiene un diámetro de 70 mm por 100mm de longitud, teniendo en cuenta que no existen normas para este tipo de dimensionamiento se tomará esta medida por cuestión de comodidad, esta distancia facilita la manipulación de las correas trapezoidales y la polea que van montadas sobre el eje además de permitir un correcto apriete de los pernos que sujeta la chumacera superior.

**Sección D** tendrá una diámetro de 60mm por 150mm lo que permitirá deslizar el eje de forma axial al centro de la chumacera de esta manera se puede adaptar la altura de las cuchillas móviles con respecto a las cuchillas fijas, la base del cilindro o unidad de molienda y la alineación de las bandas.

Por último se dejará una **sección E** de 40 mm de diámetro por 80mm de largo en donde se colocará el bocín porta cuchillas, y en el centro de esta se maquinará una rosca interior M16 en donde se alojará un perno de la misma denominación, que con la ayuda de una arandela será el medio de sujeción del bocín contra el eje.

• **CÁLCULO DEL ESFUERZO CORTANTE SOBRE LA CHAVETA.**

$$S_c = \frac{T * r}{J}$$

$$J = \frac{b * h(b^2 * h^2)}{12}$$

$$S_c = \frac{12 * T * r}{b * h(b^2 * h^2)}$$

Tabla 3 <sup>o</sup> 4 Esfuerzo sobre chaveta	
<i>Nomenclatura</i>	
<i>S<sub>c</sub></i>	<i>Esfuerzo cortante</i>
<i>F</i>	<i>Fuerza cortante</i>
<i>r</i>	<i>Distancia del eje al punto de acción de la fuerza</i>
<i>J</i>	<i>Momento polar de inercia. (tabla)</i>
<i>b</i>	<i>Base de la chaveta</i>
<i>h</i>	<i>Altura de la chaveta</i>
<i>S<sub>ct</sub></i>	<i>Esfuerzo cortante en tabla del material</i>
<i>S<sub>f</sub></i>	<i>Esfuerzo de fluencia tabla del material</i>

$$S_c = \frac{12 * 81Nm * 0,02m}{0,012m * 0,08m(0,012m^2 + 0,08m^2)}$$

$$S_c = 30Gpa$$

$$S_{ct} = \frac{S_f}{2}$$

$$S_{ct} = \frac{340N}{2 * mm^2} = 170 * 10^6 Pa$$

$$F_s = \frac{S_{ct}}{S_c} = \frac{170Gpa}{30Gpa} = 5,5$$

**SELECCION DE RODAMIENTOS Y CHUMACERAS**

Teniendo en cuenta que el diámetro donde se alojara la chumacera será de 60 mm buscaremos un rodamiento con este diámetro y compararemos las cargas dinámicas con las que va a trabajar el sistema y las cargas dinámicas que puede soportar el rodamiento seleccionado en conjunto con la chumacera.

Para calcular la carga dinámica equivalente usaremos la siguiente ecuación:

$$P = Fr + Fa$$

- **Se empieza con el cálculo de las cargas axiales.**

Esta carga va a estar compuesta por el peso de los siguientes materiales:

Eje, cuchillas, porta cuchillas, el plástico.

Tabla 3°5 Carga axial	
Sumatoria de pesos	
Material	Peso en kg
Eje	10
Porta cuchillas	4
Cuchillas	0.6
Plástico	55
Total	69,6
Total Newton (Fa)	682,08

- **Las cargas radiales se calculan a continuación:**

Datos:

$$H_p = 10$$

$$Rpm = 1750$$

$$d = 0,0625m \text{ (radio de la polea)}$$

$$T = Fr * d$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$Fr * d = \frac{P}{\omega}$$

$$Fr = \frac{P}{\omega * d}$$

$$Fr = \frac{10HP * \frac{746Nm}{1 HP * seg}}{\frac{1750rev}{min} * \frac{1min}{60seg} * \frac{2\pi rad}{1rev} * 0,0625m}$$

$$Fr = 651,3N$$

Tabla 3°6 Nomenclatura de cargas dinamicas	
$\omega$	Revoluciones por minuto
$Fr$	Carga radial
$Fa$	Carga axial
$L$	Vida nominal millones de rev
$C$	Capacidad de carga dinámica (catalogo)
$P$	Carga dinámica calculada
$Tu$	Vida útil

- **Reemplazando los valores en la ecuación inicial se obtiene:**

$$P = Fr + Fa$$

$$P = 682,08N + 651,3N$$

$$P = 1333,38N$$

Revisando el catálogo de rodamientos SKF se puede comparar la carga dinámica que necesita la máquina y la que permite el rodamiento.

$$P = 1333,38N$$

$$C = 11700N$$

**Es la octava parte de lo que requiere el fabricante.**

**El tiempo útil del rodamiento se calcula mediante la siguiente ecuación:**

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$L_{10} = \left(\frac{11700N}{1333,38N}\right)^3 = L_{10} = \mathbf{675,6 \text{ millones de revoluciones.}}$$

La vida útil del rodamiento en años sería de la siguiente manera:

$$Tu = 675,6E^6 rev * \frac{min}{875rev} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} * \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ sem}}{6 \text{ dias}} * \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ sem}} * + \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}}$$

$$Tu = 5,58 \text{ años}$$

**Tu = 5 años, 6 meses, 3 semanas, 5 días.**

Y el rodamiento escogido con la unidad completa tiene la siguiente designación:

**FY65TF.**

### **SELECCIÓN DE POLEAS.**

La metodología para la selección de las poleas es la siguiente:

En primer lugar habrá que calcular la potencia de diseño o total de la potencia transmitida sobre la que se seleccionara la correa.

La potencia que desarrolla el motor conductor (P) es el punto de partida, pero a este valor habrá que afectarlo de un coeficiente corrector en función de diversos factores como son:

- Tipo de motor conductor que se utilice para accionar la transmisión.
- Tipo de máquina conducida que se vaya a accionar.
- Horas de servicio por día.

- **POTENCIA CORREGIDA.**

De esta manera la potencia corregida (Pc) o total de la potencia transmitida, que es la que habrá que utilizar en el diseño, vendrá dada por la siguiente expresión:

<i>Tabla 3°7 Potencia</i>	
<i>Nomenclatura</i>	
<i>Pc</i>	<i>Potencia corregida</i>
<i>P</i>	<i>Potencia del motor</i>
<i>k</i>	<i>Factor de potencia corregida vea Gráfica #1</i>



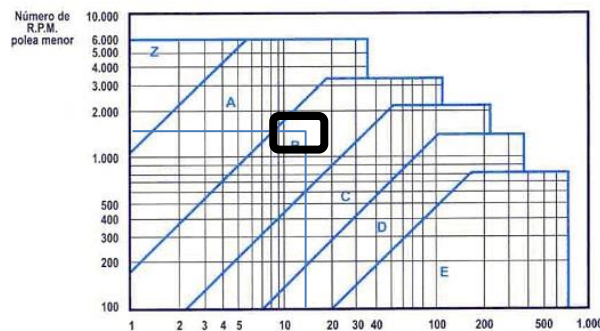
Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchilones. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

**Figura 3°1 Factor de potencia corregida.**

$$P_c = P * k$$

$$P_c = 10Hp * 1,6 = 16$$

• **SELECCIÓN DEL TIPO CORREA Y POLEA.**



**Figura 3°2 Selección del tipo de polea.**

• **SELECCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LAS POLEAS.**

Se necesita 875 RPM y el motor gira a 1750 entonces la relación de transmisión queda de 2:1

El diámetro de la polea menor es 125mm y el de la mayor es 250mm

Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C
60	V			
63	R			
67	V			
71	R	V		
75	V	V		
80	R	V		
90	V	R		
95		V		
100	R	R		
106		V		
112	V	R	V	
118		V	V	
125	R	R	V	
132		V	V	
140	V	R	R	
150	V	V	V	
160	R	R	R	
170			V	
180	V	R	R	V
200	R	R	R	R
212				V
224	V	V	V	R
236				V
250	V	R	R	R
265				V
280		V	V	R
300		V	V	V

Figura 3°3 Selección de diámetros mínimos de la poleas.

• **DISTANCIA ENTRE CENTROS DE LOS EJES.**

La distancia mínima entre ejes se calcula usando la siguiente ecuación:

$$E \geq \frac{d(R + 1)}{2} + D$$

$$E \geq \frac{125mm(2 + 1)}{2} + 250mm$$

$$E \geq 437mm$$

Tabla 3°8 Distancia entre centro.	
<i>Nomenclatura.</i>	
<i>E</i>	<i>Distancia de centro entre ejes.</i>
<i>d</i>	<i>Diámetro de la poleas menor.</i>
<i>D</i>	<i>Diámetro de la polea mayor.</i>
<i>Lp</i>	<i>Longitud de la banda.</i>

La distancia mínima que puede haber entre los ejes es de 437 mm.

Se usara **525 mm** de distancia de centro en los ejes para tener mayor facilidad y comodidad en el montaje del motor, ya que el cilindro estorbaría de ser esta distancia menor.

• **LONGITUD DE LA BANDA.**

La longitud primitiva de la correa (Lp) de una transmisión se calcula directamente a partir de la siguiente expresión:

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

$$L_p = 2(525mm) + \frac{\pi}{2}(250mm + 125mm) + \frac{(250 - 125)^2}{4(525mm)} = \mathbf{1646,5mm}$$

Como había disponible la banda B65 que tiene un  $L_p=1690mm$   
 Tenemos un factor de corrección de longitud (Fcl) Véase grafica 3°4

Longitud correa	Z	A	B
16	0.80	-	-
24	0.83	-	-
26	0.84	0.81	-
31	0.89	0.84	-
35	0.92	0.87	0.81
38	0.93	0.88	0.83
42	0.95	0.90	0.85
46	0.97	0.92	0.87
51	0.99	0.94	0.89
55	1.00	0.96	0.90
60	-	0.98	0.92
68	-	1.00	0.95
75	-	1.02	0.97
80	-	1.04	0.98
81	-	1.04	0.98
85	-	1.05	0.99
90	-	1.06	1.00
96	-	1.08	1.02
97	-	1.08	1.02

**Figura 3°4 Factor de corrección de longitud.**

El  $F_{lc} = 0,95$

• **ARCO DE CONTACTO.**

La polea determinante en el diseño y en la duración de la vida útil de la correa será la de menor diámetro. Por ello, es necesario conocer el ángulo de contacto sobre esta polea. La determinación del ángulo de contacto (A) de la correa sobre la polea menor se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E}$$

$$A = 180 - 57 \frac{(250 - 125)}{525}$$

$$A = 166,42^\circ$$

<i>Tabla 3°9 Arco de contacto</i>	
<i>Nomenclatura</i>	
<i>A</i>	<i>Angulo de contacto sobre al polea menor</i>
<i>E</i>	<i>Distancia de centro entre ejes</i>
<i>D</i>	<i>Diámetro de la polea mayor</i>
<i>d</i>	<i>Diámetro de la polea menor</i>

Al igual que en el caso anterior, el diseño óptimo de la correa se ha realizado para un ángulo de contacto sobre la polea de 180°. Como en general el ángulo de contacto sobre

la polea menor será inferior a 180°, la prestación de la correa no será la óptima, y por tanto habrá que afectarla por un coeficiente corrector del arco de contacto (FcA)

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

**Figura 3°5 Coeficiente corrector de arco de contacto**

***FcA = 0,97***

- **PRESTACIÓN BASE DE LA CORREA.**

La prestación base o potencia base (Pb) que puede transmitir una correa, según su perfil, están tabuladas en las tablas de cualquier fabricante de correas. Como ya se ha indicado, estas prestaciones están indicadas para un ángulo de contacto de 180°.

En dichas tablas, para acceder a la información de la potencia base de la correa, habrá que entrar con las revoluciones por minuto (rpm) y diámetro de la polea menor.

Pb = **4,16 HP**, resultante de sumarle a la prestación base de la correa de perfil "B" (**3,39 HP**) la prestación adicional por relación de transmisión (**0,77 HP**) Véase la gráfica #3°6

- **POTENCIA EFECTIVA POR CORREA.**

La potencia efectiva por correa (Pe) se calcula a partir de la potencia base (Pb) afectada de los coeficientes correctores por longitud de correa (Fcl) y por arco de contacto (FcA) mediante la expresión siguiente vista en el apartado.

$$Pe = Pb * Fcl * FcA$$

$$Pe = 4,16 * 0,95 * 0,97$$

$$Pe = 3,83$$

## **CÁLCULO DEL NÚMERO DE CORREAS.**

El número de correas es igual:

$$N^{\circ}c = \frac{Pc}{Pe}$$

$$N^{\circ}c = \frac{16}{4} = 4$$

**Resultado:**

**Bandas tipo B65**

**Numero de correas = 4**

**Poleas tipo B de (125 y 150) diámetro**

**Distancia de centro entre los ejes 525 mm**

**Estas poleas están hechas de hierro fundido**

Nº R.P.M. De la polea menor	Seccion B																				Prestación Base (en HP)										Prestación adicional por relación de Transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)																																							
	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	168	173	178	183	188	193	198	203																						
870	1.74	1.93	2.12	2.31	2.49	2.68	2.87	3.05	3.24	3.42	3.60	3.79	3.97	4.15	4.33	4.50	4.68	4.86																						
1160	2.12	2.36	2.61	2.85	3.09	2.32	3.56	3.80	4.03	4.26	4.49	4.72	4.94	5.17	5.39	5.61	5.83	6.05																						
1750	2.72	3.05	3.39	3.72	4.05	4.37	4.69	5.01	5.32	5.62	5.92	6.22	6.51	6.80	7.08	7.36	7.90																							
200	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41																						
400	0.97	1.07	1.16	1.26	1.35	1.45	1.54	1.64	1.73	1.82	1.91	2.01	2.10	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56																						
600	1.32	1.46	1.60	1.73	1.87	2.01	2.14	2.28	2.41	2.54	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.33	3.46	3.59																						
800	1.63	1.81	1.99	2.16	2.34	2.51	2.69	2.86	3.03	3.20	3.37	3.54	3.71	3.88	4.05	4.21	4.38	4.54																						
1000	1.91	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.61	3.81	4.02	4.22	4.42	4.62	4.82	5.02	5.22	5.41																						
1200	2.17	2.42	2.67	2.92	3.16	3.41	3.65	3.89	4.13	4.37	4.60	4.84	5.07	5.30	5.52	5.75	5.98	6.20																						
1400	2.39	2.68	2.96	3.24	3.52	3.79	4.07	4.34	4.61	4.87	5.13	5.39	5.65	5.91	6.16	6.41	6.66	6.90																						
1600	2.59	2.91	3.22	3.53	3.84	4.14	4.44	4.74	5.03	5.32	5.61	5.89	6.17	6.44	6.72	6.98	7.25	7.51																						
1800	2.76	3.11	3.45	3.78	4.12	4.45	4.77	5.09	5.40	5.71	6.02	6.32	6.61	6.90	7.19	7.47	7.74	8.01																						
2000	2.90	3.28	3.64	4.00	4.36	4.71	5.05	5.39	5.72	6.04	6.36	6.68	6.98	7.29	7.57	7.86	8.14	8.41																						
2200	3.02	3.41	3.80	4.18	4.56	4.92	5.28	5.63	5.98	6.31	6.64	6.96	7.27	7.57	7.87	8.15	8.42	8.69																						
2400	3.11	3.52	3.93	4.32	4.71	5.09	5.46	5.82	6.17	6.51	6.84	7.16	7.47	7.77	8.05	8.33	8.59	8.84																						
2600	3.16	3.59	4.01	4.42	4.82	5.21	5.58	5.95	6.30	6.64	6.96	7.28	7.58	7.86	8.13	8.39	8.63	8.86																						
2800	3.19	3.63	4.06	4.48	4.88	5.27	5.65	6.01	6.35	6.68	7.00	7.30	7.58	7.85	8.10	8.33	8.54	8.73																						
3000	3.18	3.63	4.06	4.48	4.89	5.28	5.65	6.00	6.33	6.65	6.95	7.23	7.48	7.72	7.94	8.13	8.31	8.46																						
3200	3.13	3.59	4.02	4.44	4.84	5.22	5.58	5.92	6.24	6.53	6.80	7.05	7.27	7.47	7.65	7.80	-	-																						
3400	3.05	3.51	3.94	4.35	4.74	5.11	5.45	5.76	6.05	6.32	6.55	6.77	6.95	7.10	-	-	-	-																						
3600	2.93	3.38	3.81	4.21	4.58	4.92	5.24	5.53	5.78	6.01	6.21	6.37	-	-	-	-	-	-																						
3800	2.77	3.21	3.62	4.00	4.35	4.67	4.96	5.21	5.42	5.60	-	-	-	-	-	-	-	-																						
4000	2.57	3.00	3.39	3.74	4.07	4.35	4.60	4.80	4.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
4200	2.33	2.73	3.10	3.42	3.71	3.95	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
4400	2.04	2.42	2.75	3.04	3.28	3.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
4600	1.70	2.05	2.34	2.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
4800	1.32	1.63	1.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
5000	0.88	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
5200	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						

Figura 3°6 Potencia efectiva

## **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA AGLUTINADORA.**

Para la construcción de la estructura de esta máquina se tomó en cuenta la posición en la que irían sujetos los componentes de la misma se realizó varios bocetos hasta llegar a una forma definitiva que cumpla satisfactoriamente con los requerimientos de espacio y ergonomía.

Pero se hizo necesaria la validación del diseño analíticamente para comprobar si esta estructura resistiría a las condiciones de esfuerzo, tensión y deformación mecánica a la que iba a estar sometida.

El cálculo de estas variables es una tarea muy tediosa para realizarla a mano, hoy en día se cuenta con la facilidad que ofrecen los denominados programas CAD (Diseño Asistido por Computadora) para el cálculo de estructuras, mecanismos etc. Que facilitan inmensamente este tipo de tareas.

### **2º.1.2. AUTODESK INVENTOR SIMULATION.**

Este software ofrece una combinación de herramientas específicas de modelado 3D y análisis que amplían las capacidades para finalizar diseños complejos de maquinaria y otros productos.

Análisis de tensión de Autodesk Inventor Simulation es un complemento para los entornos de ensamblaje, pieza y chapa que posee este programa.

El análisis estático proporciona los medios para simular la tensión, el esfuerzo y la deformación sobre cualquier diseño estructural o de mecanismo.

El análisis modal proporciona los medios para encontrar las frecuencias naturales de vibración y las formas de modo de los diseños mecánicos.

También puede visualizar los efectos en trazados de volumen 3D, crear informes para cualquier resultado y llevar a cabo estudios paramétricos para perfeccionar el diseño.



**Figura 3°7 Forma final de la estructura.**

### **2°.1.3. TENSIÓN DE VON MISES.**

Las tensiones y deformaciones tridimensionales se desarrollan en varias direcciones. Una forma habitual de expresar estas tensiones multidireccionales consiste en resumirlas en una tensión equivalente, también denominada tensión de von-Mises.

#### **• TEORÍA DE LA ENERGÍA DE LA DISTORSIÓN CON VON MISES.**

Una máquina que trabaja en ciclos reversibles debe ser diseñada de tal manera que sus tensiones no salgan del dominio elástico.

Los criterios de fallo elástico establecen diferentes aproximaciones para diferentes materiales que permiten realizar el diseño de manera correcta.

La teoría de la energía de distorsión simplemente compara el esfuerzo de Von Mises con la resistencia a la fluencia de material con el que está fabricado el elemento que se está analizando.

### **2°.1.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.**

#### **•Primer análisis (sobre unidad de molienda).**

Para el análisis necesitamos introducir ciertas variables dentro del software para que este realice de una manera óptima y lo más cercana a la realidad el análisis, para este efecto necesitamos lo siguiente:

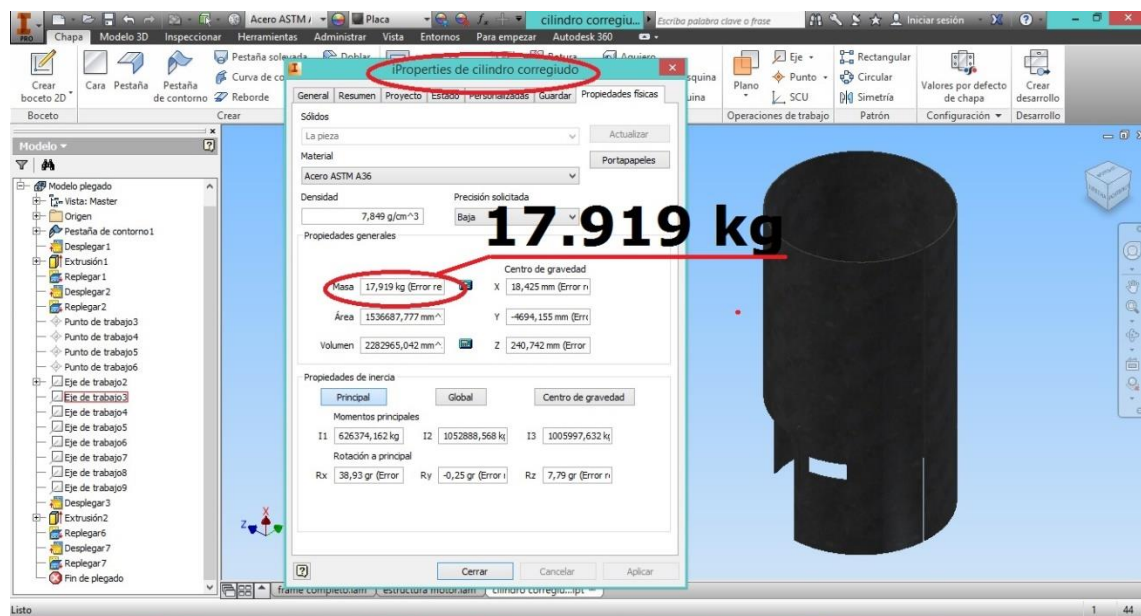
- **Peso de unidad de molienda.**
- **Peso de cuchillas fijas.**



- **Peso de la compuerta.**
- **Peso de la tapa principal.**
- **Peso de las tapa de los porta cuchillas.**
- **Peso de los porta cuchillas.**
- **Peso brida de la unidad de molienda.**
- **Peso de la carga máxima de plástico que procesara la máquina.**

Con ayuda del SOFTWARE AUTODESK INVENTOR obtuvimos la cantidad de masa en “Kg” de cada elemento, para obtener el peso total se sumó la cantidad de masa de todos los elementos antes propuestos y se multiplico por el valor de la gravedad para obtener un peso total en N.

Ejemplo: cantidad de masa de la unidad de molienda.



**Figura 3°8 Masa del cilindro**

**EL RESULTADO DE LA OPERACIÓN ARROJO EL SIGUIENTE RESULTADO.**

$$\text{Masa total de componentes} = 29.754\text{Kg}$$

$$W = 29.754\text{Kg} \times \frac{9.8\text{m}}{\text{seg}^2}$$

$$W1 = 291.5892\text{N}$$

$$\text{Masa total de carga maxima de plastico} = 27\text{Kg}$$

$$W = 27Kg \times \frac{9.8m}{seg^2}$$

$$W2 = 264.6N$$

Estos dos resultados los usaremos como fuerzas distribuyéndolas de tal forma que actúen lo más parecido a la realidad.

**W1, representado con color amarillo. (Ver figura asignación de cargas)**

**W2, representado con color azul. (Ver figura asignación de cargas)**

### 2º.1.5. PASOS PARA EJECUTAR LA SIMULACIÓN.

- **Asignar material a la estructura.**

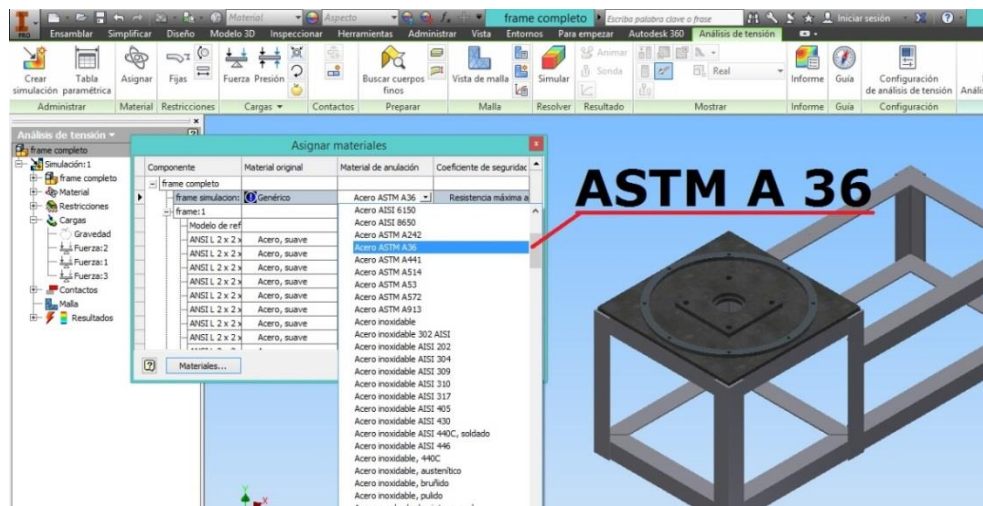


Figura 3º9 Asignación de las propiedades del material.

- **Añadir restricciones de movimiento.**

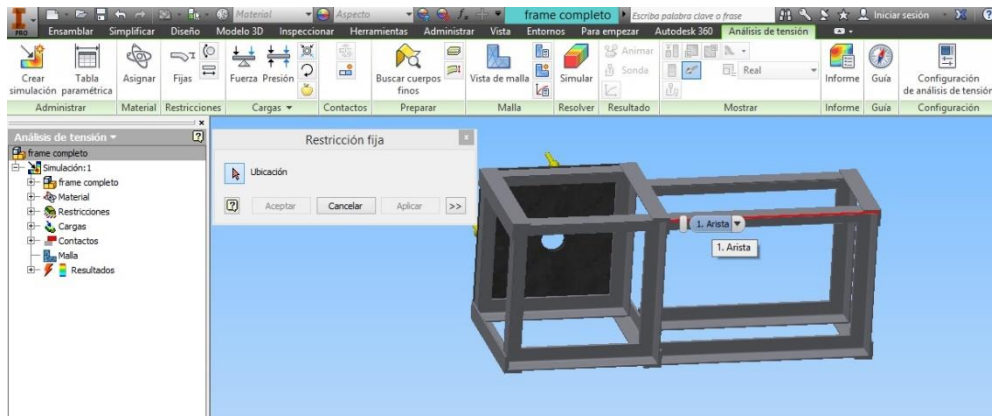


Figura 3º10 Restricciones.

- **Asignar las cargas.**

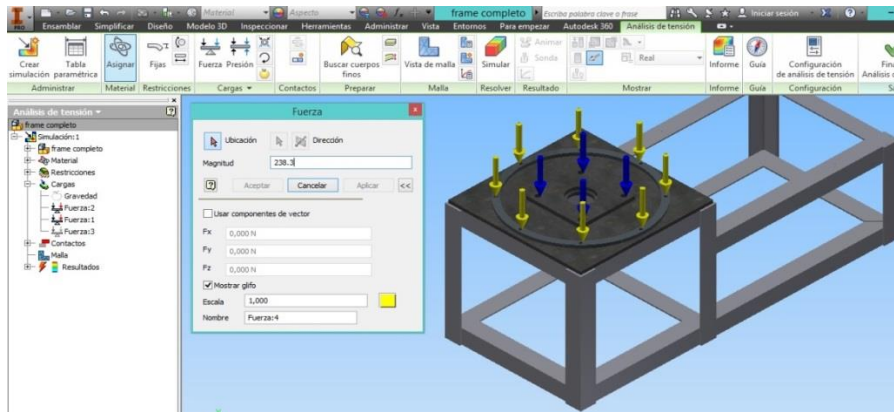


Figura 3°11 Asignación de las cargas

- **Generar la maya de elementos finitos.**

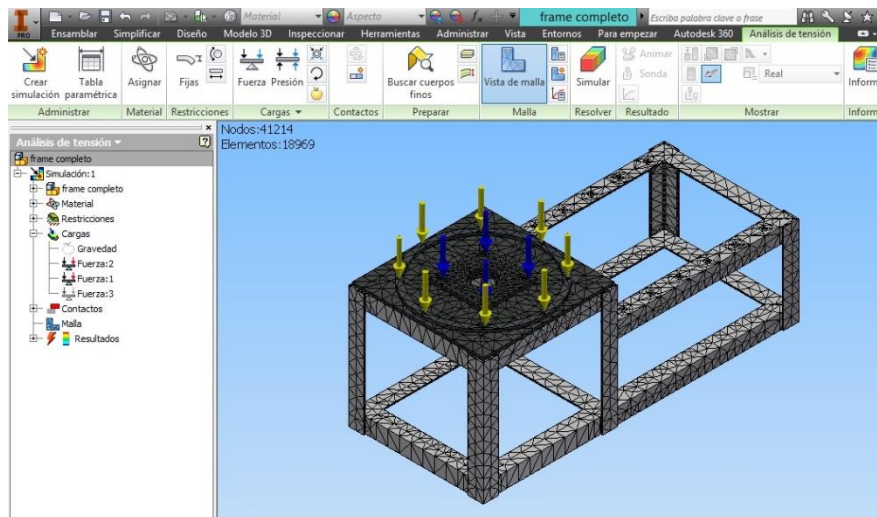


Figura 3°12 Generación de maya

- **Ejecutar la simulación para el análisis.**

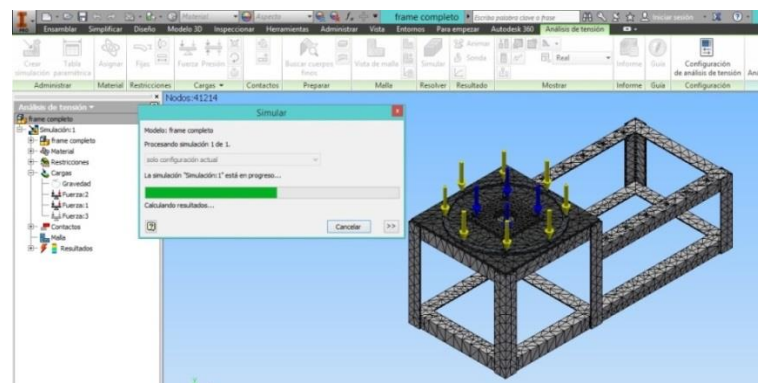


Figura 3°13 Simulación.

- Interpretación del resultado.

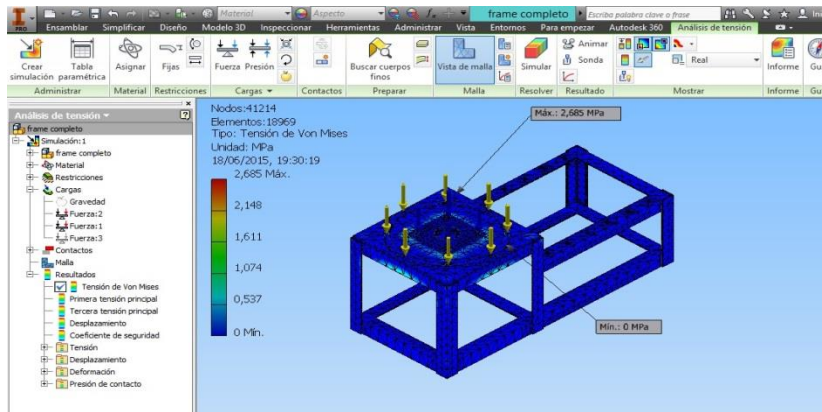


Figura 3°14 Resultados.

Según el código de colores los valores de deformación están representados desde el más bajo con color azul y el más alto con color rojo.

El valor máximo de von mises obtenido de la simulación es 2.685 MPA por definición y sustentándonos en la teoría de energía de distorsión con Von Mises el límite de fluencia del acero estructural ASTM A36 es de 290MPa superando ampliamente el valor obtenido del análisis de la estructura validando de esta manera el diseño de la misma sobre esta área específica (unidad de molienda).

### 2°.1.6. Segundo análisis (sobre carro templador de bandas).

- Masa de la estructura y masa del motor.

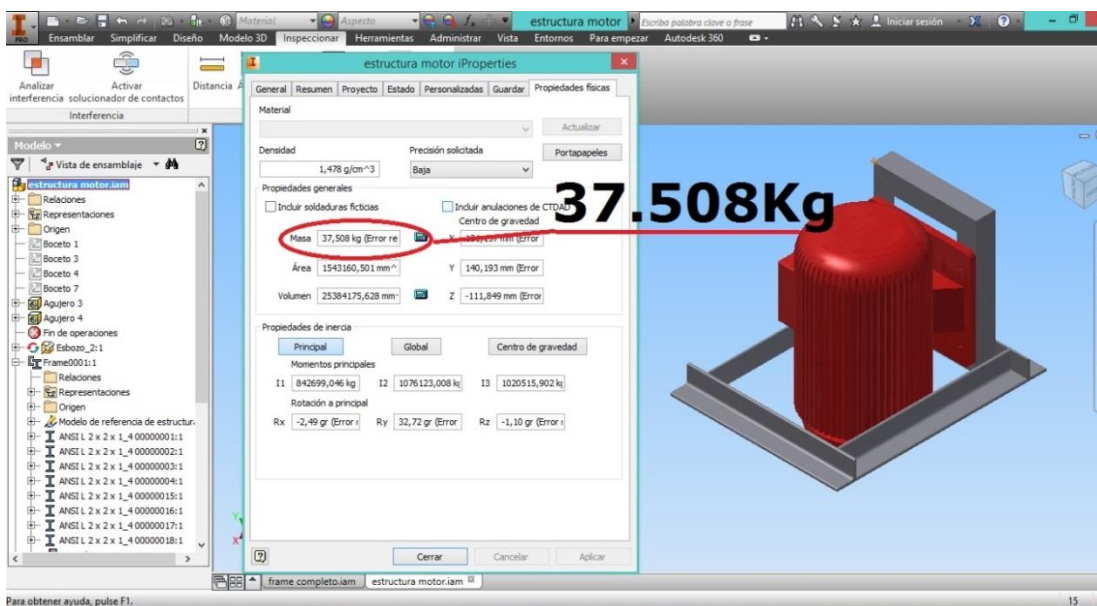


Figura 3°15 Masa del motor y estructura

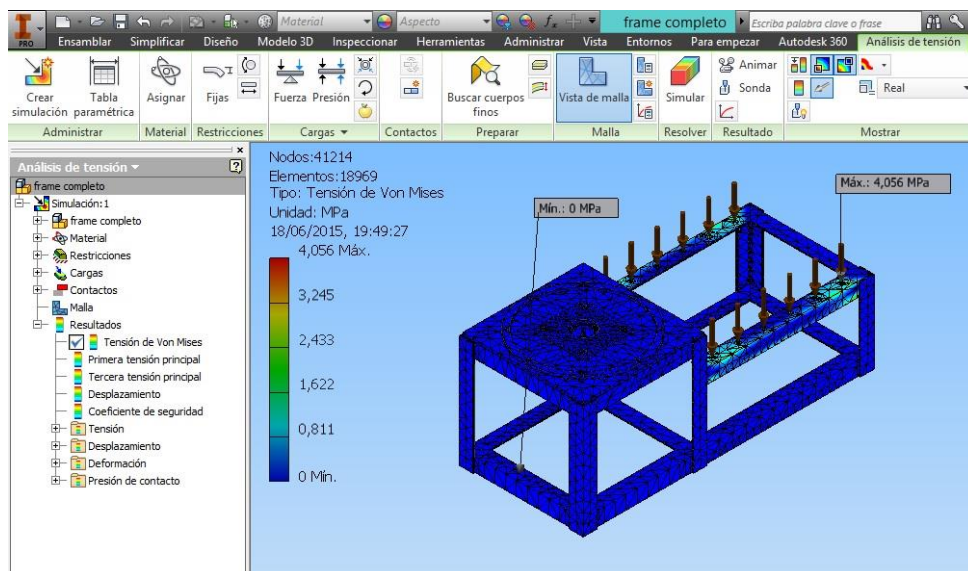
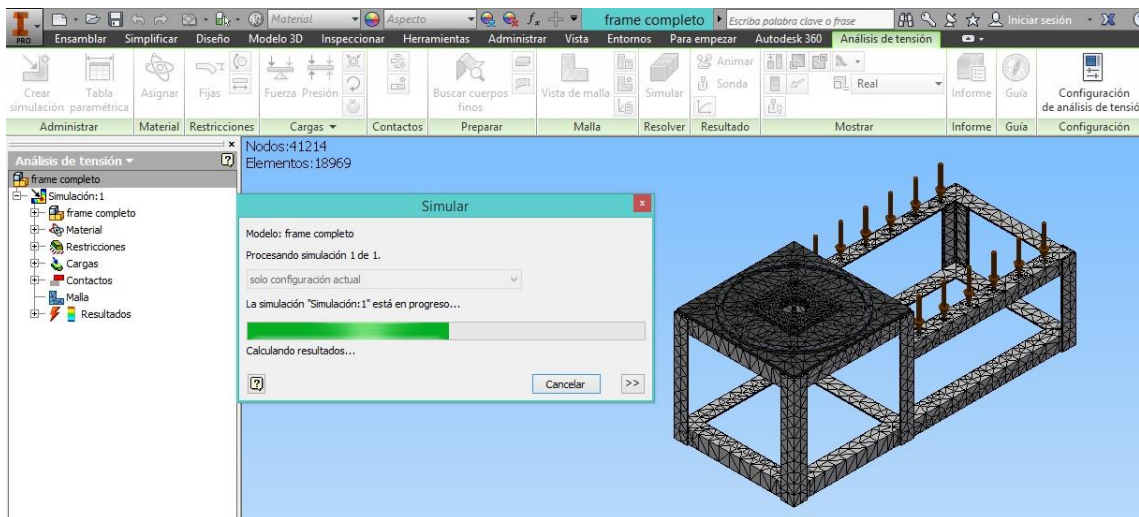
- **Calculo del peso:**

$$W3 = 37.508Kg \times 9.8m/seg^2$$

$$W3 = 367.5784N$$

- **Ejecución del segundo análisis.**

Para el análisis de esta área los pasos para ejecutar la simulación son exactamente iguales a los del primer análisis, teniendo en cuenta este criterio se presenta continuación el resultado de esta segunda simulación y analizaremos el resultado.

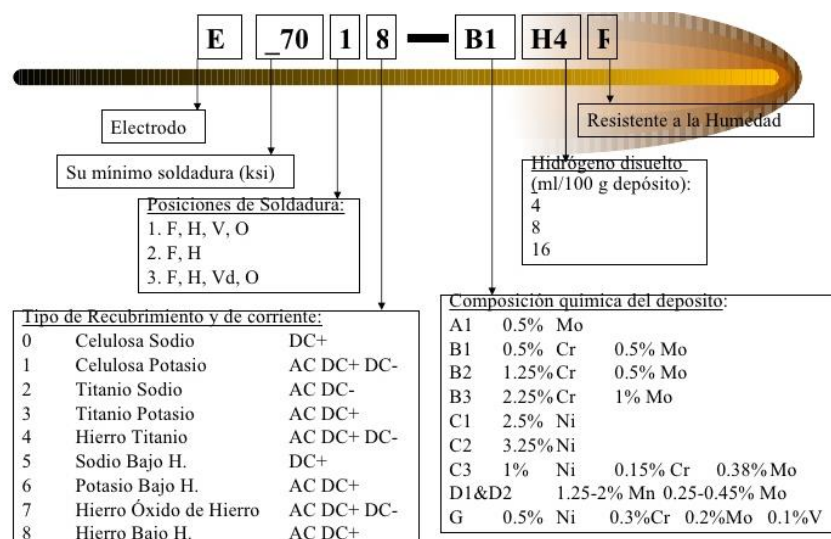


**Figura 3°16 y 3°17 Ejecución de segundo análisis para estructura**

Según el código de colores los valores de deformación están representados desde el más bajo con color azul y el más alto con color rojo.

El valor máximo de von mises obtenido de la simulación es 4.056 MPA por definición y sustentándonos en la teoría de energía de distorsión con Von Mises el límite de fluencia del acero estructural ASTM A36 es de 290MPa superando ampliamente el valor obtenido del análisis de la estructura validando de esta manera el diseño de la misma sobre esta área específica (carro templador de bandas).

### SELECCIÓN EL TIPO DE ELECTRODOS.



**Figura 3°7 nomenclatura de los electrodos.**

*Tabla 3°10*  
*Selección del Amperaje de acuerdo al Electrodo Empleado*

Diámetro del Electrodo	TIPO DE ELECTRODO			
	E- 6010	E- 6011	E- 7016	E- 7018
2.5 mm	60 – 90	50 – 90	75 – 105	70 – 120
3.25 mm	80 – 120	80 – 130	100 – 150	100 – 150
4 mm	120 – 160	120 – 180	140 – 190	120 – 200
5 mm	150 – 200	140 – 220	190 – 250	200 – 275
6 mm	225 - 300	225 – 325	350 - 375	300 - 400

*Tabla 3°11*  
*Selección del Diámetro del Electrodo para Soldar Chapa Metálica*

Espesor de las Chapas	1	1.5	2	2.5	3	4	5
Diámetro de Electrodos	1.6	2	2.5	2.5	3.25	3.5	4
Separación de los Bordes	0	0	0	0	1.5	2	0
Intensidad Media	30	50	70	70	105	105	150

Nota:

Los valores de amperaje pueden variar ligeramente para electrodos de distintos fabricantes.

**2°.1.7. SELECCIÓN DEL TIPO DE ELECTRODO PARA SOLDAR LA BASE DEL CILINDRO.**

El espesor del cilindro es 3mm, por lo que según la tabla #2 indica que el espesor del electrodo también debe ser 3mm.

Se necesita saber el esfuerzo al que va hacer expuesta esta base, y se lo calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{F}{A}$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$A = Lc * De$$

$$Lc = Dc * \pi$$

$$S = \frac{T}{d} * \frac{1}{\pi Dc * De}$$

<i>Tabla 3°12 Nomenclatura electrodos.</i>	
<i>S</i>	<i>Esfuerzo.</i>
<i>F</i>	<i>Fuerza a va a soportar por medio de la cuchillas.</i>
<i>A</i>	<i>Área del cordón de soldadura.</i>
<i>T</i>	<i>Torque que ofrece el eje conducido.</i>
<i>Lc</i>	<i>Longitud de arco del cilindro.</i>
<i>De</i>	<i>Diámetro del electrodo.</i>
<i>Dc</i>	<i>Diámetro del cilindro.</i>
<i>d</i>	<i>Distancia del centro del eje al punto de acción de la fuerza.</i>
<i>Lpc</i>	<i>Longitud del porta cuchillas que se van a soldar al cilindro.</i>
<i>Db</i>	<i>Diámetro del bocín porta móvil.</i>

$$S = \frac{81Nm}{0,19m} * \frac{1}{\pi(0,38m) * 0,00315m}$$

$$S = 1133672Pa * \frac{1Psi}{6894.76Pa} = 16,44 Psi$$

Se selecciona el electrodo **E6011 de 3mm** de diámetro con un **amperaje de 120**.

**2°.1.8. SELECCIÓN DE ELECTRODO PARA LA SOLDADURA ENTRE LOS PORTA CUCHILLAS FIJAS Y EL CILINDRO.**

$$S = \frac{F}{A}$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$A = 3 * Lpc * De \quad (\text{Debido a que son 3 porta cuchillas fijas}).$$

$$Lpc = 80mm + 37mm + 80mm + 37mm = 234mm$$

$$S = \frac{T}{d} * \frac{1}{3 * Lpc * De}$$

$$S = \frac{81Nm}{(0,19m)} * \frac{1}{3 * (0,234m) * (0,00315m)}$$

$$S = 202429,15Pa * \frac{1Psi}{6894.7Pa} = 29Psi$$

*Se selecciona el electrodo E6011 de 3mm de diámetro con un amperaje de 120.*

### **2°.1.9. SELECCIÓN DE SOLDADURA PARA BOCÍN PORTA CUCHILLA MÓVIL.**

$$S = \frac{F}{A}$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$A = Db * \pi * De$$

$$S = \frac{81N}{(0,03m)} * \frac{1}{\pi * (0,06m) * (0,004m)} = 358986,22Pa * \frac{1Psi}{6894.7Pa} = 519Psi$$

*Se selecciona el electrodo E6011 de 4mm de diámetro con un amperaje de 140.*

**EN ESTOS PUNTOS ES DONDE SE EJERCE MAYOR ESFUERZO Y EL ELECTRODO E 6011 SOPORTA MUY BIEN ESTAS CARGAS ASÍ QUE EL RESTO DE LA ESTRUCTURA SE VA A SOLDAR CON ESTE ELECTRODO.**





**3º. CAPITULO.  
CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES  
DE LA AGLUTINADORA.**

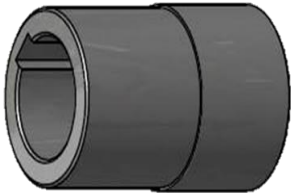
DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

ESPOL	HOJA DE PROCESO 01		<i>Mecanizado en: Torno, fresa.</i>	
PIEZA:	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO:	CANTIDAD:	
<u>Eje conducido</u>	ASSAB 705	(80*600)mm	1	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Refrentado	Se monta en el torno y con la ayuda del reloj comparador se centra el eje.  Se refrenta ambas caras dejando un largo de 550mm	Reloj comparador	Vc	20m/min
		Vernier		
		Cuchilla Widia		
Perforado	Usando el choque porta broca y una broca de centro de 6 mm se perfora un lado del eje.	Choque porta brocas		
		Broca: centro de 6mm	Rpm 6	1000
Cilindrado y desbaste	Con la ayuda del punto móvil y el mandril se fija el eje y se cilindra dejando un diámetro de 75mm*500mm	Vernier	Rpm 75	85
		Cuchilla widia		
		Punto móvil		
	Se cilindra a 61 mm *230mm	Vernier (0- 150)mm	Rpm 60	100
		Cuchilla widia		
	Se cilindra a 41mm *80mm	Vernier (0- 150)mm	Rpm 45	141
	Se invierte la posición del eje. Se lo centra a 0,01 de tolerancia. Se pasa la bronca de centro de 6mm y con la ayuda del punto se lo asegura para seguir torneando.	Reloj comparador		
		Cuchilla widia	Rpm 10	630
		Punto móvil		
		Mandril		
	Se cilindra a 66mm *180	Vernier (0- 150)mm	Rpm 60	100
Se cilindra a 61m*80mm	Vernier (0- 150)mm	Rpm 60	100	
Se centra entre puntos y se dan los ajustes correspondientes		Micrómetro ( 50-75)mm		

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

Machueleado	Por el lado de 40 mm se pasa una broca de 14mm	Broca de 14mm	Rpm 14	455
	Luego se pasa el machuelo M16	Palanca de machuelo Manteca de chanco		
Perforado para ojos chinos	Se marcan las distancias entre centros en los dos lados del eje.	Broca de centro de 3mm	Rpm 3	2000
	Se pasa la broca de centro en ambos casos			
Fresadora	Luego se pasa la broca: 12mm y 16mm respectivamente	Broca (12- 16) mm	Rpm 12	530
	Se monta la fresa de 11mm y de 1mm en 1mm se recorre la distancia entre centros hasta llegar a la profundidad deseada.	Fresa de dedo ( 11 – 16)mm	Rpm 16	400
	Luego de desplaza 0,5mm a la derecha y luego a la izquierda para dejar un ancho total de 12mm			
	Se repite el procedimiento pero con la fresa de 16mm			

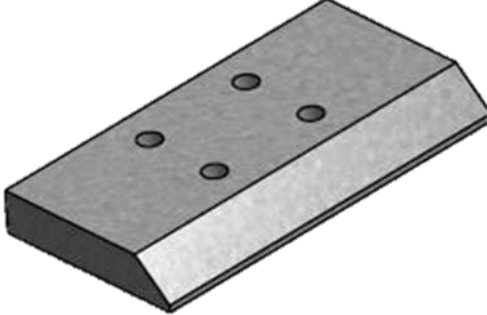
DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

ESPOL	HOJA DE PROCESO 02	<i>Mecanizado en: Torno, Brochadora</i>	
PIEZA:	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO:	CANTIDAD:
<b><u>Bocín porta cuchillas</u></b>	ASSAB 705	(80*110)mm	1
			
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo
Refrentado	Se monta en el torno y con la ayuda del reloj comparador se centra el eje.	Reloj comparador	Vc   20m/min
	Se refrenta ambas caras dejando un largo de 100mm	Vernier (0-150)mm Cuchilla Widia	Rpm 80   80
Cilindrado y mandrinado	Con la ayuda del punto móvil y el mandril se cilindra el diámetro exterior a 60mm*100	Mandril Punto móvil Cuchilla Widia	Rpm 60   100
	Se cilindra a 59 mm *56mm	Vernier (0-150)mm	
	Se pasa la bronca de centro de 6mm, 10 hasta dejar a 30mm	Broca (6, 10, 30) mm	Rpm 6   1000
	Se mandrina hasta dejar un diámetro interior de 40 mm	Porta cuchillas para interior	Rpm 40   160
		Punto móvil	
		Micrómetro de ( 25-50)	
	Alexometro		
Mortajado	Con una brochadora una cuchilla de 12mm se hace el chavetera	Cuchilla de Brochadora	
		Buje de cuchilla Brochadora	
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.		

DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 03</b>	<i>Mecanizado en: Limadora, fresa, taladro, torno.</i>		
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Porta cuchillas móvil</u>	SAE 1045	(80*20*400)mm	1	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramientas.	Condiciones de trabajo	
Planeado de caras	Se monta la barra en las mordazas de la limadora. Se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano.	Vernier (0-150)	Gpm	44
		Cuchilla HSS		
Fresado	Con la ayuda de una fresa de diámetro 10, se mecaniza dejando un rectángulo de 100*40*2	Regla metálica,	Vc	20m/min
		Rayador		
		Granete		
Perforación	Se raya, granatea, se perfora con broca de centro de 3mm y luego con broca de 5mm	Martillo	Rpm 10	630
		Brocas: centro(3,10, 20,30)mm	Rpm 3	2000
			Rpm 10	636
Machueado	Se pasa el machuelo M6	Rpm 20	320	
		Palanca de machuelo,	Rpm 30	210
		Machuelo M16		
Mandrinado	Se mandrina abriendo el agujero de 30mm a 59mm	Manteca de chanco		
		Porta cuchillas para interior	Rpm 45	141
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			
Rpm 60		100		

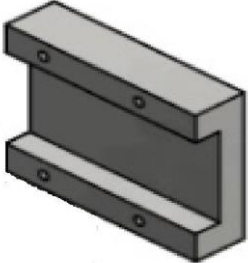
*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 04</b>		<i>Mecanizado en: Limadora, fresa, taladro.</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u><b>Cuchillas móviles</b></u>	DF 2	(70*12*520)mm	4	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte	Se monta en la sierra alternativa y se cortan 4 pedazos de 101mm de largo	Vernier	Vc=	20m/min
Planeado de caras	Se monta el rectángulo en las mordazas de la limadora, se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano	Lima cuadrada	Gpm	44
		Cuchilla HSS		
Fresado	Con la ayuda de una fresa de diámetro 12. Se mecaniza dejando una inclinación de 45°	Fresa se 12 mm	Rpm 12	530
Perforación	Se raya, granetea, se perfora con broca de centro y luego con broca de 6mm	Regla metálica	Rpm 3	2000
		Rayador	Rpm 6	1000
		Granete		
		Broca de centro 3mm		
		Martillo		
		Broca de 6 mm		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			
Temple	Se envía a templar			

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

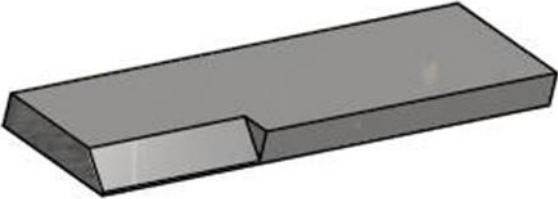
<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 05</b>		<i>Mecanizado en: Limadora, fresa, taladro, torno.</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u><b>Tapa porta cuchilla fija</b></u>	SAE 1045	(57*12*310)mm	3	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte	Se monta en la sierra alternativa y se cortan 4 pedazos de 101mm de largo	Vernier	Gpm	44
Planeado de caras	Se monta la barra en las mordazas de la limadora. Se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano	Martillo	Vc= 20 m/min	
Perforación	Se raya, granetea, se perfora con broca de centro y luego con broca de 6mm y broca 8,5 según el plano	Vernier (0-150)	Rpm 3	2000
		Regla metálica	Rpm 6	1000
		Granete		
		Rayador	Rpm 8	750
		Martillo	Broca de (6 y 8,5)mm	
Machueleado	Se pasa el machuelo M10	Machuelo M10		
		Palanca de machuelo		
		Manteca de chanco		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima cuadrada		

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*


<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 06</b>		<i>Mecanizado en: Limadora, fresa, taladro, torno.</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<b><u>Base porta fija</u></b>	SAE 1045	(57*27*310)mm	3	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte	Se monta en la sierra alternativa y se cortan 3 pedazos de 101mm de largo	Vernier	Gpm	44
			Vc	20m/min
Planeado de caras	Se monta la barra en las mordazas de la limadora. Se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano.			
		Vernier		
Vaciado	Se hace el vaciado por donde se desplazar la cuchilla fija, con la cuchilla HSS	Regla metálica		
		Rayador		
		Vernier		
Perforación	Se raya, granatea, se perfora con broca de centro y luego con broca de 5mm	Rayador	Rpm 3	2000
		Granete	Rpm 6	1000
		Martillo		
		Brocas: (3- 5)mm		
Machueleado	Se pasa el machuelo M6	Machuelo M6		
		Palanca de machuelo		
		Manteca de chancho		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			
Soldado	Se suelda con el cilindro			



*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 07</b>	<i>Mecanizado en: Limadora, fresa, taladro, torno.</i>		
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Cuchillas</u> <u>fijas</u>	DF 2	(70*12*450)mm	3	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte	Se monta en la sierra alternativa y se cortan 3 pedazos de 101mm de largo	Vernier	Gpm	44
Ladeado	Se monta la barra en las mordazas de la limadora. Se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano	Vernier		
Fresado	Con la ayuda de una fresa de diámetro 12. Se mecaniza dejando una inclinación de 45°	Vc = 20m/min Rpm 12 = 530		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			
Temple	Se envía a temprar			


*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 08</b>	<i>Mecanizado en: Equipo de oxicorte, Taladro, equipo de soldadura</i>		
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<b><u>Cilindro</u></b>	ASTM A 36	(2440*1220*3)mm	1	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte A	Con la ayuda del equipo de oxicorte se traza un rectángulo: 125mm*800mm	Flexómetro	Presiones	
		Regla metálica de 0-1000	Oxigeno	Acetileno
		Rayador	30 psi	10 psi
		Equipo de oxicorte		
Limpieza	Con la ayuda de un cincel y un martillo se quita la escoria producida por el corte, luego con la amoladora se pule.	Cincel		
		Martillo		
		Amoladora		
Rola	Se envía a rolar dejando un diámetro de 400 mm y se suelda			
Corte B	Se marca el rectángulo para los porta cuchillas fija y se lo corta con el equipo de oxicorte. Y se quita la escoria con martillo, cincel y la amoladora.	Equipo de oxicorte	Vc =	20m/min
		Martillo		
		Cincel		
		Amoladora		
Corte C	Se marca el rectángulo por donde va a salir el plástico cortado y se lo corta con la ayuda de la amoladora.	Soldadura E 6011	Amp =	100
		Disco de corte y pulir		
		Amoladora		
Limpieza	Con la ayuda de la amoladora y un disco de corte se quita este espacio.			
Soldadura	Se suelda la brida al cilindro.			


*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 09</b>	<i>Mecanizado en: Equipo de oxicorte, Taladro, equipo de soldadura</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>
<u>Compuerta y manija</u>	ASTM A36	(2440*1220*3)mm	1
			
Operación	Descripción	Útiles y herramienta	Condiciones de trabajo
Corte A	Con la ayuda de la amoladora y un disco de corte se corta la altura de la compuerta según el plano.	Flexómetro	
		Amoladora	
		Disco de corte	
Corte B	Se corta el ancho de la compuerta.	Rayador	
Limpieza	Con la ayuda de un cincel y un martillo se quita la escoria producida por el corte, luego con la amoladora se pule.	Martillo	Rpm 3 = 1000
		Cincel	
		Amoladora + disco de pulir	
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima cuadrada	
		Soldadura E 6011	
Perforado	Se marca, se granatea y se perfora para que pasen la manija.	Broca 10 mm	Rpm 640
Manija	Con la ayuda de un arco y sierra se corta a 345mm.		
Soldadura	Se dobla en tres partes según el plano.	Equipo de soldadura eléctrica	
	Se suelda la manija con la compuerta.		

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 10</b>		<i>Mecanizado en: Amoladora, dobladora, equipo de soldadura</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Tolva</u>	ASTM A 36	(2440*1220*3)mm	1	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte A	Se traza un rectángulo de 580*277 con la ayuda del rayador, regla metálica, tiza industrial.	Flexómetro. Regla metálica de 0-1000.		
	Con la ayuda de la amoladora y un disco de corte se saca el pedazo con las medidas antes dichas	Tiza industrial Lima cuadrada Amoladora		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima cuadrada	100 amperios	
Dobleces	Se marca las longitudes a doblar según el plano, y se las dobla dejando una U	Rayador		
		Martillo		
Corte B	Con la ayuda del equipo de oxicorte se funde un radio aproximado al deseado	Lima		
		Disco de pulir		
	Luego con la amoladora y un disco de pulir se hacer el radio y se pasa una lima redonda	Disco de corte Lima redonda		
Soladura	Se suelda la tolva al cilindro	Soldadura E 6011		
		Equipo de soldadura eléctrica		

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 11</b>		<i>Mecanizado con (en): Equipo de oxicorte, Taladro, equipo de soldadura</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<b><u>Brida base</u></b>	ASTM A 36	(2440*1220*3)mm	1	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte A	Con la ayuda del equipo de oxicorte se traza una circunferencia de 440mm de diámetro	Flexómetro	Presiones	
		Tiza industrial	Oxigeno	Acetileno
		Equipo de oxicorte		
Corte B	Se corta otra circunferencia de 400mm dentro del circulo antes fundido	Equipo de oxicorte	30psi	10psi
			Rpm 3=	1000
Limpieza	Con la ayuda de un cincel y un martillo se quita la escoria producida por el corte, luego con la amoladora se pule	Martillo		
		Cincel	Rpm10=	630
		Disco de pulir		
		Amoladora		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Soldadura E6011		
Soladura	Se suelda la brida con el cilindro	Equipo de soldadura eléctrica	Amperaje 100	
Perforado	Se monta sobre la estructura.	Broca 10 mm		
	Se perfora la brida y la estructura juntos con una broca de 10mm	Taladro de mano		


*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 12</b>		<i>Mecanizado en: Sierra alternativa, taladro</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Sujetador tapa superior</u>	ASTM A 36	(70*12*520)mm	2	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte	Se monta en la sierra alternativa y se corta con una longitud de 80mm	Flexómetro	Gpm	44
		Lima	Vc	20m/min
Perforación	Se raya, granatea. Se perfora con broca de centro y luego con broca de 6mm	Regla metálica.	Rpm 3	1000
		Granete		
		Martillo		
		Rayador		
		Brocas: centro3, 6mm	Rpm 6	100
Soldadura	Se suelda un perno M6 * 30mm	Electrodo E6011		
	Se suelda el conjunto al cilindro	Equipo de soldadura eléctrica.		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

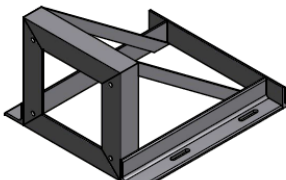
<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 13</b>	<i>Mecanizado con (en): Equipo de oxicorte, Taladro, equipo de soldadura</i>		
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Tapa superior</u>	ASTM A 36	(2440*1220*3)m m	1	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte A	Con la ayuda del equipo de oxicorte se traza una circunferencia de 400mm de diámetro	Equipo de oxicorte.	Presiones	
		Tiza industrial.	<b>Oxigeno</b>	<b>Acetileno</b>
Corte B	Se corta otra circunferencia de 125mm dentro del círculo antes fundido.		30psi	10psi
Limpieza	Con la ayuda de un cincel y un martillo se quita la escoria producida por el corte. Se pule con la amoladora	Martillo.		
		Cincel.		
		Disco de pulir.		
		Amoladora.		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima.		
Corte C	Se cortan los extremos como se muestran en el plano	Amoladora.		
Perforado	Se raya, granetea, y perfora a 6mm según el plano.	Rayador.		
		Taladro de mano.		
		Broca 10 mm	Rpm	640
		Granete		
Soldadura	Se sueldan los extremos a la tapa.	Equipo de soldadura eléctrica.		
	Se atornilla en los sujetadores	Soldadura E 6011	Amperaje	100

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*


<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 14</b>		<i>Mecanizado con(en): Equipo de oxicorte, Taladro, equipo de soldadura</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u>Base de la brida</u>	ASTM A 36	(2440*1220*3)mm	1	
				
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Útiles y herramienta.</b>	<b>Condiciones de trabajo</b>	
Corte A	Se traza un cuadrado de (440*440)mm Con la ayuda del equipo de oxicorte se corta lo antes trazado	Flexómetro	Presiones	
		Regla metálica de 0-1000	Oxigeno	Acetileno
		Equipo de oxicorte		
		Tiza industrial	30psi	10psi
Limpieza	Con la ayuda de un cincel y un martillo se quita la escoria producida por el corte. Luego con la amoladora se pule	Martillo		
		Cincel		
		Amoladora		
		Disco de pulir		
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima cuadrada		
Perforado	Se raya, granetea, y perfora a 10mm según la brida del cilindro.	Rayador	Vc = 20m/min	
		Granete	Rpm 3 = 1000	
		Martillo	Rpm 10 = 630	
		Broca de centro 3mm		
		Broca de 10 mm		



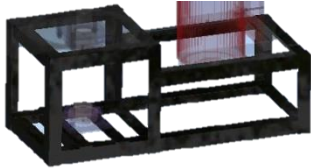
*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

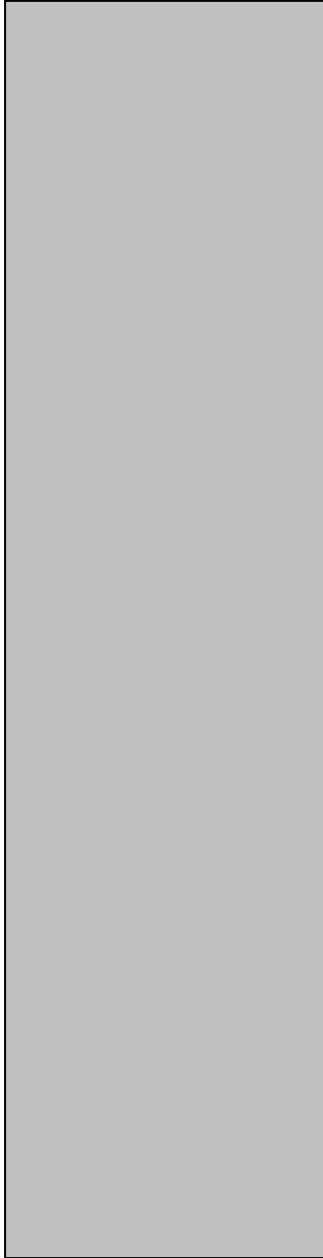
ESPOL	HOJA DE PROCESO 15		<i>Mecanizado en: Taladro, Fresa, Equipo de soldar</i>	
PIEZA:	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO:	CANTIDAD:	
<u>Estructura del motor</u>	ASTM A36	3"*3"*60000mm	1	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte	Con la ayuda de la amoladora y los discos de corte se obtienen los ángulos según la medida requerida en los planos	Flexómetro.		
		Amoladora	Vc	20m/min
		Lima.		
		Disco de Corte.		
Perforado A	Se marca, granatea y se perfora a 11mm según lo requerido en los planos, para mecanizar los ojos chinos.	Regla metálica.		
		Rayador.		
		Granete.		
		Martillo.		
		Taladro de mano.		
		Broca 11mm	Rpm11	580
Fresado	Con la ayuda de una fresa de diámetro 12, se mecanizan los ojos chinos según el plano	Fresa 12 mm	Rpm12	530
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Lima cuadrada		
Soldado A	Se suelda la base donde va empernado el motor	Electrodo E6011	100 Amperios	
Perforado B	Se perfora según la base del motor, SE COPIA LOS AGUJEROS.	Equipo de soldadura electrica		
		Broca 11 mm	Rpm11	580
Soldado B	Se suelda la base donde va empernado el motor junto con los ángulos perpendiculares a estos según el plano	Equipo de soldadura eléctrica.		
		Electrodo E6011	100 Amperios	
Perforado C	Se perfora a 11mm para que por ahí pasen los perno de 10mm que sirven para templar las bandas	Taladro de mano		
		Broca 11mm	Rpm11	580

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b><u>HOJA DE PROCESO 16</u></b>		<i>Mecanizado en: Limadora, taladro, torno.</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<b><u>Base de las chumaceras superior e inferior</u></b>	SAE 1045	(80*20*400)mm	2	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Ladeado	Se monta la barra en las mordazas de la limadora, se limpian las caras, dejándola a las medidas del plano	Martillo	Gpm	44
		Vernier	Vc	20m/min
Perforación	Se raya, granatea. Se perfora con broca de centro 3mm y luego con broca de 10,19	Regla metálica	Rpm10	630
		Rayador		
		Granete		
		Martillo	Rpm 3	2000
		Broca centro 3mm.		
		Broca 10 mm		
Broca de 19 mm	Rpm19	320		
Mandrinado	Se centra el cuadrado en el torno	Reloj comparador	Rpm 3	2000
	Se perfora hasta dejar un agujero de 30mm	Broca de centro de 3mm	Rpm10	640
		Brocas: (10,20,30)mm	Rpm 19	320
	Se mandrina abriendo el agujero de 30mm a 60mm total	Porta cuchillas para interior	Rpm 45	141
		Cuchilla Widia		
Luego se sigue mandrinado a 80mm*8mm de largo dejando un espaldar de 4mm				
Limado	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.			
Para la construcción de la base de la chumacera inferior se hace hasta el paso 2 (perforación) añadiendo un agujero en el centro de 3mm				

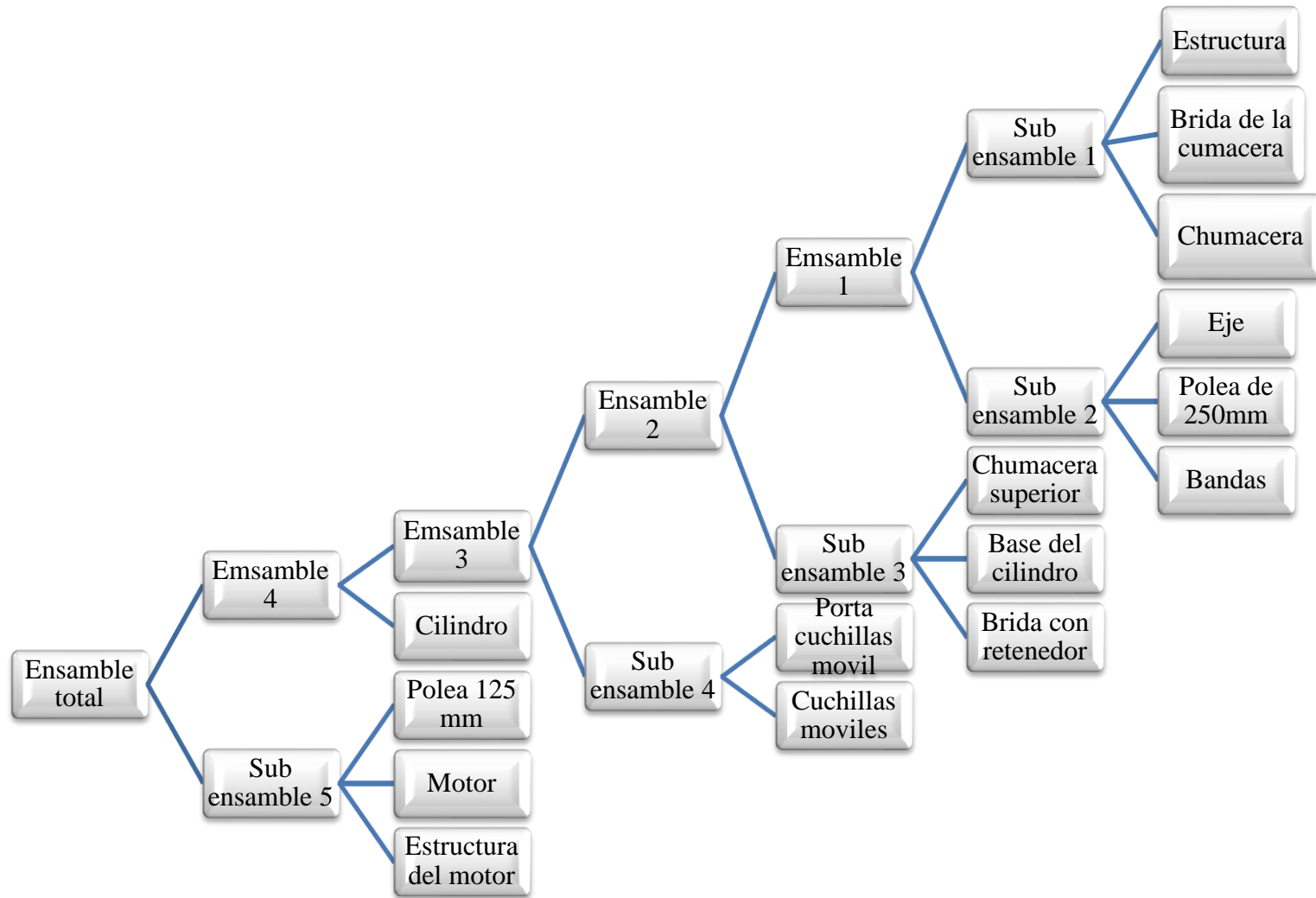
*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

<b>ESPOL</b>	<b>HOJA DE PROCESO 16</b>		<i>Mecanizado en: Amoladora, Taladro, Fresa, Equipo de soldar</i>	
<b>PIEZA:</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIONES EN BRUTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	
<u><b>Estructura general</b></u>	ASTM A36	3"*3"*236"	1	
				
Operación	Descripción	Útiles y herramienta.	Condiciones de trabajo	
Corte	Con la ayuda de la amoladora y los discos de corte se obtienen los ángulos según la medida requerida en los planos	Flexómetro.		
		Amoladora		
		Disco de corte		
		Tiza industrial.		
Limpieza	Con una lima se quitan las rebabas para evitar cortes.	Escuadra metálica.	Rpm 3=	1000
		Lima cuadrada	Rpm11=	580
Soldado A	Se suelda los dos cuadrados: el inferior y el superior	Disco de pulir	Amoladora	
		Equipo de soldadura eléctrica		
Soldado B	Se suelda la base directa donde va ir empernada la chumacera	Electrodo E 6011	Amperaje 100	
		Equipo de soldadura eléctrica		
Perforado A	Se perfora la base antes mencionada según las dimensiones de la chumacera.	Broca de centro 3mm	Rpm 3 = 2000	
		Brocas de (10-15-19)mm	Rpm 10 = 640	Rpm 15 = 420
		Martillo, granete	Rpm 19 = 340	
Soldado C	Se sueldan las verticales que vas unir los dos cuadrados antes mencionados	Equipo de soldadura eléctrica		
Soldado C	Se suelda las articulaciones fijas donde va a ir la base móvil del motor	Electrodo E 6011	Amperaje = 100	
Perforado B	Se perfora la base del motor donde se va ajustar el motor	Taladro de mano		
		Broca 11mm		
Perforado C	Se copian los agujeros de la brida base del cilindro	Taladro de mano		
		Broca 11mm		



**4º. CAPITULO.  
MONTAJE DE LOS COMPONENTES  
DE UNA AGLUTINADORA.**

DIAGRAMAS DE ENSAMBLE.



**DETALLE DE LAS OPERACIONES A REALIZAR PARA EL ENSAMBLE DE LA AGLUTINADORA.**

**SUB ENSAMBLE 1.**

- Unión de la estructura, base de la chumacera inferior y la chumacera.
- Se necesitan 4 pernos M18\*50mm con arandelas y tuercas.
- Con la ayuda de una llave de boca y corona # 33 y una de rache con dado #33 se atornilla la chumacera, la base de la chumacera y la estructura.

**SUB ENSAMBLE 2.**

- Unión del eje con la polea de 250mm.
- Se necesitan con 2 prisioneros M10\*25mm que son los q van a sujetar el bushing al eje.
- Se aprietan los prisioneros con la ayuda de una llave Allen #5.
- Se necesitan 2 prisioneros M8\*25mm que van a sujetar a la polea y el bushing.
- Se aprietan los prisioneros con la ayuda de una llave Allen #.



**Fig 5° 1 Sub ensamble 2.**

**ENSAMBLE 1.**

- Unión de sub ensamble 1 con el sub ensamble 2
- Se coloca el eje dentro de la chumacera y se lo aprieta con los prisioneros que tiene la misma.



**Fig 5° 2 Ensamble 1.**

### **SUB ENSAMBLE 3.**

- Unión de la base de la chumacera superior, la base del cilindro y la chumacera superior.
- Se necesitan 4 pernos M18\*75mm con arandelas y tuercas.
- Con la ayuda de una llave de boca # 33y corona y una de rache con dado #33 se atornilla la chumacera, la brida de la chumacera, y la base del cilindro.
- También hay que colocar el retenedor.



**Fig 5° 3 Fig 5° 4 Sub ensamble 3**

### **ENSAMBLE 2.**

- Unión del ensamble 1 con el sub ensamble 3.
- Se necesitan 8 pernos M10\*40mm con tuercas y arandelas
- Con la ayuda de una llave de boca y corona # 17 y una llave de rache con dado 17 se atornilla la base del cilindro a la estructura.

## *DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

- Se aprietan los dos prisioneros que tiene la chumacera al eje para evitar que este tenga juego axial.



**Fig 5°5 Ensamble 2**

### **SUB ENSAMBLE 4.**

- Unión del porta cuchillas móviles con las cuchillas
- Se necesitan 8 pernos M6\*40mm con arandelas.
- Con la ayuda de una llave de rache y un dado #17 se aprieta las cuchillas móviles al porta cuchillas móvil.

### **ENSAMBLE 3.**

- Se coloca el porta cuchillas móviles en el eje golpeándolo ligeramente con un aluminio hasta que quede al ras con el espacio designado en el eje para dicho porta cuchillas.
- Luego con la ayuda de una llave de boca y corona #28 se atornilla con un perno M16\*50mm al eje, en medio se coloca una arandela para que el porta cuchillas no se salga.



**Fig 5°6 Ensamble 3.**



#### **ENSAMBLE 4.**

- Montaje del cilindro sobre el Ensamble 3.
- Se necesitan 8 pernos M10\*40mm con tuercas y arandelas.
- Con la ayuda de una llave de boca y corona # 17 y una llave de rache con dado 17 se atornilla la brida del cilindro (en si es todo el cilindro) a la estructura.
- Una vez montado el cilindro podemos introducir las cuchillas fijas y ajustarlas a su portadora, usando dos pernos M10\*25mm, y una llave de boca y corona #17.



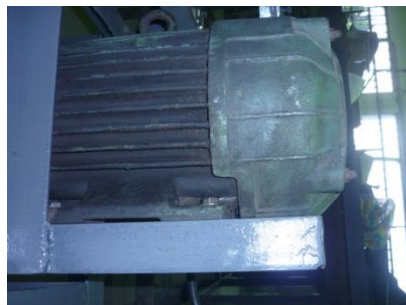
**Fig. 5°7 Ensamble 4.**



**Fig. 5°8 Montaje de las cuchillas.**

#### **SUBENSAMBLE 5.**

- Se coloca la polea en el eje del motor y se la aprieta con los dos prisioneros los cuales son M6\*25mm, usando la llave Allen #4.
- Se monta el motor en la base, se cuadran los agujeros y se los atornilla los 4 pernos M10\*25mm, arandelas y las tuercas respectiva, con la ayuda de dos llaves de boca y corona #17.



**Fig. 5°9 Sub ensamble 5.**

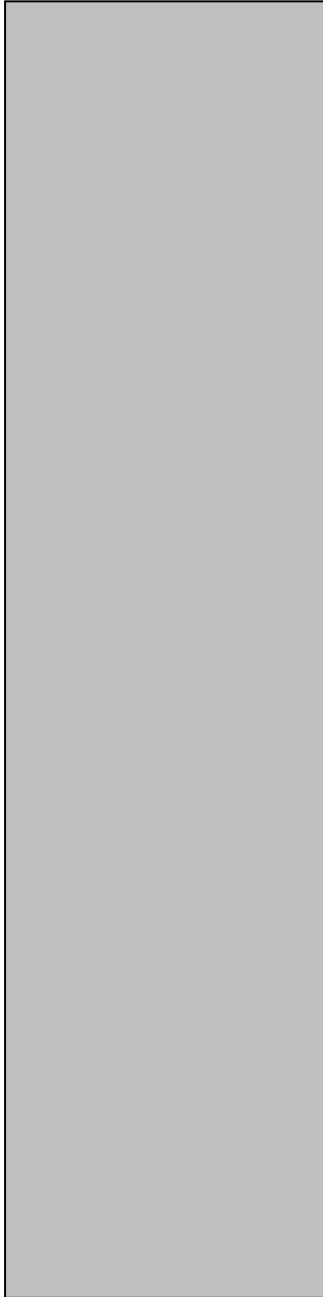
## **EMSAMBLE TOTAL**

- Se monta el Sub ensamble 5 en la estructura.
- Se colocan las bandas uniendo las dos poleas y con la ayuda del templador se van acoplando hasta que tengan la tensión adecuado para trabajar.
- Luego se aprietan los ojos chinos por medio de los 4 pernos M10 \*25mm que unen las dos estructuras.



**Figura 5°10 Ensamble total.**

**Antes de poner en marcha la máquina, es necesario asegurarse que todos los pernos esten bien apretados.**



## 5°. CAPITULO ESTIMACIÓN DE COSTOS

## **ESTIMACIÓN DE COSTOS.**

Es cualquier procedimiento contable usado para el cálculo del costo monetario de un producto.

Sin embargo mayormente aplicado en el costo de fabricación de productos industriales.

### **ESTRUCTURA DEL COSTO:**

- 1° Costos directo.**
  - Mano de obra.
  - Materia prima.
- 2° Gastos generales.**
  - Uso de maquinaria.
  - Uso de herramientas.
  - Energía Eléctrica.

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

**COSTOS DIRECTOS.**

**COSTO DE MATERIA PRIMA.**

<i>Tabla 6°1 Costo de materia prima</i>				
<i>Materiales</i>	<i>Medida en bruto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo/U(\$)</i>	<i>Costo T (\$)</i>
<i>Barras tipo L</i>	<i>3" * 6m</i>	<i>4</i>	<i>56,21</i>	<i>224,84</i>
<i>Plancha negra</i>	<i>2440*1220*1/4"</i>	<i>2</i>	<i>129,025</i>	<i>258,05</i>
<i>Soldadura</i>	<i>De= 4</i>	<i>1</i>	<i>23</i>	<i>23</i>
<i>Chumacera</i>	<i>Di= 60</i>	<i>2</i>	<i>80</i>	<i>160</i>
<i>Polea</i>	<i>125mm</i>	<i>1</i>	<i>38,54</i>	<i>38,54</i>
<i>Bushing</i>	<i>(32-50)mm</i>	<i>1</i>	<i>11</i>	<i>11</i>
<i>Polea 250mm</i>		<i>1</i>	<i>108,79</i>	<i>108,79</i>
<i>Bushing</i>	<i>(50-75)mm</i>	<i>1</i>	<i>26,65</i>	<i>26,65</i>
<i>Motor siemens</i>	<i>5HP</i>	<i>1</i>		<i>504,63</i>
<i>Tuercas</i>	<i>M10</i>	<i>31</i>	<i>0,07</i>	<i>2,17</i>
<i>Tuerca</i>	<i>M18</i>	<i>8</i>	<i>0,425</i>	<i>3,4</i>
<i>Pernos</i>	<i>M6</i>	<i>20</i>	<i>0,2</i>	<i>4</i>
<i>Pernos</i>	<i>M10</i>	<i>32</i>	<i>0,35</i>	<i>11,2</i>
<i>Pernos</i>	<i>M18</i>	<i>8</i>	<i>1,6</i>	<i>12,8</i>
<i>Arandelas</i>	<i>6mm</i>	<i>20</i>	<i>0,03</i>	<i>0,6</i>
<i>Arandela</i>	<i>10mm</i>	<i>24</i>	<i>0,03</i>	<i>0,72</i>
<i>Arandela</i>	<i>18mm</i>	<i>8</i>	<i>0,17</i>	<i>1,36</i>
<i>Acero 760</i>	<i>80*80*600</i>			<i>94,21</i>
<i>Df2</i>	<i>69*12*1700</i>			<i>151,32</i>
<i>705</i>	<i>D70*700</i>			<i>105,2</i>
<b>Total precios ya incluyen IVA</b>				<b>1637,07</b>

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

**COSTOS DE MANO DE OBRA= Th\*h**

Th= 3\$/h

Operador/ tiempo (h)	S. alternativa	Fresa	Torno	Taladro y M.	Limadora	Amoladora	Maq. Soldar	Brochadora	Oxicorte	Dobladora
Eje	0,0833	8	16							
Bocín .PC.	0,0833		2					1		
Porta C.M.	0,833	1	1	1	2					
Cuchillas M.	0,5	1		1,33	2,4					
Tapa porta CM	0,33			2	1					
Base P.C.F.	0,33			2,5	2					
Cilindro						1	2		1	
Compuerta									0,5	
Tolva						0,5				0,5
Tapa superior del cilindro						0,5	0,5		0,5	
Sujetador tapa superior				0,5		0,5	0,5			
Brida del cilindro				0,7		0,5			0,5	
Base Brida C				0,5		0,5	0,5		0,5	
Estructura del motor				1		2	3			
Estructura general				1		4	4			
Σ de horas trabajadas	2,1596	10	19	10,53	7,4	9,5	10,5	1	3	0,5
<b>Total</b>										<b>73,5896</b>
Costo de mano de obra = Σ de horas total* tasa horaria	6,4788	30	57	31,59	22,2	28,5	31,5	3	9	1,5
<b>Costo total de mano de obra</b>	<b>\$220,80</b>	<b>Este valor se multiplica por 2 debido a que son dos los mecánicos los que trabajaron en el proyecto. Quedando un total de \$442.</b>								

**GASTOS GENERALES.**

**GASTOS GENERALES.**

*Tabla 6°2 Costos de herramientas*

<i>Materiales</i>	<i>Medida en bruto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo/U(\$)</i>	<i>Costo T (\$)</i>
<i>Disco de pulir</i>	7"	2	2,75	5,5
<i>Disco de corte</i>	7"	8	2,75	22
<i>Disco de liga</i>	3"	1	2,75	2,75
<i>Broca</i>	5	1	1,50	1,50
<i>Broca</i>	6	1	1,50	1,50
<i>Broca</i>	8,5	1	2	2
<i>Broca</i>	10	2	2	4
<i>Machuelo</i>	M6	1	3	2
<i>Oxigeno</i>	6m <sup>3</sup>			40
<i>Acetileno</i>	6m <sup>3</sup>			100
<b>Total (precio ya incluyen IVA)</b>				<b>181,25</b>

**COSTO DE HERRAMIENTAS = \$181,25**

**COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA= HT\*TEL\*P**

Tel= 0,1 \$/Kw.h

Ht= Horas Horas trabajadas

P= Potencia

Maquina	S. alternativa	Fresa	Torno	Taladro y M.	Limadora	Amoladora	Maq. Soldar	Esmeril
Potencia Kwh	0,88	3,5	3	0,924	1,5	0,7	21	0,9775
Horas de trabajo	0,1900448	3,5	5,7	0,972972	1,11	0,665	22,05	0,09775
<b>Costo total</b>	<b>\$34,28</b>							

*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*

**COSTO DEL PROYECTO:**

<i>Costos directos</i>	<i>Materia prima</i>	<i>1637,07</i>
	<i>Mano de obra</i>	<i>442</i>
<i>Gastos generales</i>	<i>Herramientas</i>	<i>181,25</i>
	<i>Energía eléctrica</i>	<i>35</i>
<b>Total</b>		<b>\$2295,25</b>





## **6°. CAPITULO MANUAL DEL USUARIO**

### **Información al usuario y propietario.**

**Las aglutinadoras de fundas plásticas son desarrolladas de una manera eficiente para cortar, desmenuzar, y agrumar fundas plásticas con seguridad. Aunque el operario tenga un buen entrenamiento y este bien supervisado existe el riesgo de un accidente grave. Es responsabilidad del propietario que la maquina se operada de una manera correcta y segura siguiendo las instrucciones planteadas en este manual.**

### **PRINCIPALES PRECAUCIONES.**

**La aglutinadora es una máquina simple de operar sin embargo sigas las siguientes instrucciones para evitar accidentes.**

**ANTES** de limpiar la máquina desconéctela de la red eléctrica.

**NUNCA** use herramientas que no pertenezcan a la máquina para ayudar en la operación.

**NUNCA** deslice la tapa principal mientras la máquina está operando.

**CIERTIFIQUESE** que la Tapa está perfectamente encajada antes de encender la máquina.

**NO** coloque las manos dentro de la máquina durante la operación.

**NUNCA** conecte la máquina a la red eléctrica con las manos o ropas mojadas.

**NUNCA** tire agua u otro líquido directamente al motor o en cualquier otro componente eléctrico.

**SIEMPRE** instale el equipo en un área de trabajo con luz y espacio adecuados y lejos de niños y visitantes.

**NUNCA** opere la máquina sin el Manual de Instrucciones al alcance del usuario.

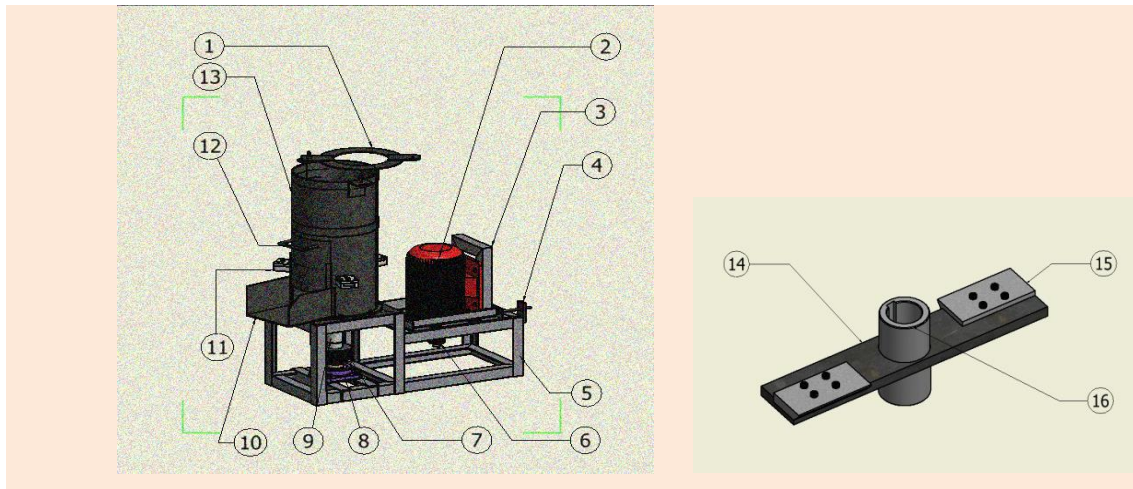
**NUNCA** deje la máquina trabajando sola.

**SIEMPRE** aterre la máquina correctamente antes de encenderla.

**NUNCA** procese otro tipo de material que no sea exclusivamente fundas plásticas.

**PARE** la máquina inmediatamente si escucha ruidos anormales o si siente que puede ocurrir un accidente.

**PRINCIPALES COMPONENTES.**



**Figura 7°1 Partes de una aglutinadora**

**Figura 7°2 Porta cuchillas movil**

<i>Tabla 7°1 Componentes principales de una aglutinadora</i>	
<i>1. tapa principal deslizante</i>	<i>9. eje</i>
<i>2. motor</i>	<i>10. tolva recolectora</i>
<i>3. carro deslizante</i>	<i>11. cuchilla fija (3)</i>
<i>4. templador</i>	<i>12.compuerta</i>
<i>5. estructura base</i>	<i>13. cilindro</i>
<i>6. polea 1</i>	<i>14. porta cuchillas móviles</i>
<i>7. polea 2</i>	<i>15. cuchilla móvil (2)</i>
<i>8. chumacera(2)</i>	<i>16. bocín</i>

**INSTALACIÓN.**

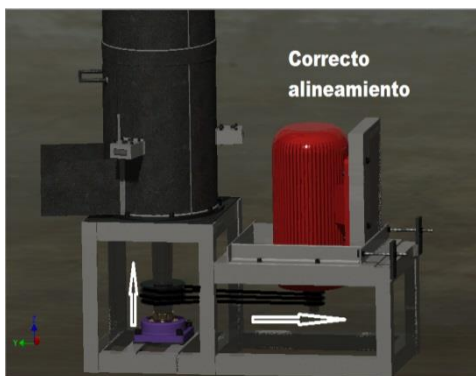
La aglutinadora debe ser instalada en una superficie firme y no deslizante (fig. 7°3). Durante la operación las fundas plásticas deben irse colocando dentro del tanque paulatinamente. Es recomendable instalar la máquina cerca de un grifo o surtidor de agua para el enfriado del plástico. El voltaje de la máquina debe ser el mismo de la red eléctrica. Debe verificarse el correcto alineamiento de las poleas y la tensión de las bandas para evitar deslizamientos y pérdida de eficiencia (fig. 7°4).

Las chumaceras deben ir ancladas de tal manera que el eje quede concéntrico con respecto al centro del tanque y perpendicular a la base de las chumaceras (fig. 7°5).

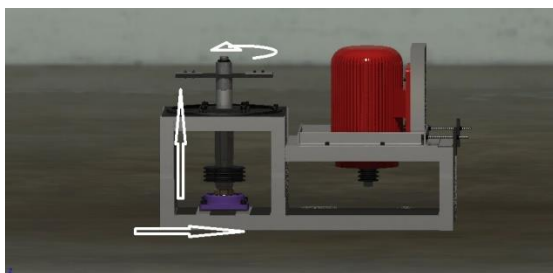
## DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA



**Figura 7°3**



**Figura 7°4**



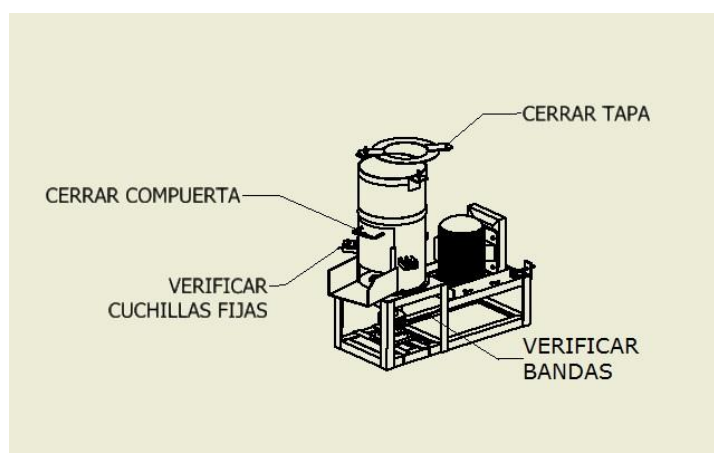
**Figura 7°5**

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

<i>Tabla 7°2 Características técnicas</i>	
<i>Modelo</i>	<i>ACHV001</i>
<i>Capacidad (Kg/h)</i>	<i>18</i>
<i>Potencia Eléctrica (HP)</i>	<i>10</i>
<i>Rpm de las cuchillas móviles</i>	<i>800</i>
<i>Tipo de motor</i>	<i>Trifásico</i>
<i>Rpm del motor</i>	<i>1750</i>
<i>Voltaje (V)</i>	<i>220/440</i>
<i>Amperaje (amp )</i>	<i>22</i>
<i>Largo (cm)</i>	<i>106</i>
<i>Alto (cm)</i>	<i>120</i>
<i>Ancho (cm)</i>	<i>450</i>

## **PRE-OPERACIÓN.**

- Verifique que la máquina este firme, ningún movimiento es permitido en la superficie de soporte.
- Averigüe si el voltaje es el mismo de la red eléctrica.
- Limpie el interior del cilindro con una brocha.
- Verifique la tensión correcta en las bandas.
- Verifique que la compuerta de desahogo se encuentra cerrada.
- Asegure la tapa con la tuerca palomilla.
- Asegure las cuchillas fijas con sus respectivos pernos.
- El filo de las chuchillas móviles debe sobresalir 70 mm de la pared del tanque hacia el centro del mismo.
- Verifique que las cuchillas móviles estén completamente sujetas con sus respectivos pernos.
- 



**Figura 7°6 Verificaciones.**

**Si la máquina no fue instalada cerca de un grifo a surtidor de agua asegúrese de tener un bote lleno para realizar la mezcla con el plástico en el momento preciso.**

## **OPERACIÓN.**

Primeramente certifíquese que la tapa está completamente cerrada. Encienda la máquina y espere hasta que esta desarrolle su velocidad normal de giro. Introduzca paulatinamente las fundas plásticas hasta que el plástico empiece compactarse. Llegado a este punto agregue agua progresivamente hasta que la mezcla se enfríe y se des compacté.

## DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

El tiempo de cada operación es aproximadamente de 15 a 20 minutos, depende de la cantidad y el estado del plástico que se va a procesar. Usted puede verificar el desarrollo de la operación a través del orificio de la tapa, o deslizando la tapa hacia el lado derecho con la palomilla previamente desenroscada. Para remover el producto procesado primero apague la máquina y verifique que el grumo se ha formado, abra la compuerta y prenda la máquina, así el producto va a ser expelido para afuera del gabinete por la fuerza centrífuga aplicada por las cuchillas móviles.

**IMPORTANTE: bajo ninguna circunstancia ponga las manos dentro del tanque durante la operación o intente descargar el producto procesado colocando las manos o herramientas dentro de la puerta (figura 7°7).**

### LIMPIEZA.

- Desconecte la máquina de la red eléctrica.
- Espere hasta que las cuchillas móviles estén completamente paradas.
- Deslice la tapa principal hacia el lado derecho.
- Con un cepillo de plástico remueva los residuos de plástico de la parte interna de la máquina.
- Limpie la máquina con un paño húmedo por la parte de afuera del tanque.
- Remueva con una brocha los pedacillos de fundas que hayan quedado alrededor del motor.

**CUIDADO: Siempre desconecte la máquina de la red eléctrica antes de la limpieza.**



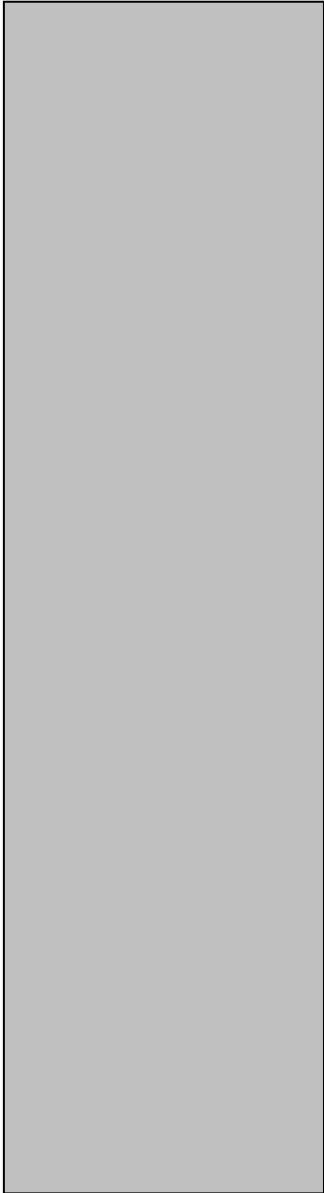
**Figura 7°7 Advertencia de corte.**

**Figura 7°8 Advertencia de choque eléctrico**

**IMPORTANTE: La máquina no es protegida contra chorros de agua.**

**No la limpie con chorros de vapor, manguera de presión o métodos similares.**

**No coloque la máquina en el grifo eso podría resultar en cortocircuito (figura 7°8).**



**7°. CAPITULO.  
GUIA DE MANTENIMIENTO.**

## GUIA DE MANTENIMIENTO.

Para la mantención de la máquina se debe seguir ciertos pasos que se realizaran periódicamente para evitar daños posteriores que sean mucho más complejos de solucionar.

Para la solución de problemas comunes en la máquina se debe tener conocimiento sobre estos y poder aplicar la solución adecuada, en la siguiente tabla se detallan las averías y fallos más comunes de la máquina y su posible solución.

Tabla 8°1 Problemas y soluciones		
PROBLEMA	AVERIA	SOLUCION
1.- Las cuchillas móviles no giran.	Bandas flojas.	1.-Aflojar las tuercas del templador y las del carro deslizante verificar la alineación de las poleas ajustar nuevamente las tuercas del templador hasta conseguir la tensión deseada finalmente apretar las tuercas del carro deslizante.
	Motor averiado.	2.-Aconsejable buscar un técnico especializado.
2.- Las fundas no se cortan.	Cuchillas sin filo.	3.-Rectificar las caras planas de las cuchillas para aumentar en filo de las mismas ( no rebarbar).
	Eje descentrado.	4.-Verificar la concentridad del eje girando con la mano las cuchillas móviles con precaución, aflojar las chumaceras y centrar el eje, finalmente ajustar las chumaceras en su sitio.
3.- Cuchillas móviles golpean con el tanque.	Chumaceras desgastadas.	5.-Girar el eje con las manos verificar el correcto giro del mismo si se producen ruidos extraños provenientes del rodamiento verificar si se produce por fractura de elementos rodantes, de ser ese el caso proceder al cambio de las chumaceras.
	Eje deformado.	6.-Desmontar el eje rectificar, o en su defecto sustituir por un eje nuevo.
4.- Exceso de vibración.	Soldaduras rotas.	7.-Eliminar los residuos de la soldadura. Proceder a reparar la junta con soldadura.
	Pernos flojos.	8.-Identificar los elementos flojos y ajustar con la debida fuerza hasta lograr el apriete correcto.



## DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

5.- Poleas se deslizan.	Prisioneros flojos.	Ver solución N° 8.
	Agrandamiento de la cuba de la polea.	9.-Realizar un encamisado del orificio de ser posible caso contrario cambiar la polea averiada.
6.- Las bandas se deslizan.	El templador está cediendo.	10.-Verificar los hilos de los tornillos templadores.
7.- Motor vibra excesivamente.	Rodamientos del motor desgastados.	11.-Realizar el cambio de los rodamientos averiados.
	Eje torcido.	12.-Desmontar el eje realizar rectificado o en su defecto reemplazar por uno nuevo.
	Polea desbalanceada.	Ver solución n° 2.

### AVISOS GENERALES.

**SIEMPRE** desconecte la máquina antes de la limpieza y mantenimiento.

**PREVEA** el espacio suficiente alrededor de la máquina para evitar accidentes.

**SIEMPRE** mantenga el suelo seco. Suelos mojados pueden causar deslizamientos.

**SIEMPRE** desconecte la máquina cuando haya corte de energía.

**NUNCA** deje suciedad, agua o herramientas dentro del tanque

**NO** modifique las características originales de la máquina.



**8°. CAPITULO.**  
**DIAGRAMA DE GANTT Y PLANOS**  
**DE CONSTRUCCIÓN.**

DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

8°1 DIAGRAMA DE GANTT.

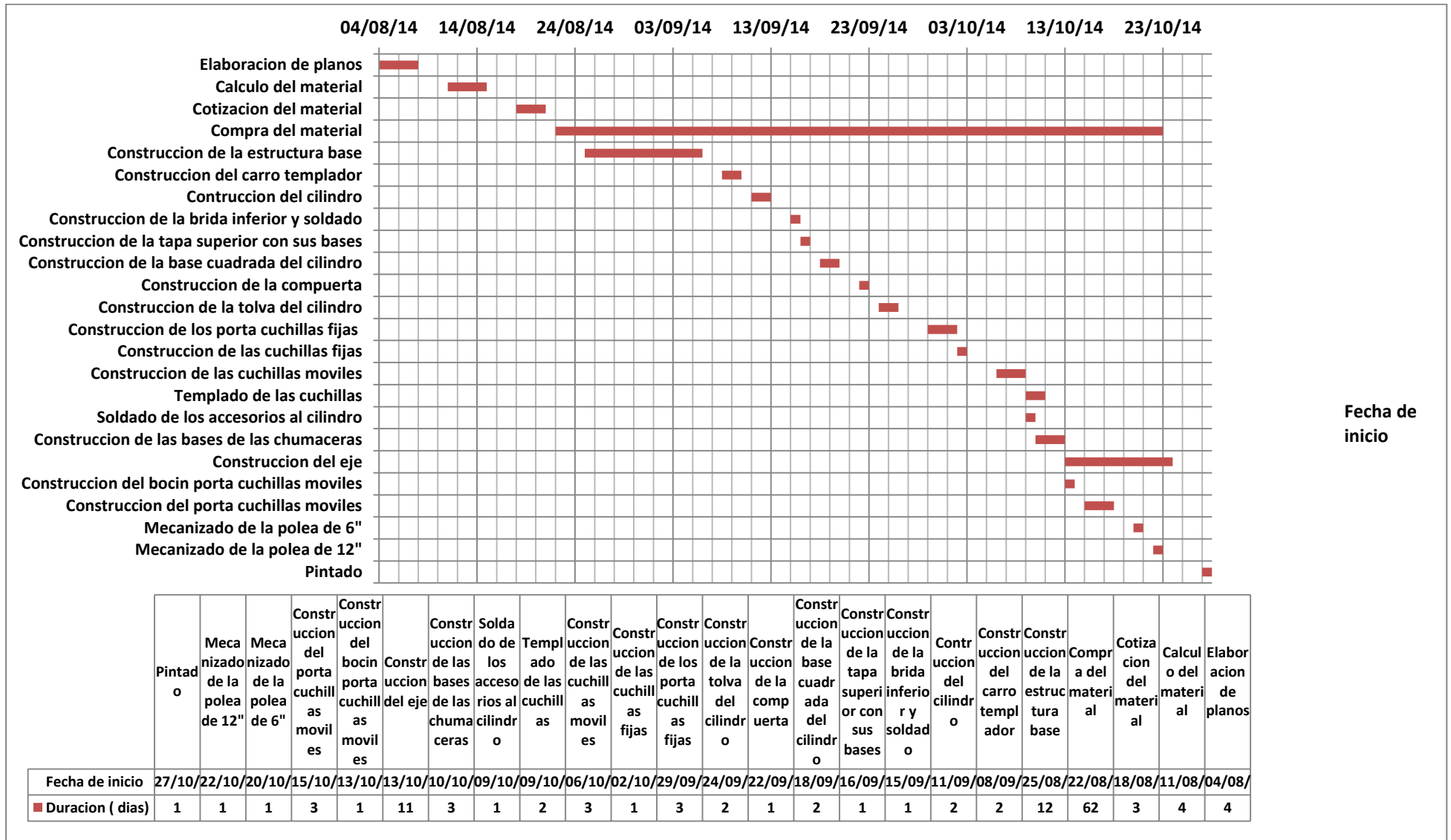
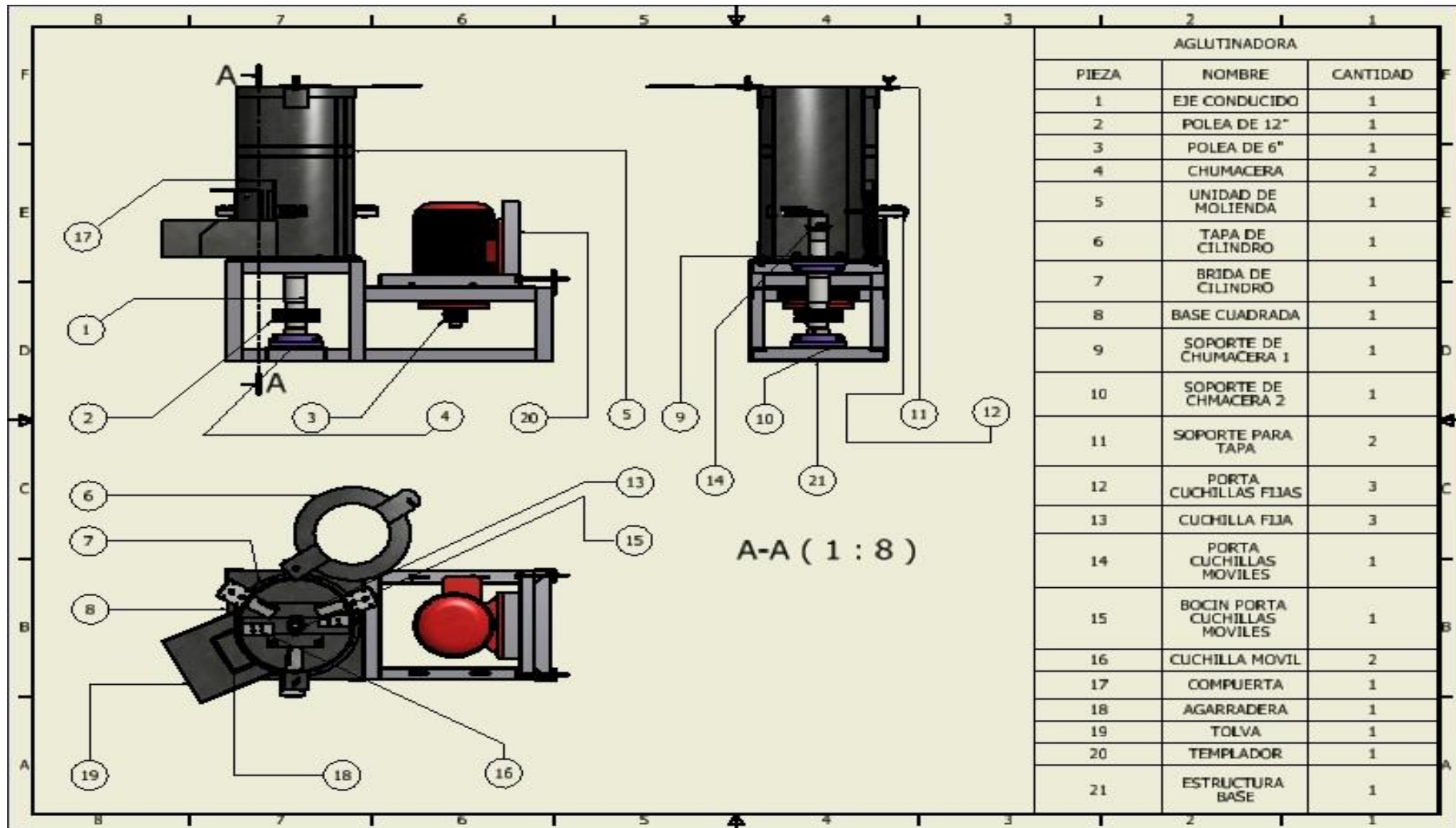


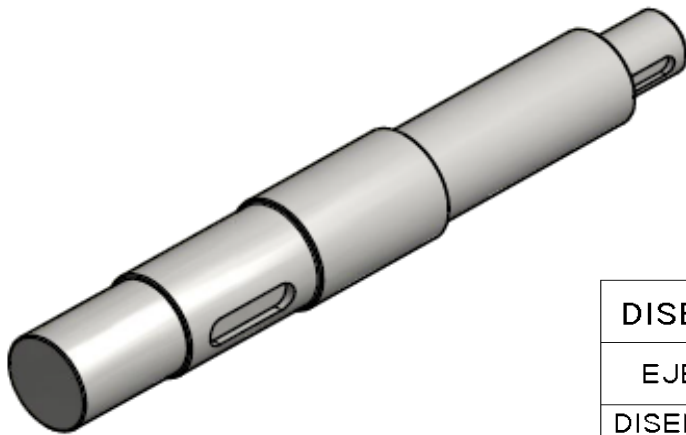
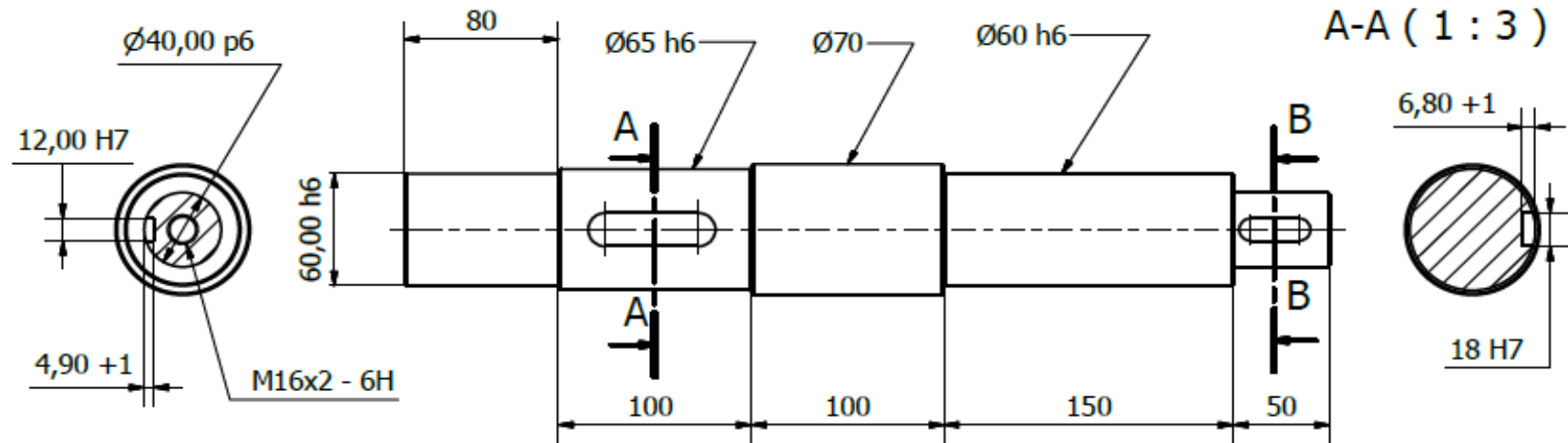
Figura 8°1 Ensamble y nombre de cada componente



DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA

I. PIEZA EJE CONDUCCION

B-B ( 1 : 3 )

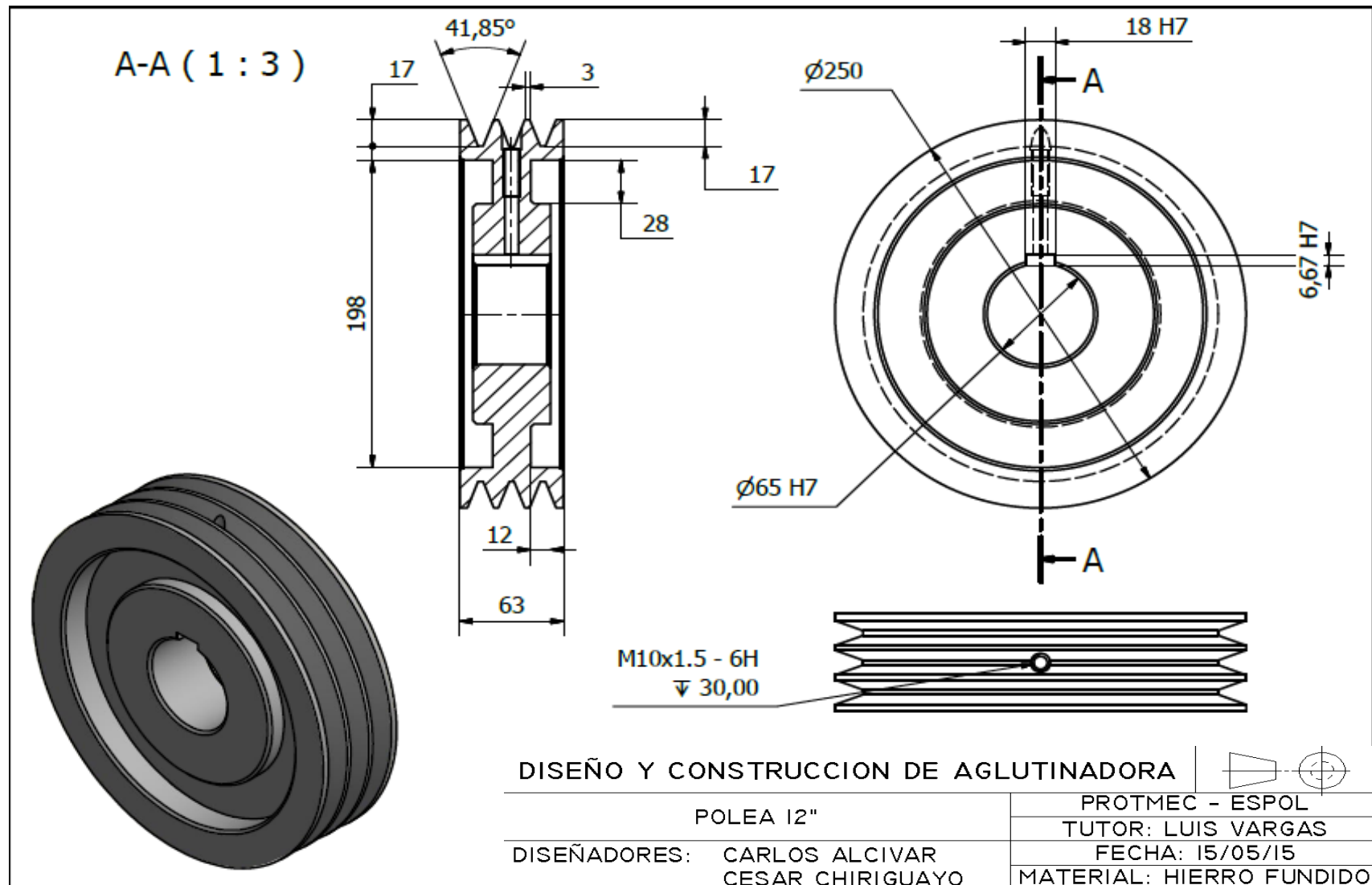


DISEÑO Y CONSTRUCCION DE AGLUTINADORA		
EJE CONDUCTOR DE LA CUCHILLAS		PROTMEC - ESPOL
DISEÑADORES: CARLOS ALCIVAR CESAR CHIRIGUAYO		TUTOR: LUIS VARGAS
		FECHA: 15/05/15
		LAMINA#1

PROTMEC

ESPOL

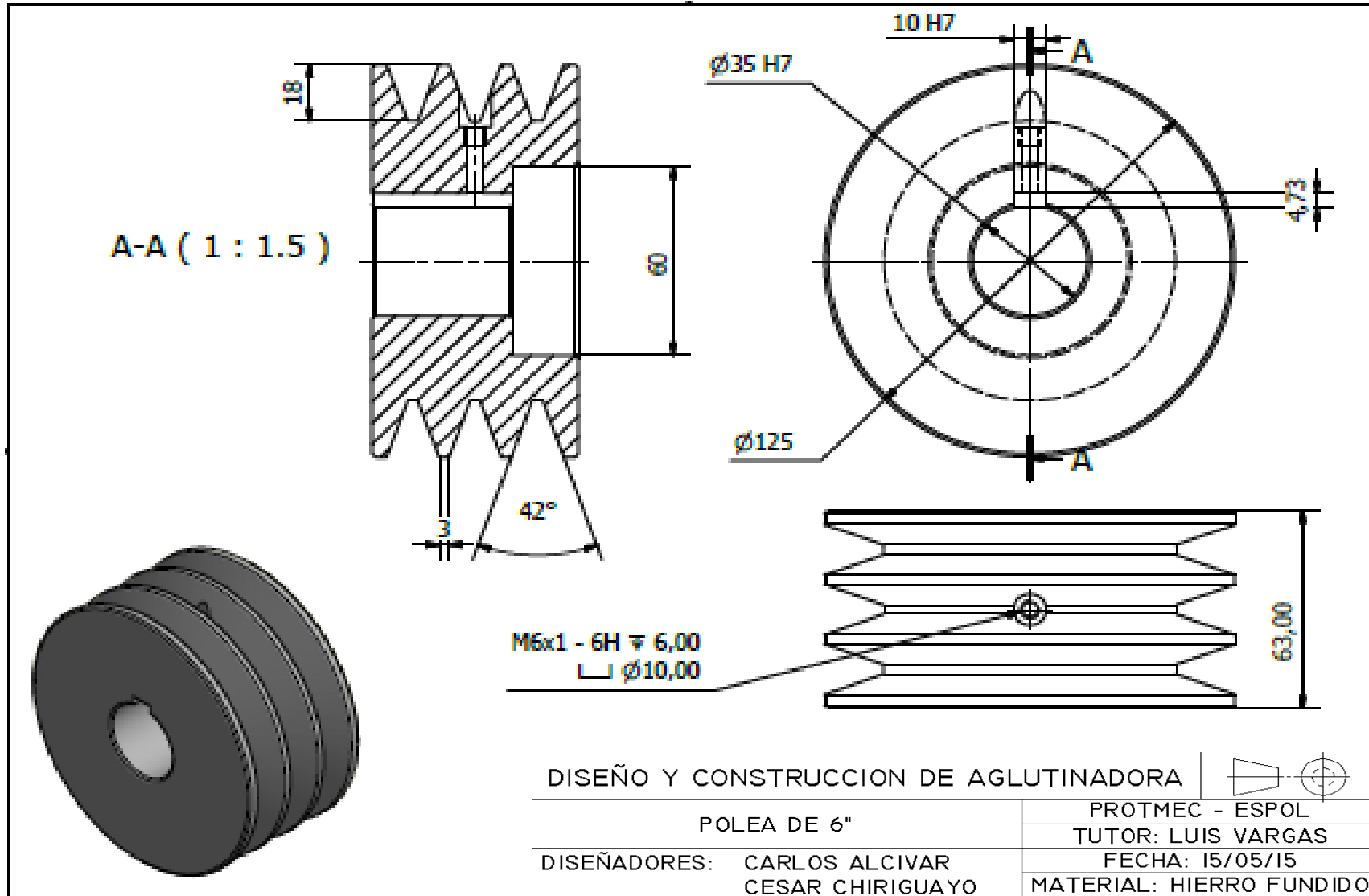
II. PIEZA POLEA DE 12"



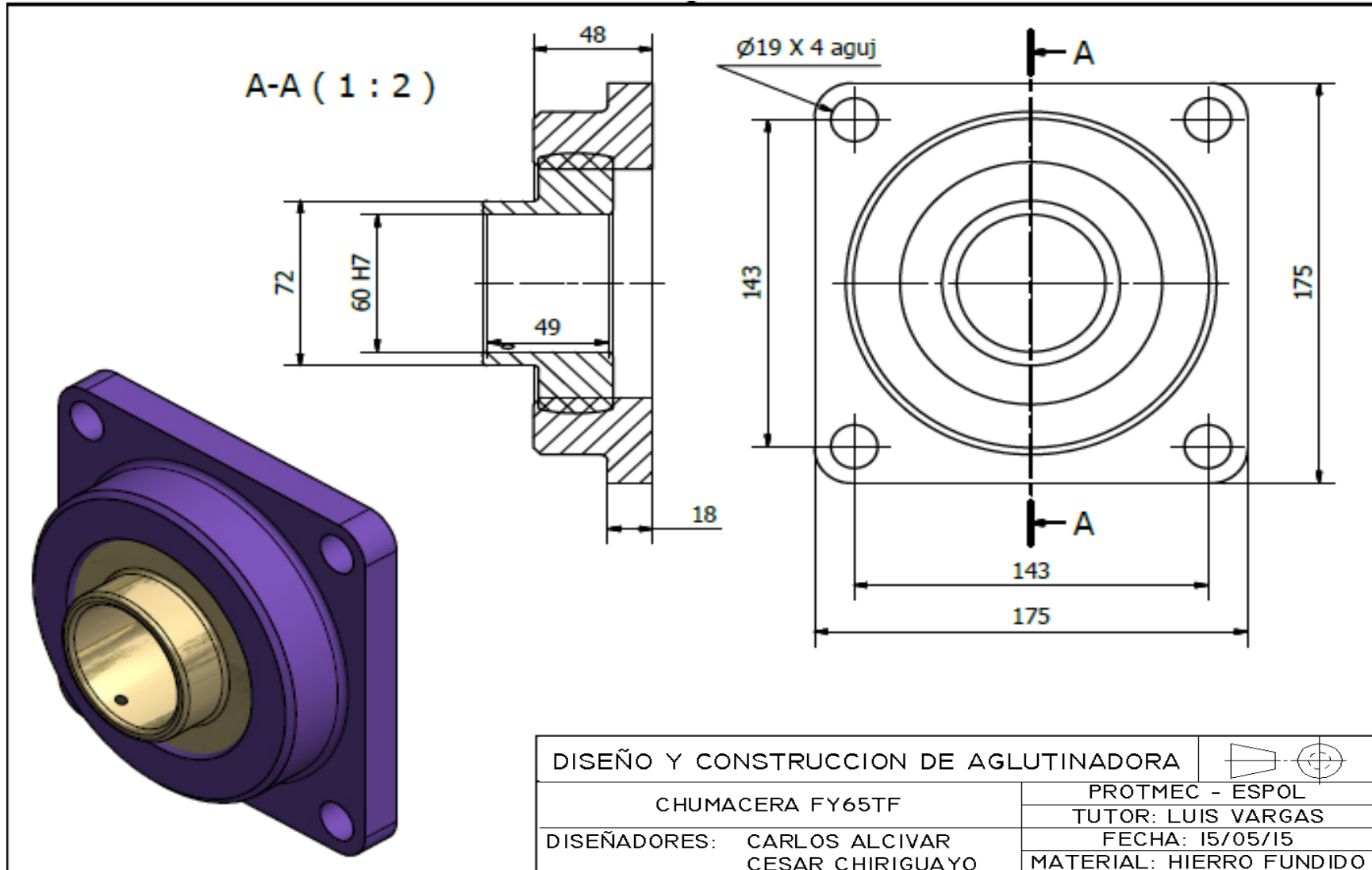
PROTMEC

ESPOL

III. PIEZA POLEA DE 6"

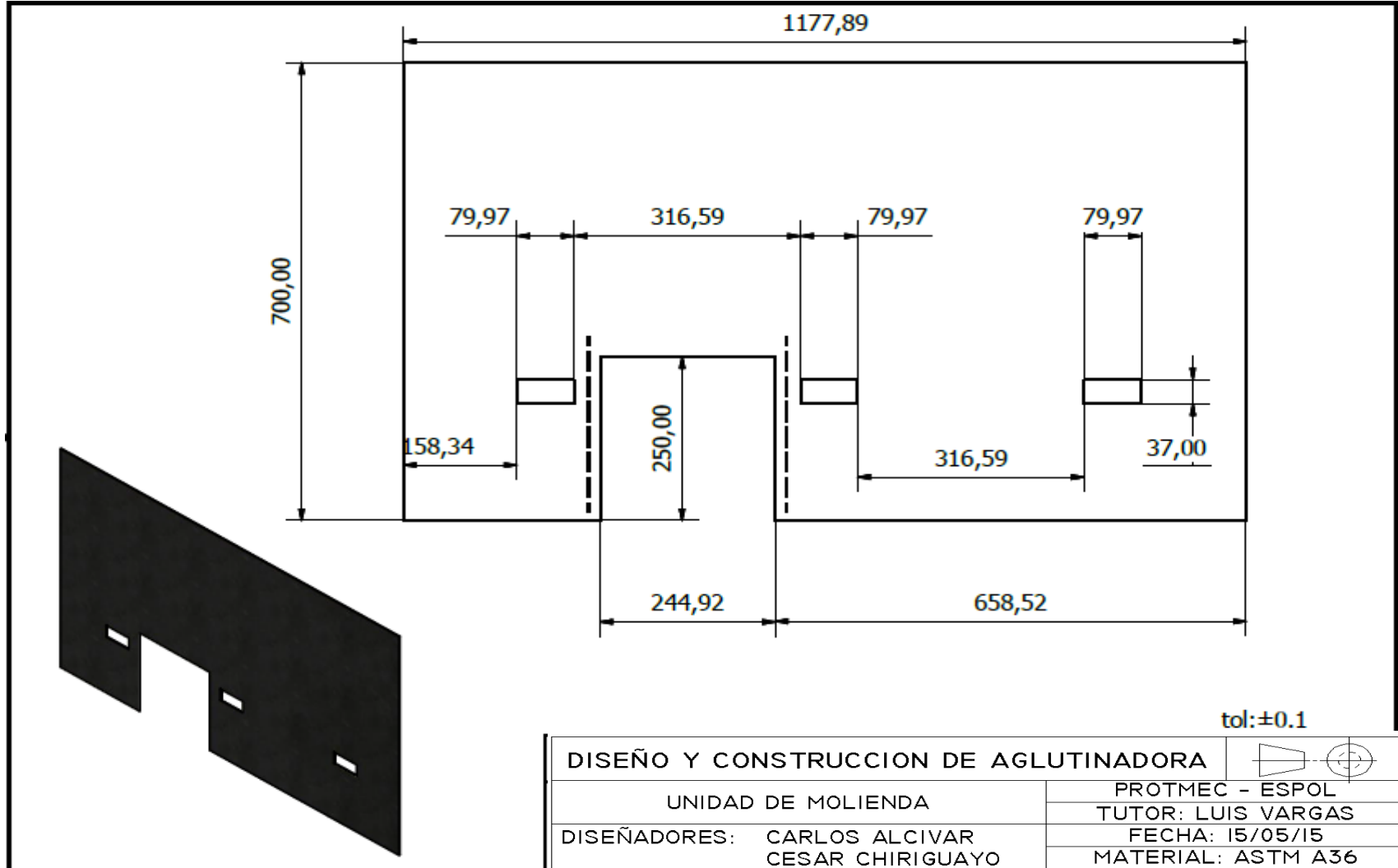


IV. PIEZA CHUMACERA

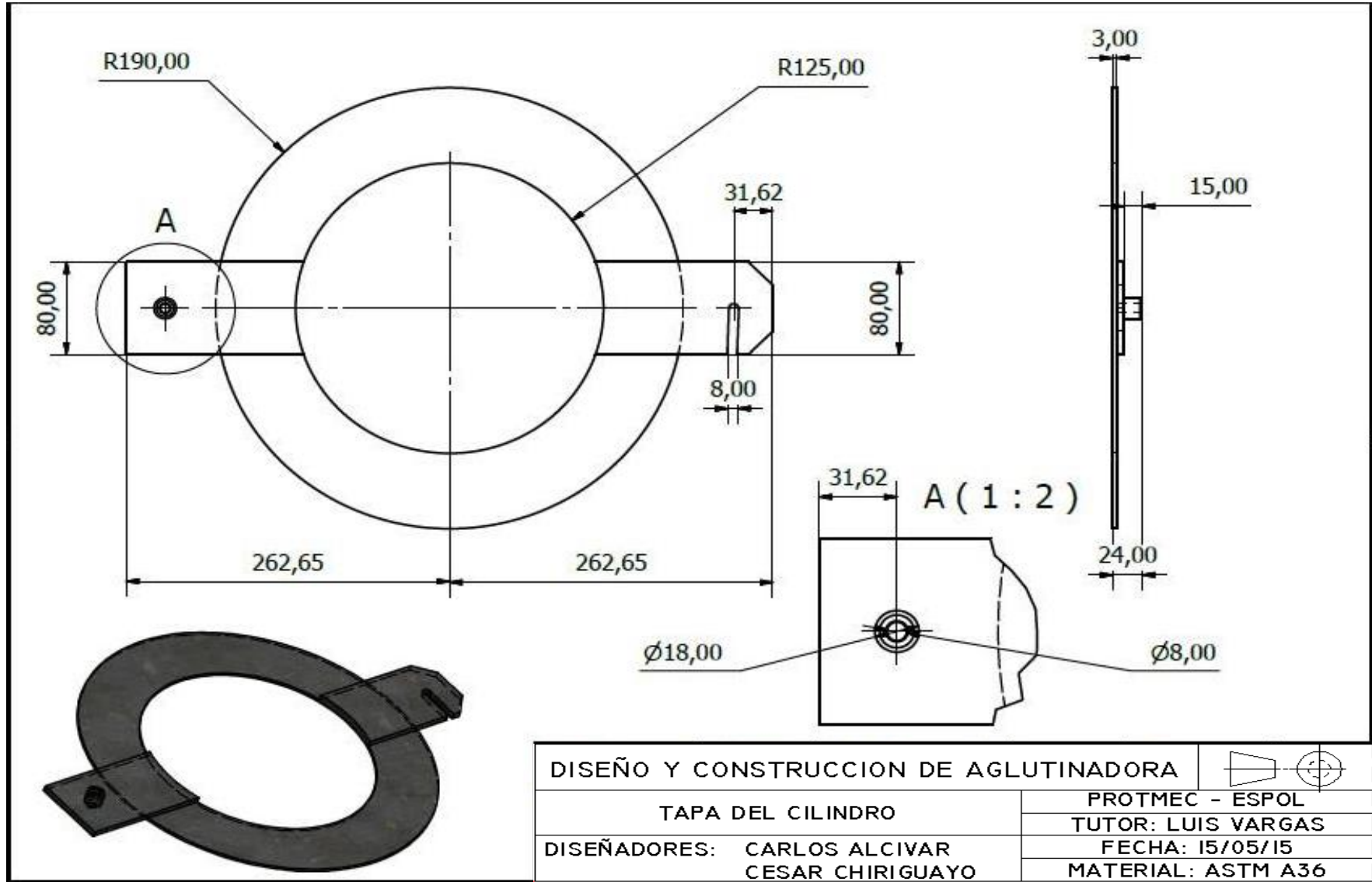




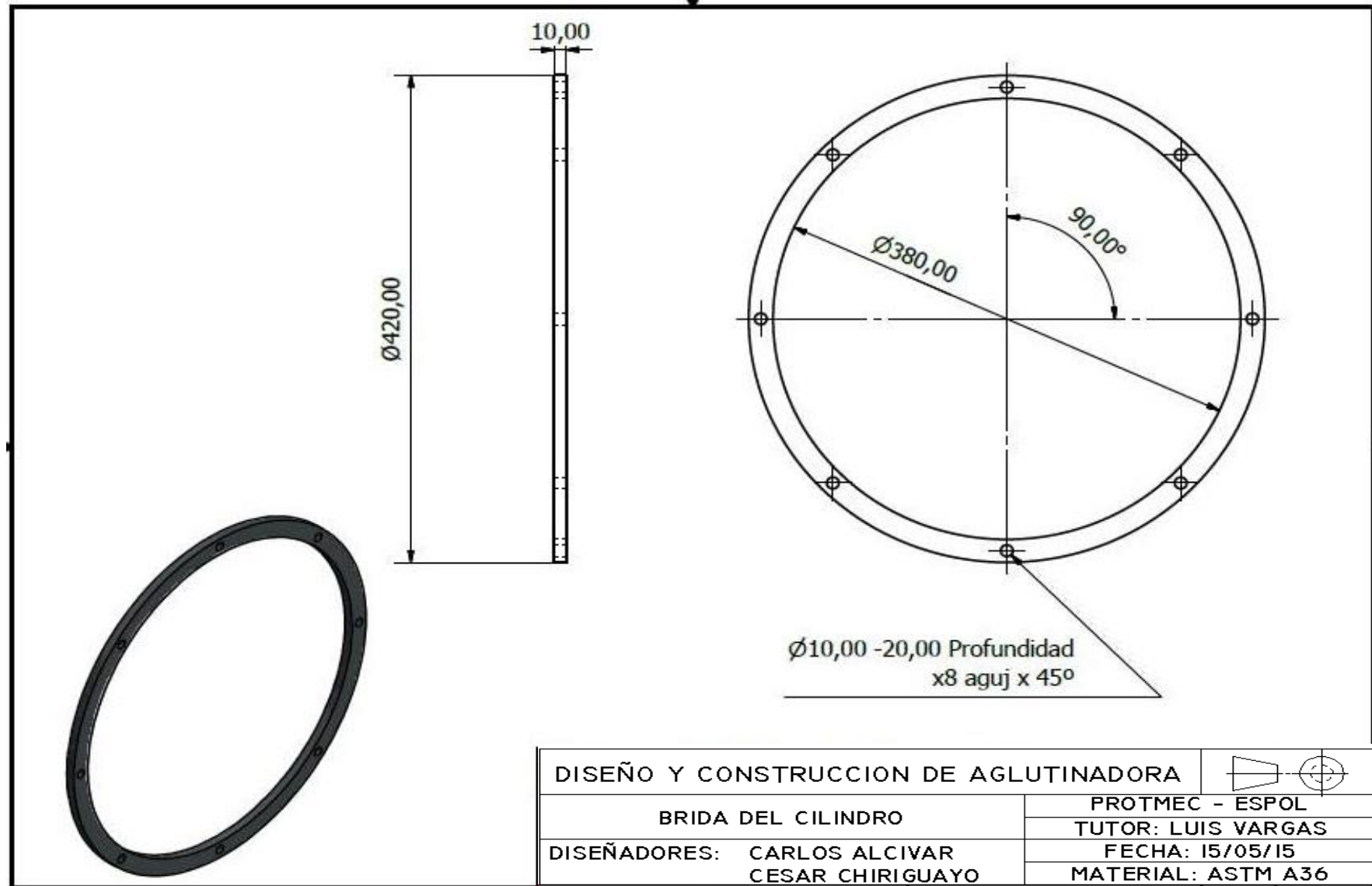
V. PIEZA UNIDAD DE MOLIENDA



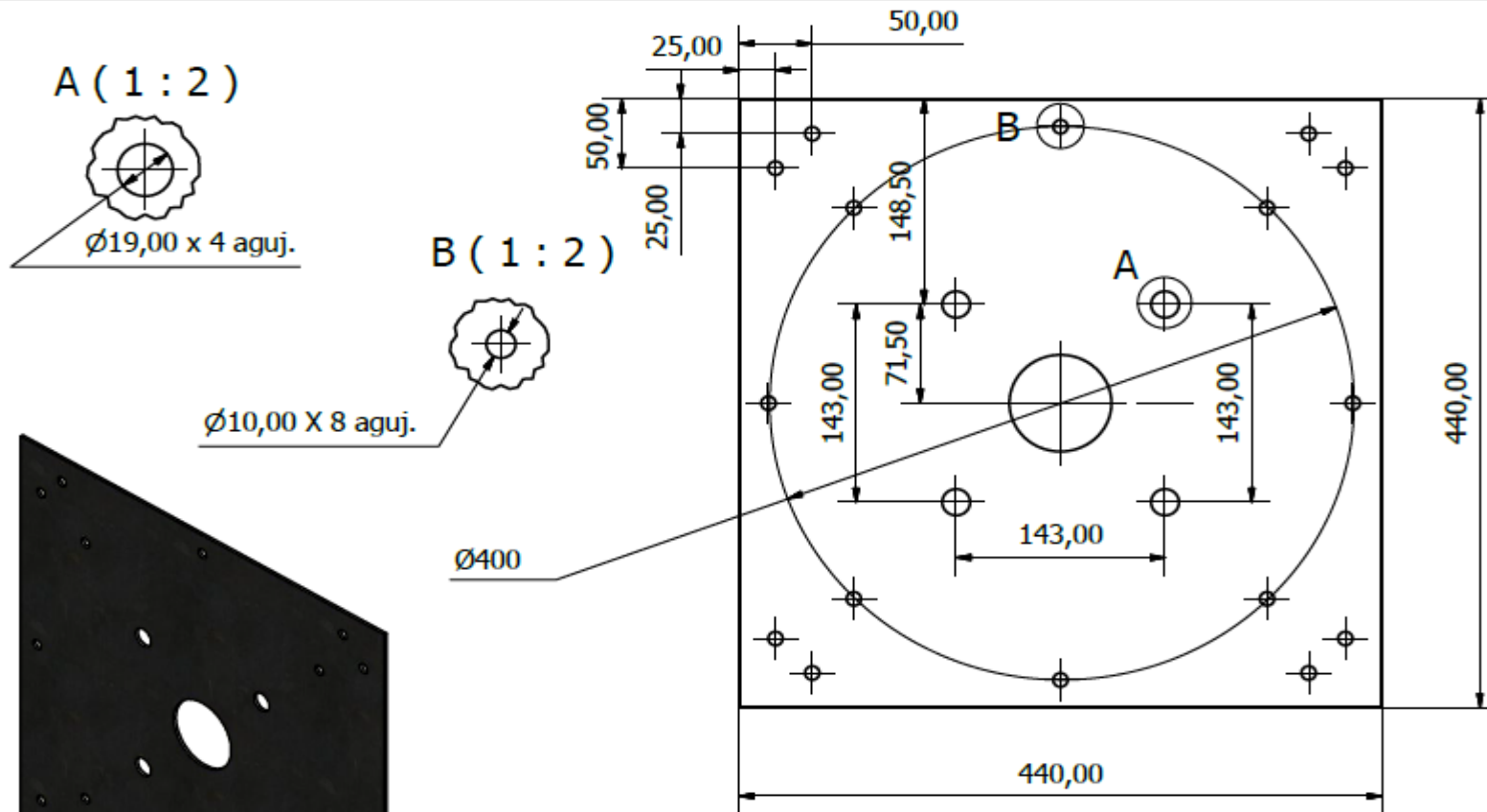
VI. PIEZA TAPA DEL CILINDRO



VII. PIEZA BRIDA DEL CILINDRO

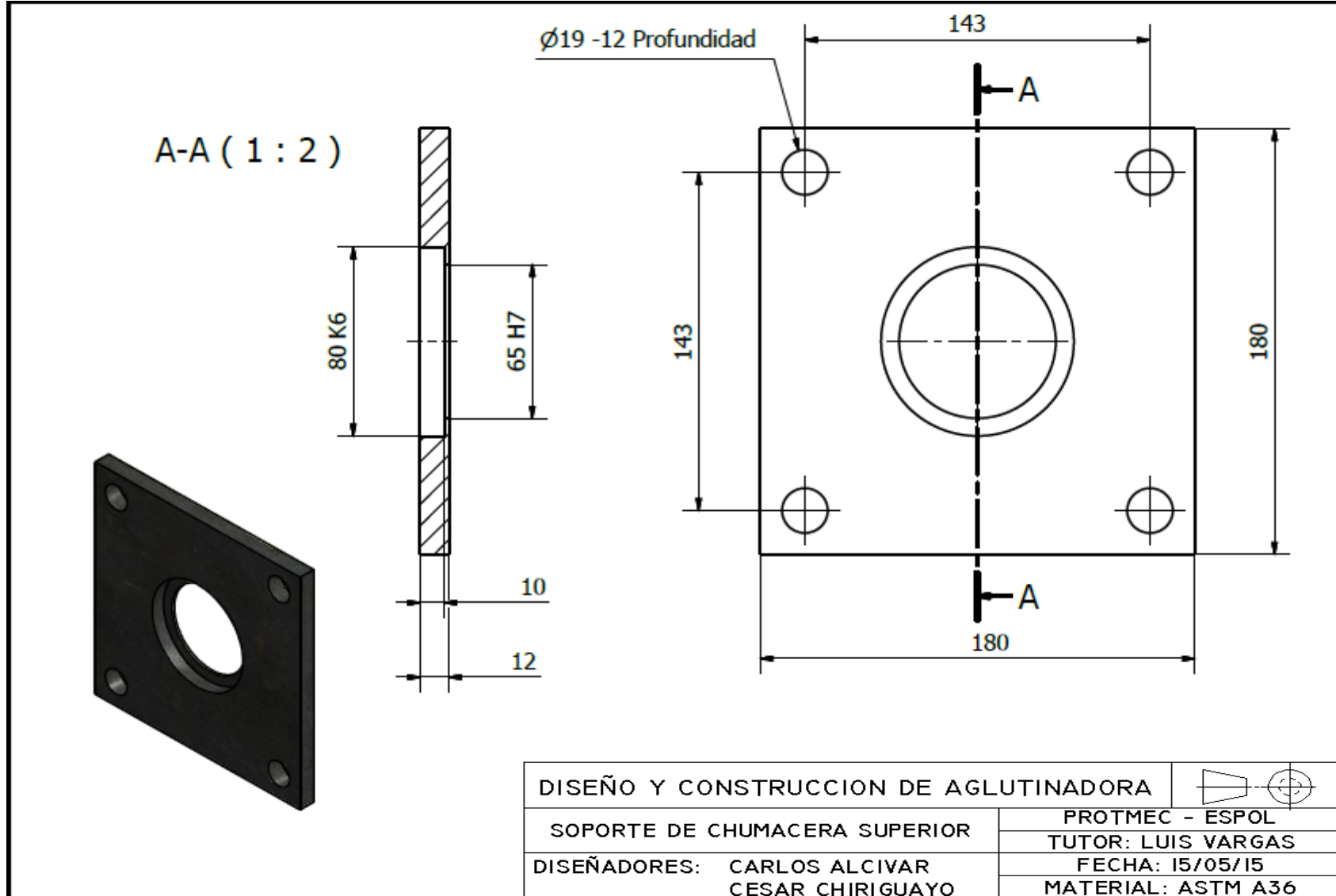


VIII. **PIEZA BASE CUADRADA**

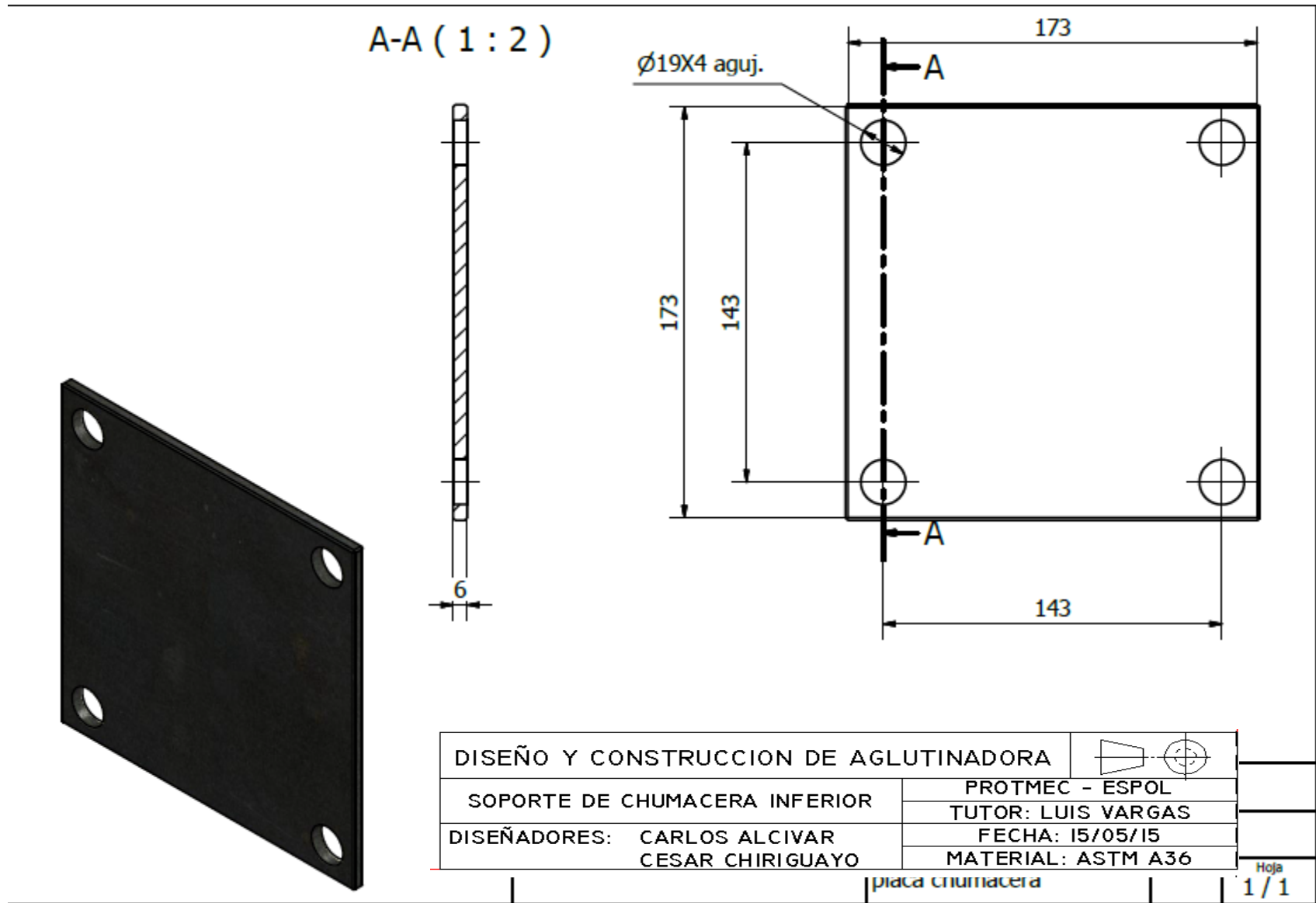


DISEÑO Y CONSTRUCCION DE AGLUTINADORA		
BASE DEL CILINDRO		PROTMEC - ESPOL
DISEÑADORES: CARLOS ALCIVAR CESAR CHIRIGUAYO		TUTOR: LUIS VARGAS
		FECHA: 15/05/15
		MATERIAL: ASTM A36

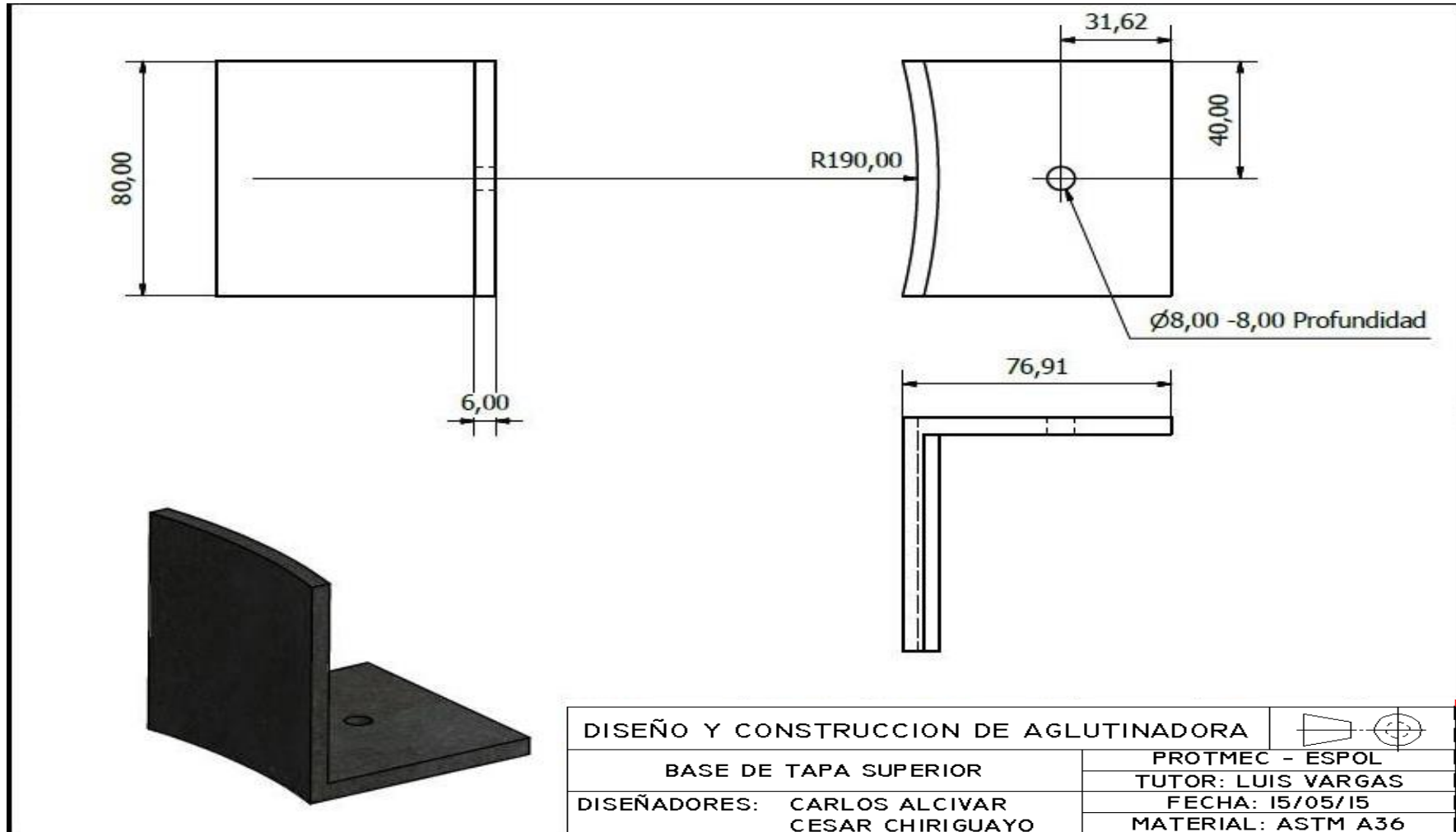
IX. PIEZA SOPORTE DE CHUMACERA 1



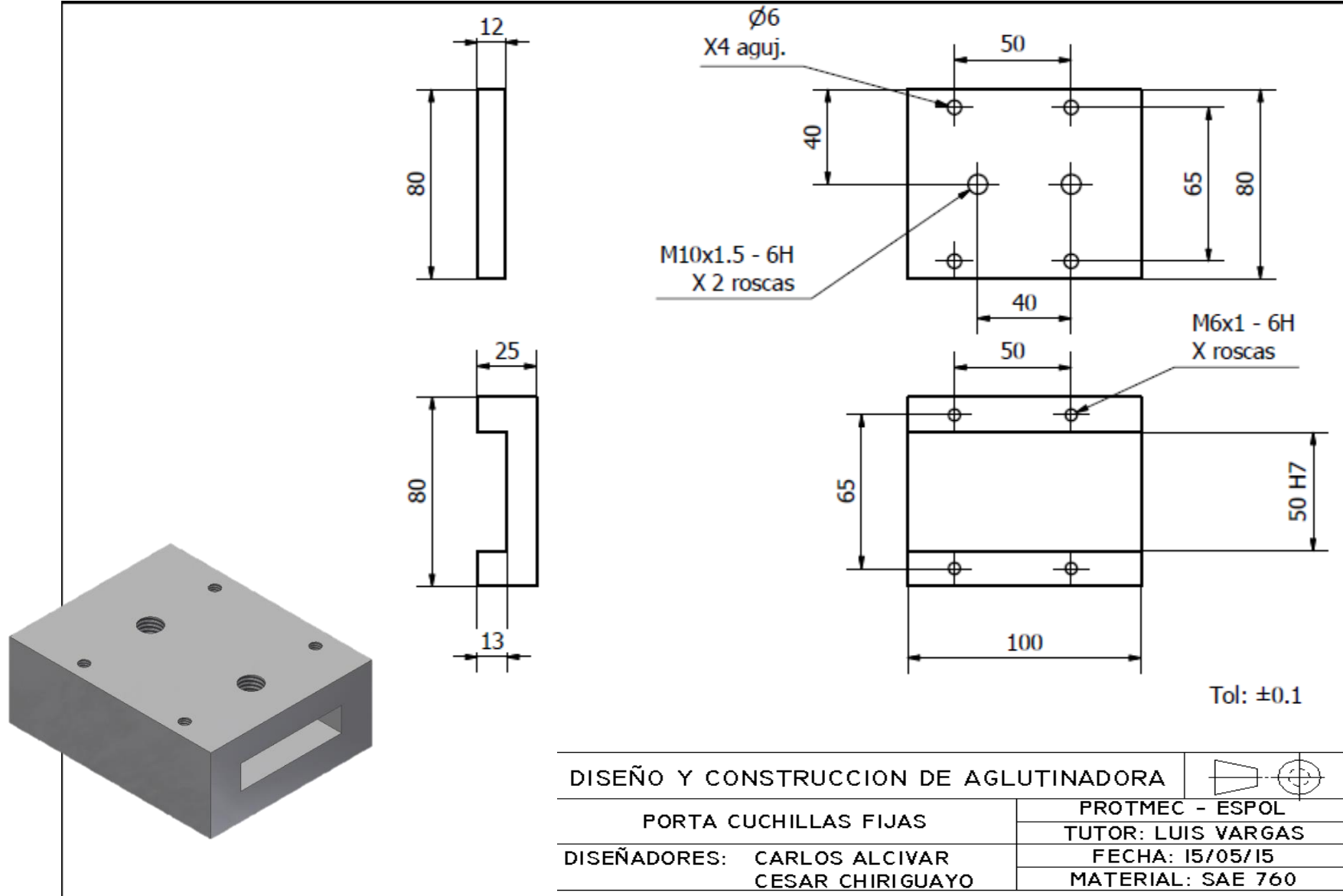
X. PIEZA SOPORTE CHUMACERA 2



XI. PIEZA SOPORTE PARA TAPA.

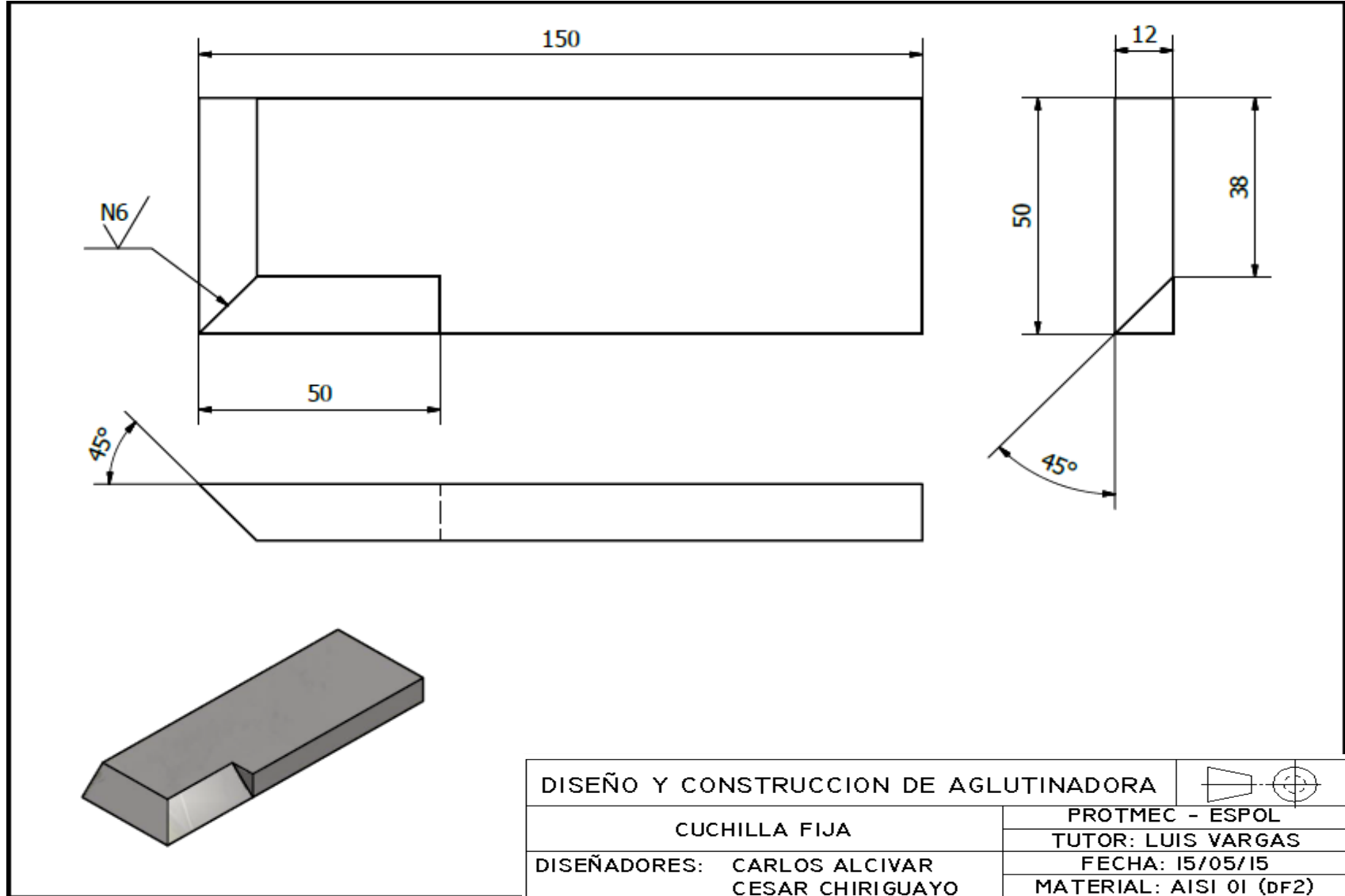


**XII. PIEZA PORTA CUCHILLAS FIJAS.**

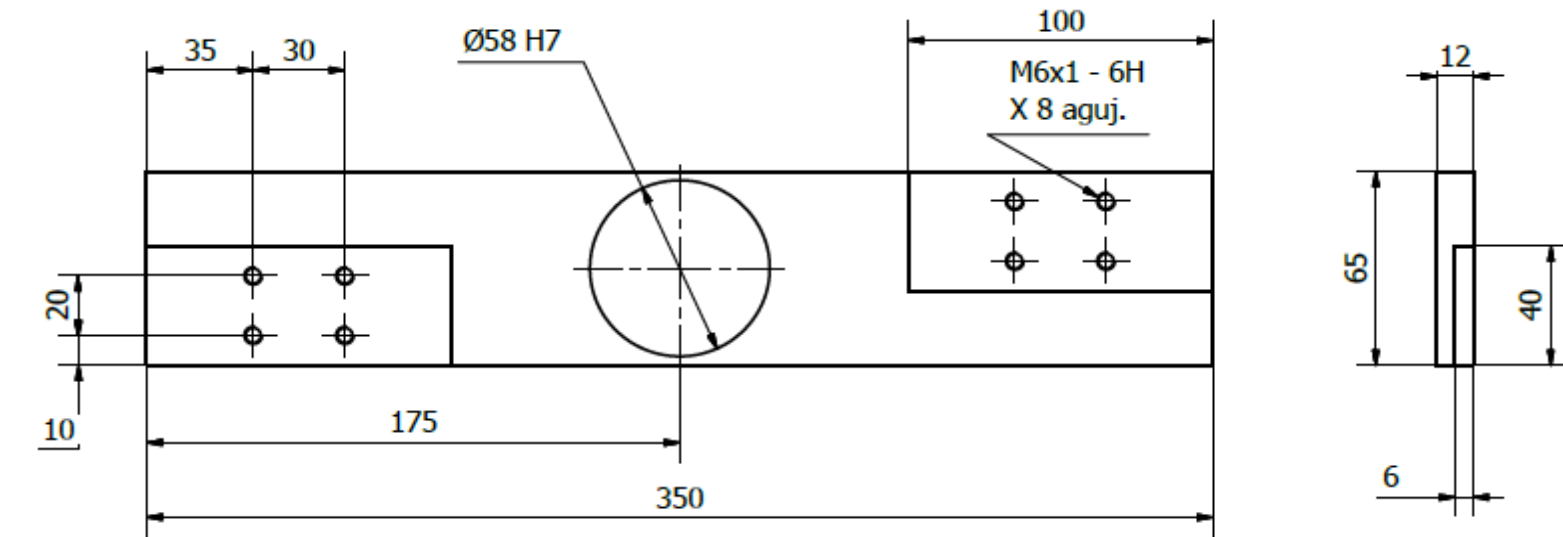




XIII. PIEZA CUCHILLA FIJA

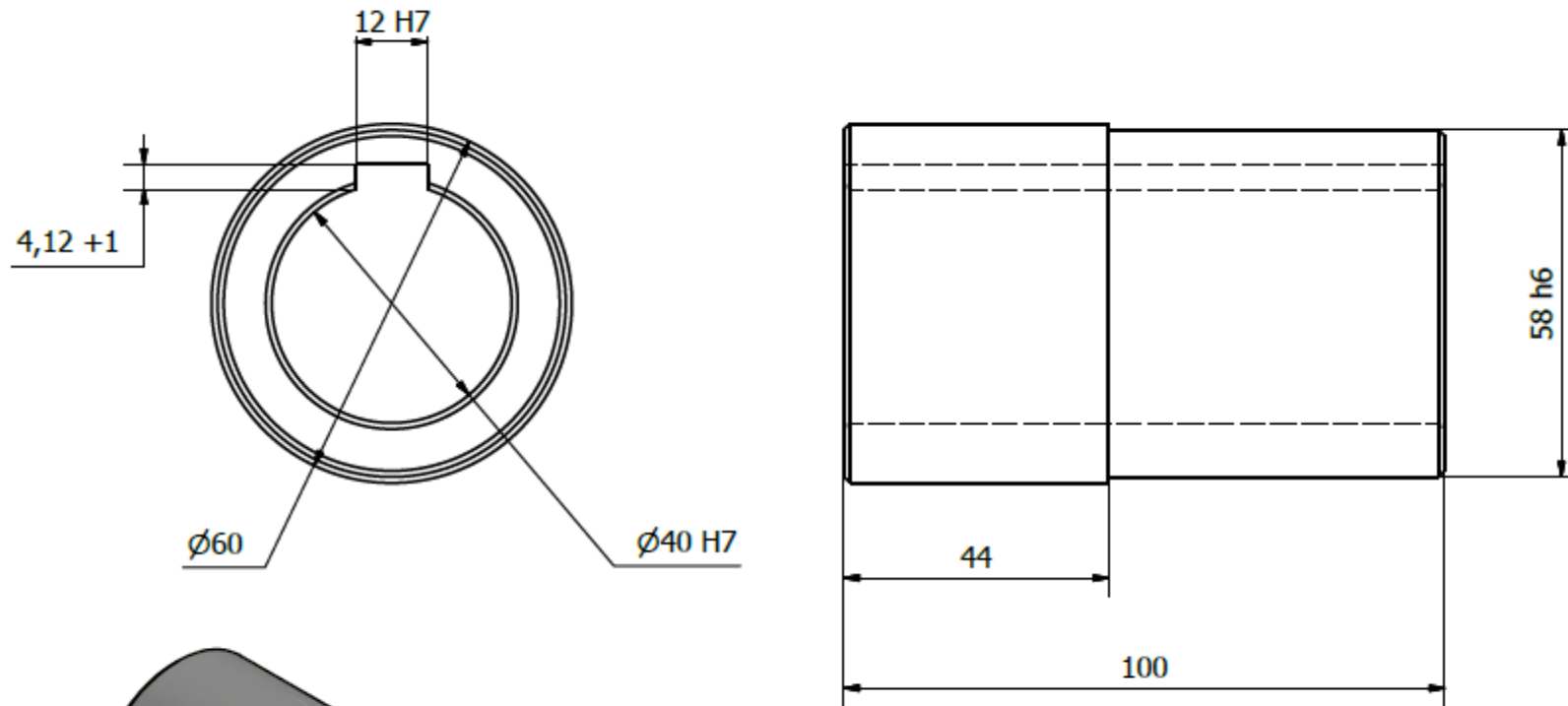


**XIV. PORTA CUCHILLAS MOVILES**



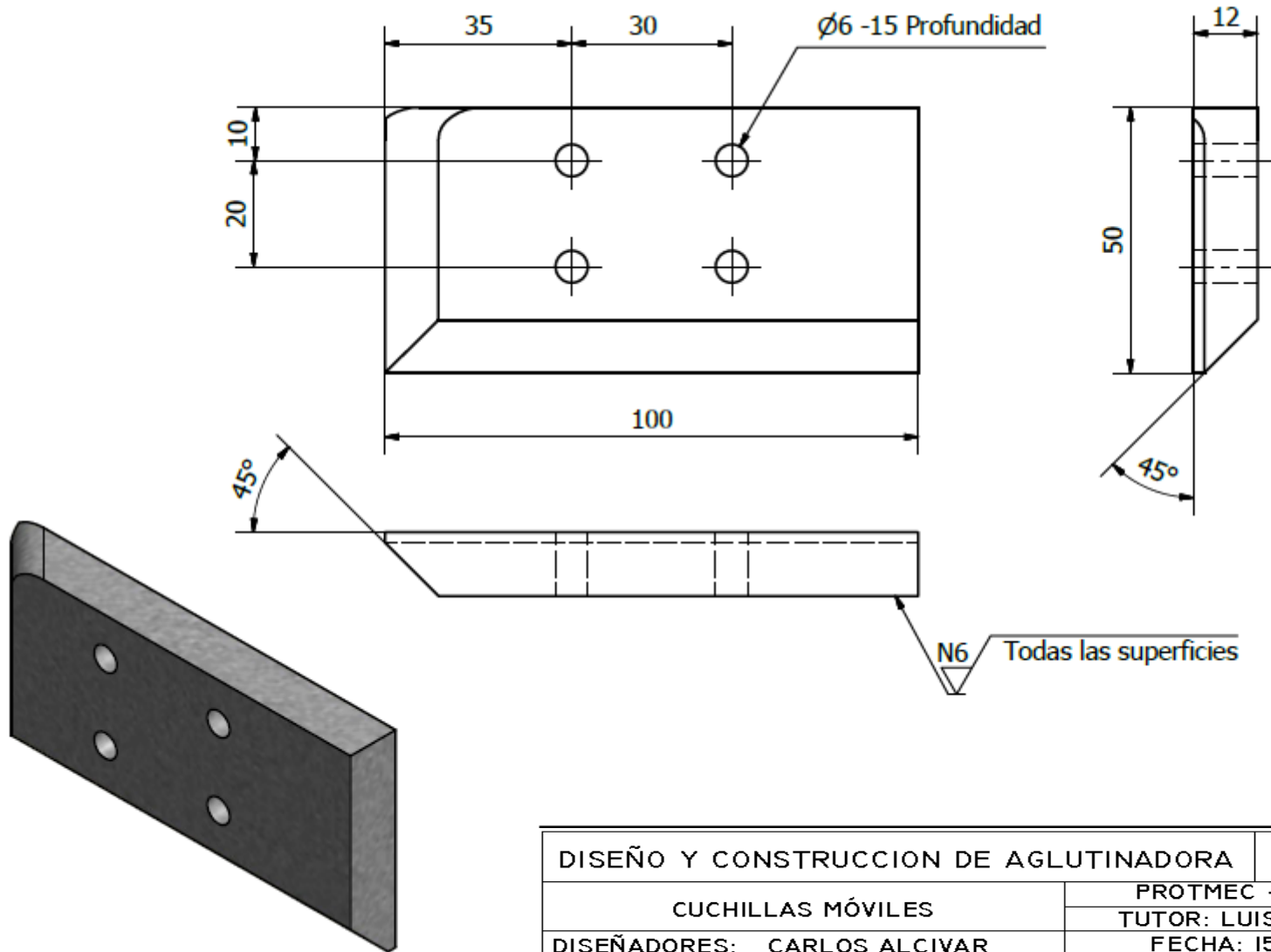
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE AGLUTINADORA		
PORTA CUCHILLAS MOVILES		PROTMEC - ESPOL
DISEÑADORES: CARLOS ALCIVAR CESAR CHIRIGUAYO		TUTOR: LUIS VARGAS
		FECHA: 15/05/15
		MATERIAL: AISI SAE 760

**XV. BOCÍN PORTA CUCHILLAS MÓVILES**



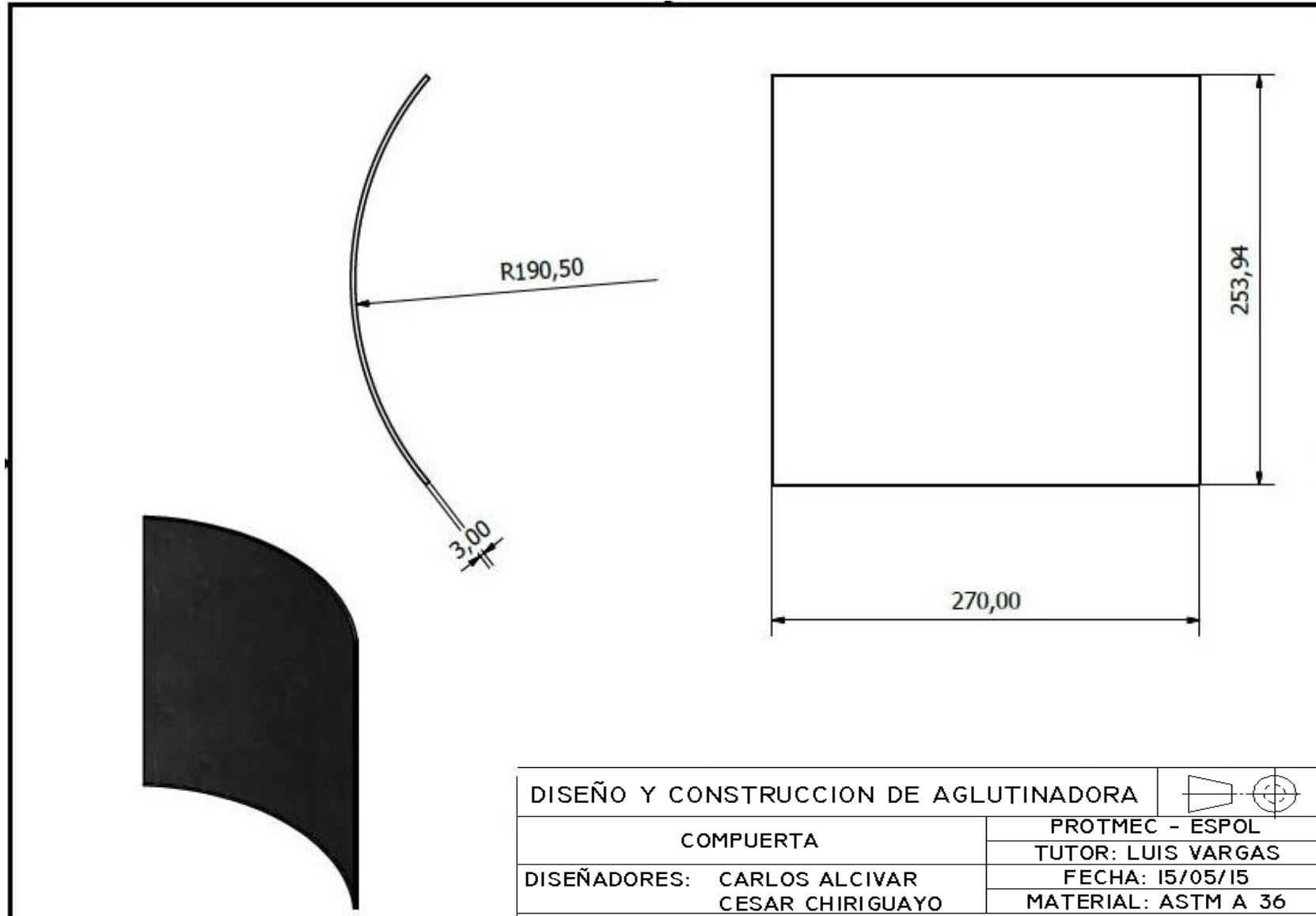
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE AGLUTINADORA		
BOCÍN PORTA CUCHILLAS MOVILES		PROTMEC - ESPOL
DISEÑADORES: CARLOS ALCIVAR CESAR CHIRIGUAYO		TUTOR: LUIS VARGAS
		FECHA: 15/05/15
		MATERIAL: AISI SAE 1018

**XVI. PIEZA CUCHILLAS MOVILES**



DISEÑO Y CONSTRUCCION DE AGLUTINADORA		
CUCHILLAS MÓVILES		PROTMEC - ESPOL
DISEÑADORES: CARLOS ALCIVAR CESAR CHIRIGUAYO		TUTOR: LUIS VARGAS
		FECHA: 15/05/15
		MATERIAL: AISI 01 ( DF2)

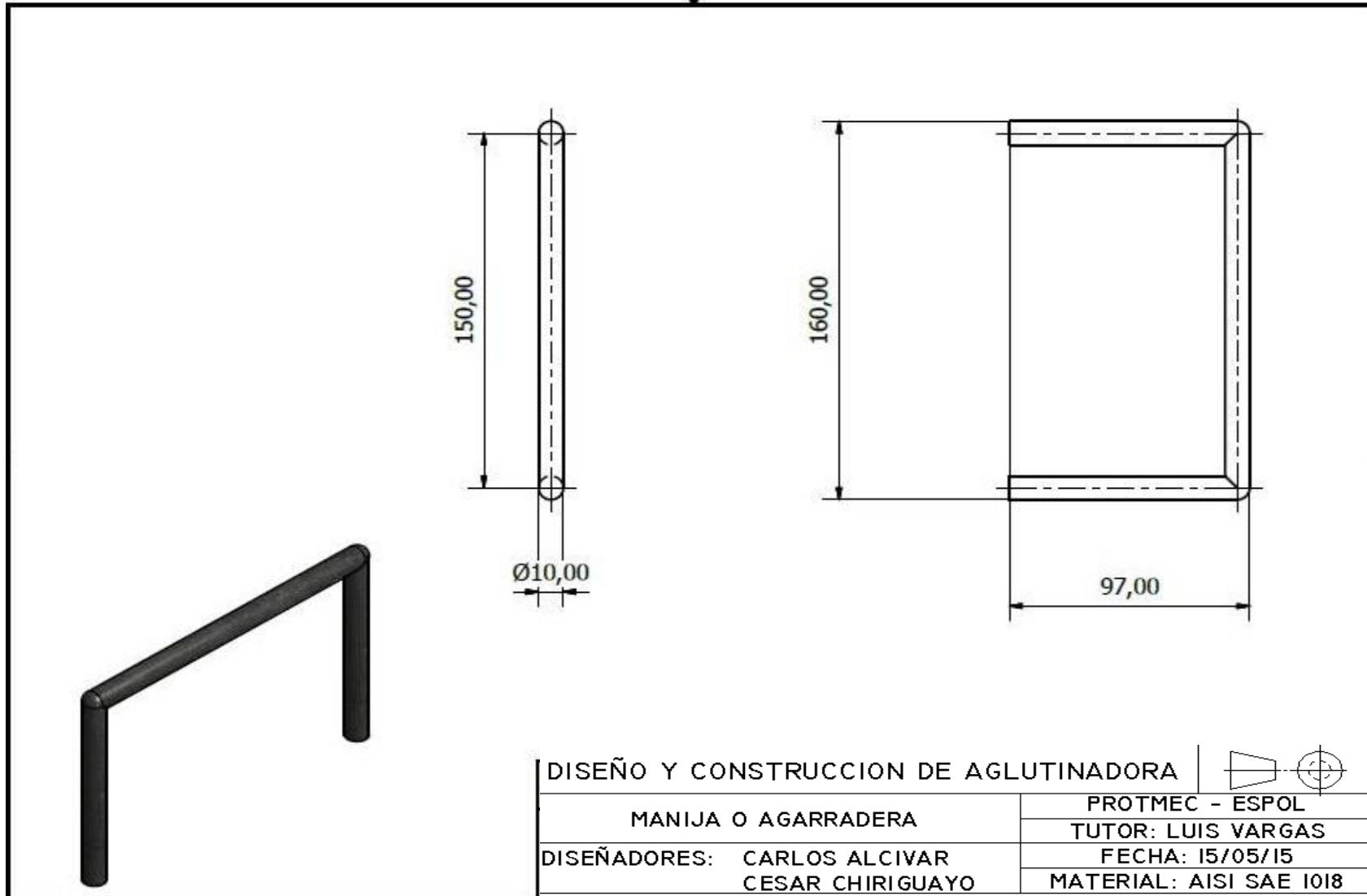
**XVII. PIEZA COMPUERTA**



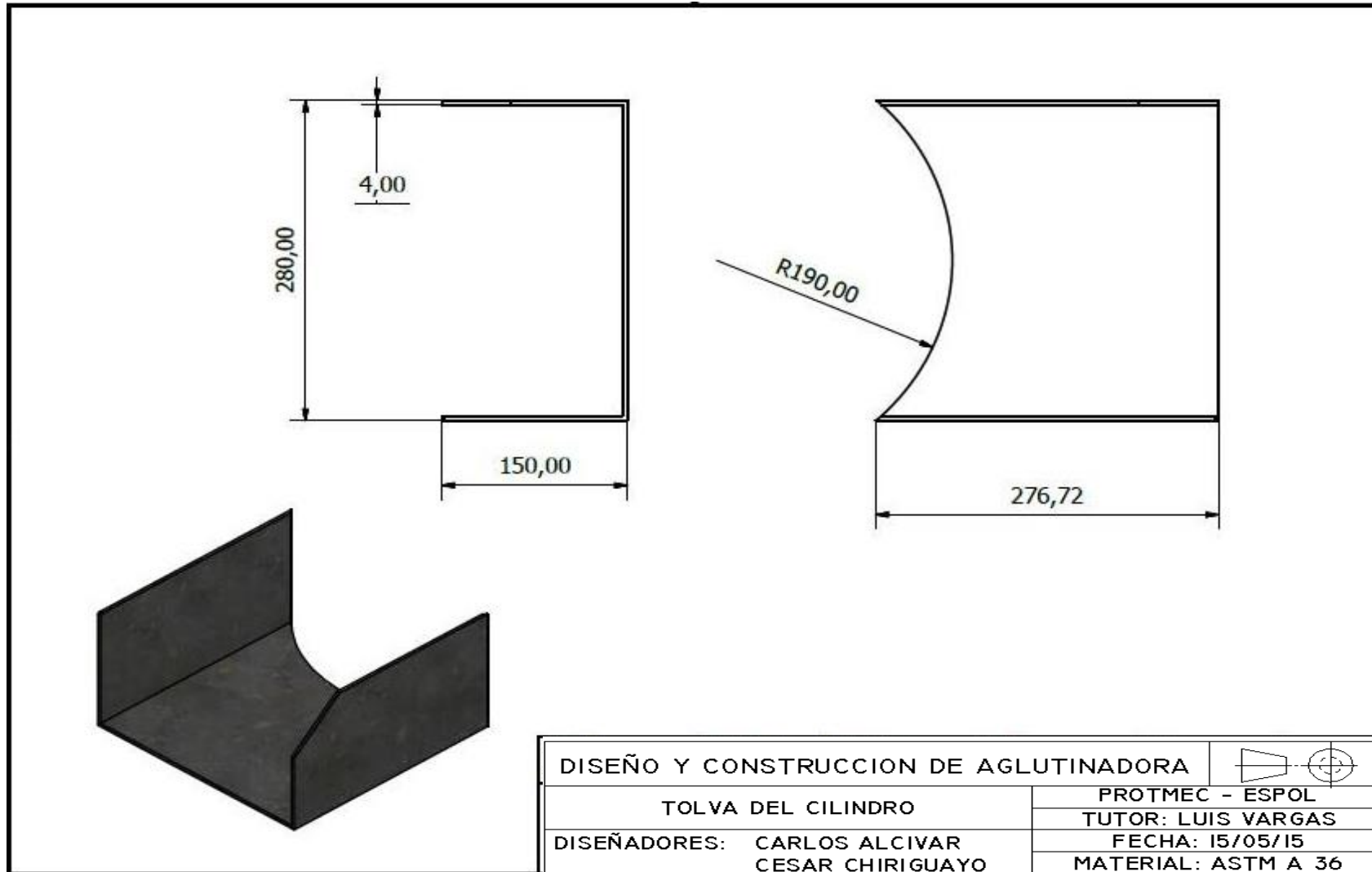
PROTMEC

ESPOL

XVIII. PIEZA AGARRADERA.



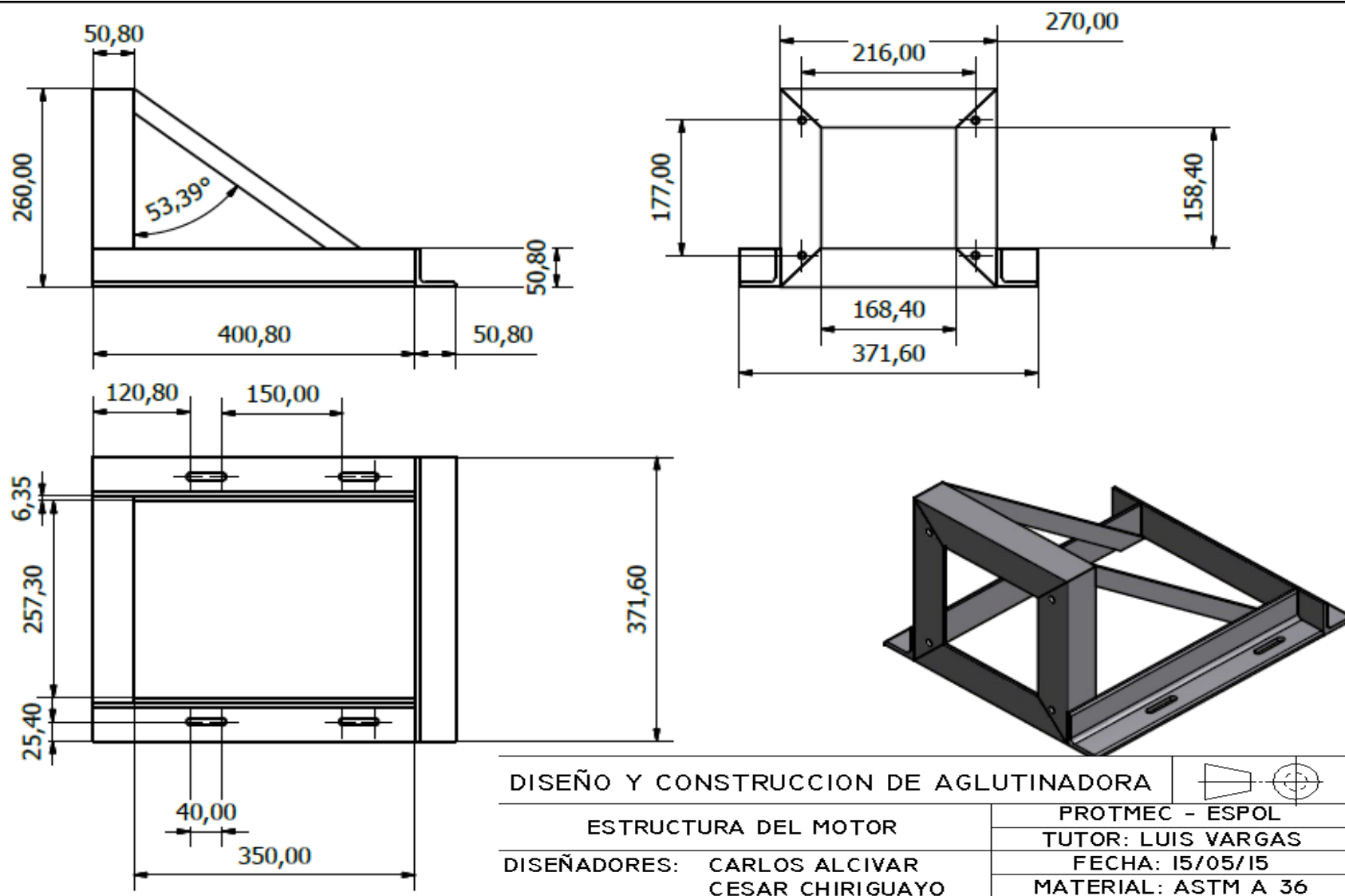
**XIX. PIEZA TOLVA.**



PROTMEC

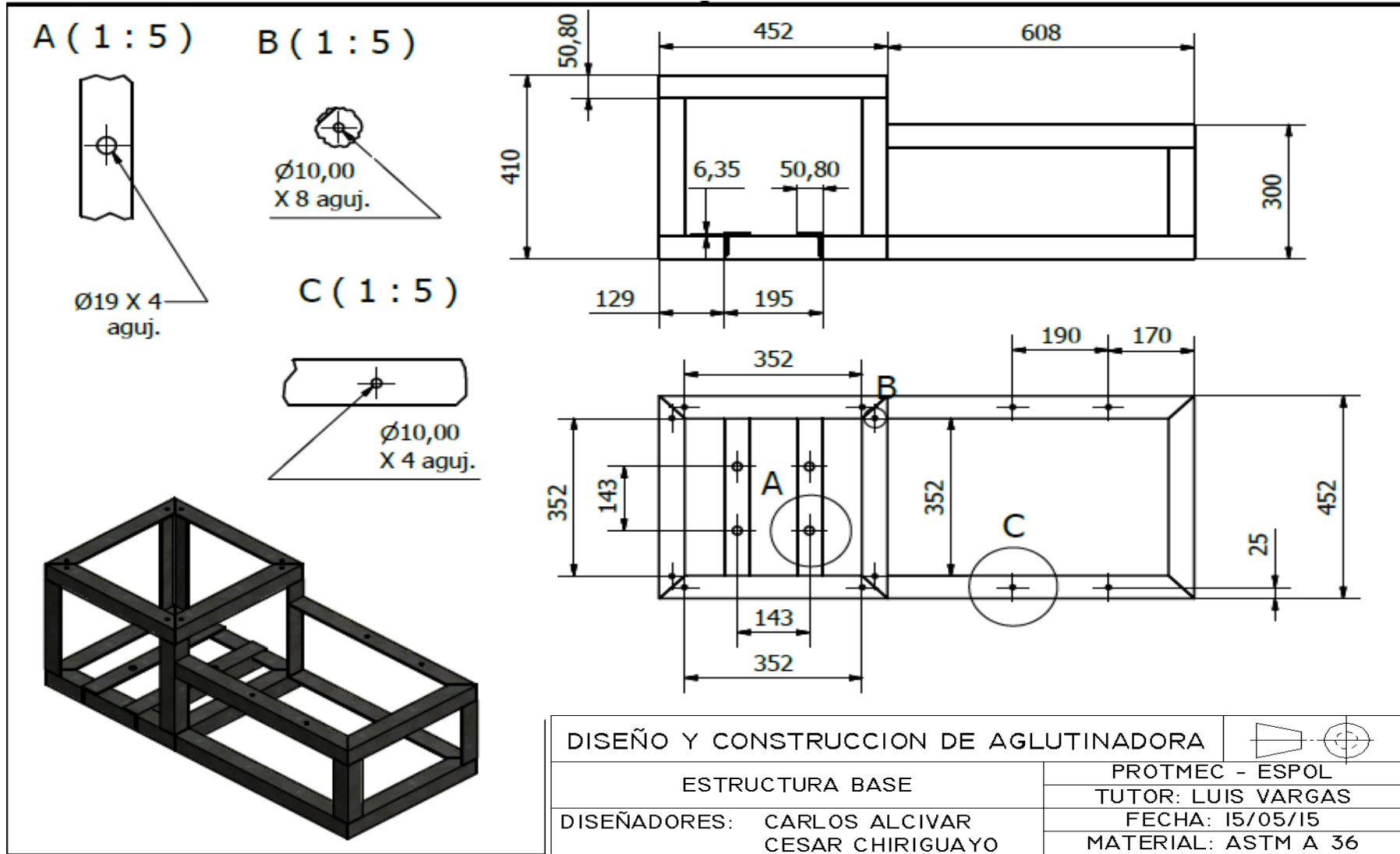
ESPOL

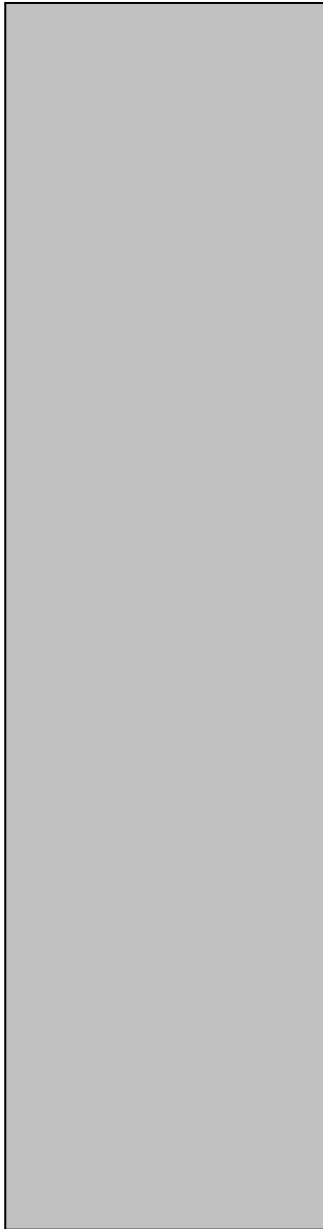
XX. TEMPLADOR.





XXI. PIEZA ESTRUCTURA BASE.





## **9°. ANEXOS Y BIBLIOGRAFIA.**

## PRUEBAS Y SOLUCIONES PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

### Prueba 1.

Se puso en marcha la máquina y se fue llenando de material, después de varios minutos el plástico no se estaba cortando, debido a que el mismo se estaba enredando en la tuerca que ajusta al porta cuchillas móviles con el eje, ya que esta presentaba filos.



Figura 10°1 Tuerca del eje.

### Solución.

Se construyó una tapa para que cubra los filos de la tuerca y de esta manera evitar que se enreden las fundas.

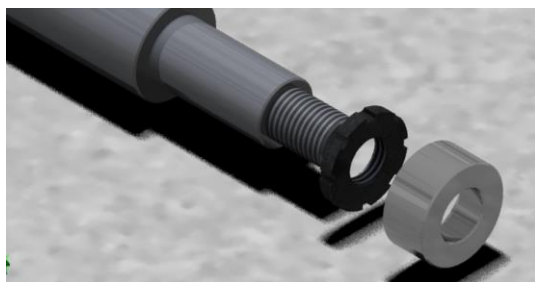


Figura 10°2 10°3 Tapa de la tuerca.

### Prueba 2.

Encendimos la máquina y el problema persistía.

### Solución.

Cortar el eje, suprimir la tuerca y reemplazarla por una rosca interior M16 \* 60mm, la cual por medio de un perno y una arandela ajustan el porta cuchillas móviles al eje.

PROTMEC

ESPOL



Figura 10°3 Modificacion en el eje.

En la prueba 1 y 2 el plástico salía de la siguiente manera:



Figura 10°4 Plástico enredado.

### Prueba 3.

El plástico ya no se enredaba en el eje y se empezó a cortar un 10% de las fundas debido a que el resto se estaban atascando en las porta cuchilla fijas.

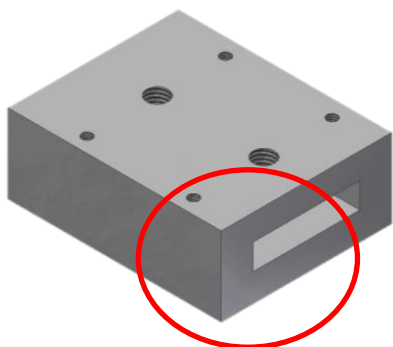


Figura10°5 Porta cuchilla original.

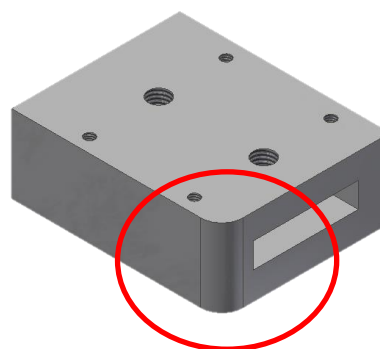
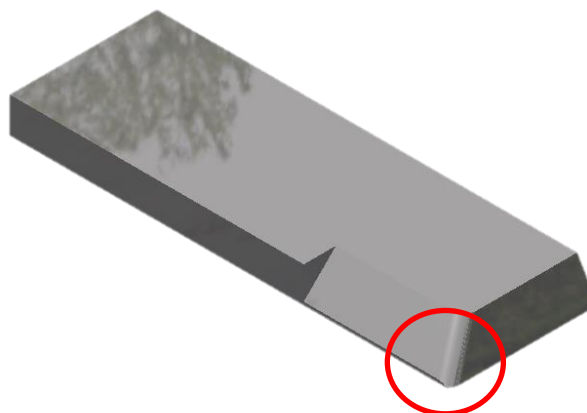
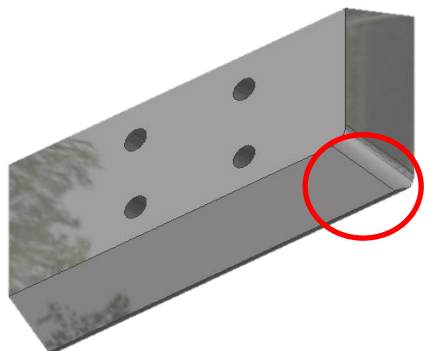


Figura 10°6 Porta cuchilla modificado.

### Solución.

Se redondearon las esquinas de las porta cuchillas fijas.

Se creó un nuevo filo y un radio tanto a las cuchillas móviles como a las cuchillas fijas para que corte el plástico que se estaba atorando entre el porta cuchillas y la cuchillas.



**Figuras 10° 6 y 10°7 Cuchillas móviles modificadas.**

**Figuras 10°8 y 10°9 cuchillas fijas modificadas.**

### **Prueba 4.**

Empezó a cortar un 70% del plástico pero no llegaba a al 100% por que el plástico se precipitaba al fondo de la unidad de molienda.



**Figura 10°10 Plástico cortado pero no aglutinado.**

### **Solución**

Se construyó una base con 55mm de alto y un diámetro de 380mm que se colocó en la parte inferior del cilindro para evitar que el plástico no termine su proceso.

Y la máquina corto un 90% del plástico pero no lo aglutino. Debido a que faltaba más material.



**Figura 10°11 Base de suspensión.**

### **Prueba 5.**

- Se encendió la máquina y se procedió a introducir fundas a velocidad constante.
- El amperaje del motor sin carga es de 14.
- Al minuto 6 el amperaje del motor es de 22 y se mantiene mientras se sigue llenando de material, el cual tiene que estar picado para no forzar tanto al motor.
- Al minuto 20 baja a 14 y se mantiene hasta el final.
- En el minuto 28 se comienza aglomerar el plástico, se le hecha 0,5 litros de agua y después de 5 minutos se abre la compuerta expulsando el plástico ya aglomerado como se muestra en las imágenes.
- No se puede evitar que un porcentaje de las fundas que se introducen en la unidad de molienda no se procesen.
- No es recomendable meter fundas muy finas ya que estas son las que tienden a enredarse en el eje.



**Figura 10°12 Material aglutinado**

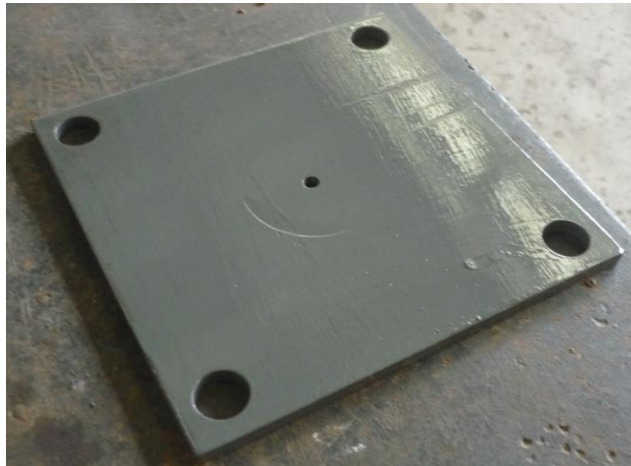
## **DATOS PUNTUALES**

- El eje no debe sobresalir más de 7 cm desde la base del cilindro
- Este no debe de ser apretado por medio de tuercas ya que las fundas se van a enredar se recomienda ajustarlo por medio de un perno con arandela.
- Los porta cuchillas fijas no deben introducirse más de 3 mm al interior de cilindro por que las fundas se atascan aquí y esto impide que se corten. Y estas deben tener un radio para evitar que se siga produciendo el mismo efecto.
- Las cuchillas deben tener dos inclinaciones afiladas para que no se atasque el plástico contra la pared de cilindro y lo pueda cortar.
- La distancia entre las cuchillas no debe ser mayor a 30 mm
- La distancia entre la base del cilindro y los porta cuchillas fijas debes estar entre (2 y 3)cm caso contrario el plástico se precipitara al fondo del cilindro y no se podrá cortar
- En la brida del cilindro es necesario poner un empaque para evitar que el agua filtre hacia el exterior del tanque.
- Entre mayor sea la velocidad de alimentación de la fundas el tiempo de aglutinado será menor.

**FOTOS DE CADA COMPONENTE**



**Fig 10°13 Estructura.**



**Fig 10°14 Base chumacera inferior.**



**Fig. 10°15 Eje.**



**Fig 10° 16 Poleas.**



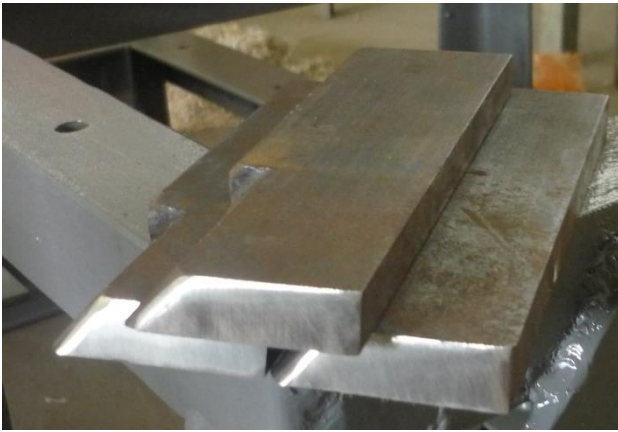
**Fig. 10° 17 Porta cuchillas móviles.**



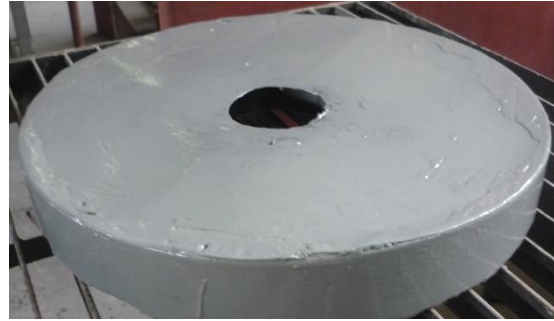
**Fig. 10° 18 Cuchillas móviles.**



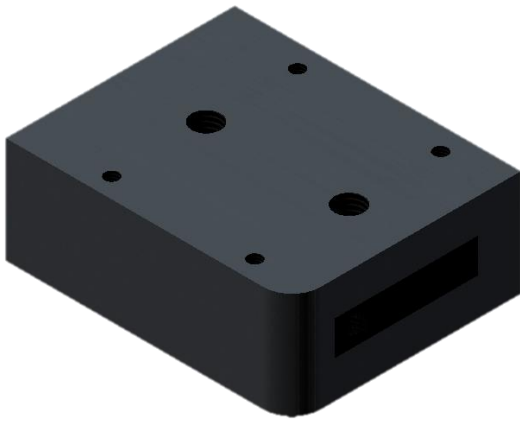
*DISEÑO Y CONTRUCCION DE AGLUTINADORA*



**Fig. 10° 19 Cuchillas fijas.**



**Fig. 10° 20 Suelo suspendido.**



**Fig. 10° 21 Porta cuchillas fijas.**



**Fig. 10° 22 Brida de chumacera superior.**



**Fig. 10° 23 Tapa superior del cilindro.**



**Fig. 10° 24 Base del cilindro.**



**Fig. 10° 25 Cilindro.**



**Fig. 10°26 Base del motor.**



**Fig. 10° 27 Chumacera.**



**Fig. 10° 28 Compuerta.**

## **10°. BIBLIOGRAFÍA**

- LIBRO MAQUINAS CALCULOS DE TALLER DE A.L. CASILLAS
- CATALOGO GENERAL DE RODAMIENTOS SKF
- LIBRO MECANICA DE MATERIALES DE FITZGERALD
- <http://es.wikihow.com/calcular-los-caballos-de-fuerza>
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#seccion4>
- <http://es.slideshare.net/atejedor/costos-en-la-soldadura>
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html>