

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE PERMITA LA
SEPARACIÓN DE LAS ALMENDRAS Y EL MUCÍLAGO CONTENIDO EN EL
FRUTO DE CACAO**

ELKIN GARCÉS PORTILLA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2009**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE PERMITA LA
SEPARACIÓN DE LAS ALMENDRAS Y EL MUCÍLAGO CONTENIDO EN EL
FRUTO DE CACAO**

ELKIN GARCÉS PORTILLA

**Proyecto de grado para optar al título de
Diseñador Industrial**

**ASDRUBAL FAJARDO VÁSQUEZ
DISEÑADOR INDUSTRIAL
DIRECTOR DE PROYECTO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2009**

CONTENIDO

A. TITULO DEL PROYECTO.....	2
B. ORIGEN DEL PROYECTO	3
C. JUSTIFICACION	5
OBJETIVOS.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
E. METODOLOGIA PROYECTUAL.....	7
F. LÍMITE Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	8
1. EXPLORACION.....	10
1.1 ESTRUCTURACION	10
1.1.1 Planteamiento del problema.	10
1.1.2 Ubicación del problema.	10
1.1.3 Justificación del problema.....	11
1.1.4 Definición del problema.	11
1.2 INVESTIGACION.....	12
1.2.1 Historia del Cultivo del cacao.....	12
1.2.1.1 El Cacao en Colombia.	12
1.2.2.1 Características físicas de la cacota.....	14
1.2.2.2 Características físicas de la Semilla o almendra de cacao.....	15
1.2.2.3 Composición Química de las almendras de cacao.	17
1.2.2.4 Características Químicas del mucílago.....	18
1.2.2.5 Conclusiones de las Características del fruto, almendras y mucílago del cacao.	20
1.2.2.6 Costos del cultivo.....	21

1.2.3 Investigación de los objetos y métodos actuales.	21
1.2.3.1 Objetos existentes para la cosecha del cacao.	21
1.2.3.2 Análisis de los métodos.	23
1.2.3.3 Formas de recolección de las cacotas.	24
1.2.7.3 Diagrama del proceso de cosecha.	26
1.2.3.4 Tratamiento de las semillas del cacao.	27
1.2.3.5 Sistemas de separación de las almendras.	28
1.2.4 Cadena de comercialización del cacao.	28
1.2.4.1 Distribución del cultivo del cacao.	30
1.2.4.2 Estructura del mercado a nivel mundial.	30
1.2.4.3 Distribución de los ingresos totales.	31
1.2.5 Información técnica del cacao.	32
1.2.5.1 Clima y altitud adecuado para el Cacao.	32
1.2.5.2 Normas técnicas de las almendras de cacao.	32
1.2.6 Productos a partir del cacao.	34
1.2.7 Productos a partir del mucilago del cacao.	34
1.2.8 Encuesta a cultivadores de cacao.	35
1.2.9 Maquinaria agrícola.	36
1.2.9.1 Picapasto.	36
1.2.9.2 Despulpadora de café.	36
1.2.10 Información ergonómica.	37
1.2.10.1 Valores antropométricos.	37
1.2.10.2 Diagrama del proceso de desmucilaginado.	38
1.3. ANALISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA.	39
1.3.1 Análisis de uso (Usuario)	39
1.3.2 Análisis estructural (Objeto o sistema)	39
1.3.3 Análisis de Entorno	39
1.3.4 Análisis Funcional	40

1.3.5 Análisis Morfológico	40
1.3.6 Análisis histórico	40
1.3.7 Análisis de mercado.....	40
1.4 REQUERIMIENTOS	41
1.4.1 Características generales del usuario.....	41
1.4.2 Características generales del entorno.	41
1.4.3 Características generales del sistema.	42
1.5 REQUERIMIENTOS	43
2. GENERACION.....	46
2.1 DISEÑO	46
2.1.1 Generación de Alternativas.....	46
2.1.2 Análisis de la forma de la mantis.	47
2.1.3 Bocetos.....	52
2.1.4 Modelos 3D.....	55
2.1.4.1 Alternativa 1. Centrifugado.	55
2.1.4.2 Alternativa 2. Abrasión.....	57
2.1.4.3 Alternativa 3. Centrifugado	58
2.1.4.4 Alternativa 4. Abrasión.....	59
2.1.4.5 Alternativa 5.Vibracion.	60
2.1.4.6 Alternativa 6. Abrasión + centrifugado	61
2.1.5 Evaluación de alternativas	62
2.2 MODELOS A ESCALA 1:10	65
2.2.1 Modelo1. Mesa vibratoria.....	65
2.2.2 Modelo 2. Centrifuga.....	67
2.3 EVOLUCION MODELOS 3D	69
2.3.1 Modelo 3D - 1.	69
2.3.2 Modelo 3D – 2.....	71
2.3.3 Modelo 3D - 3	73
2.3.4 Modelo 3D – 4.....	75

2.3.5 Modelo 3D- 5	77
2.3.6 Modelo 3D - 6	78
2.4 DESARROLLO DE MODELOS FUNCIONALES	80
2.4.2 Condiciones de la prueba.	82
2.4.3 Modelo Funcional Cilindro1.	84
2.4.3.1 Prueba Cilindro 1. Centrifugado.....	85
2.4.4 Modelo Funcional Cilindro 2.	88
2.4.4.1 Prueba Cilindro 2. Centrifugado.....	90
2.4.5 Modelo Funcional Cilindro 3. Abrasión.	92
2.4.5.1 Prueba Modelo Funcional cilindro 3.....	93
2.5 EVALUACION DE MODELOS FUNCIONALES	94
2.7 DISEÑO DEL PANEL DE CONTROL.....	98
2.7.1 Selección de la Tarjeta de Control.....	98
2.7.2 Membrana de Funciones.	100
2.7.3 Diseño Display.....	102
3. COMUNICACIÓN	105
3.1 ISOMETRIA MODELO FINAL 3D-6.....	105
3.1.1 Parte 1. Tapa 1	107
3.1.4 Parte 4. Tapa 2	110
3.1.5 Parte 5. Tapa 3.....	111
3.1.6 Parte 6. Manguera	112
3.1.7 Parte 7. Estructura.....	113
3.1.8 Parte 8. Contenedor.....	114
3.1.9 Parte 9. Panel de control	115
3.1.10 Parte 10. Motor	116
3.1.11 Parte 11. Soporte Motor.....	117
3.1.12 Parte 12. Acople	118
3.1.13 Parte 13. Contenedor 2.....	119
3.2 DISEÑO DE LA IMAGEN DEL PROTOTIPO.....	120

3.2.1 Selección del nombre. 3D-6.....	120
3.2.2 Selección de los colores.	120
3.2.3 Diseño del logotipo.	120
3.2.4 Prueba de color.....	122
3.2.5 Logotipo.	122
4. CALCULOS	123
4.1 FUERZAS Y ESFUERZOS MODELO 3D-6.....	123
4.1.1 Calculo de esfuerzo cortante para Barra AB.....	124
4.1.2 Torsión del eje del cepillo (sección 3.1.2)	126
5. CONSTRUCCIÓN.....	130
5.1.1 Diagrama de proceso de la estructura.	131
5.2.2 Diagrama de proceso de los elementos de soporte y acople del motor...	132
5.2.3 Diagrama de proceso de los elementos del principio de desmucilaginado.	133
5.2.4 Diagrama de proceso de la selección y construcción del panel de control.	134
5.2. Diagrama de proceso de ensamble modelo 3D-6.....	135
5.2 COSTO DE FABRICACION.....	136
6. CONCLUSIONES	137
7. RECOMENDACION.....	138
BIBLIOGRAFIA.....	139
CONSULTAS INTERNET	141
ANEXOS.....	145

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Presupuesto.....	9
Tabla 2. Medición de frutos del Cacao.....	14
Tabla 3. Medición de las almendras de cacao.....	16
Tabla 4. Composición química de las almendras de cacao.....	17
Tabla 5.Características Químicas del mucílago.....	19
Tabla 6.Tabla de ingresos dentro de la cadena productiva	31
Tabla 7. Componentes de la maquinaria agrícola existentes en términos generales	36
Tabla 8. Algunos valores de las dimensiones Antropométricas en la población laboral masculina (todos lo valores en mm).....	37
Tabla 9.Condiciones climáticas.....	41
Tabla 10. Requerimientos.....	43
Tabla 11. Escala de valoración de la alternativa.....	62
Tabla 12. Valoración de alternativas contra requerimientos	62
Tabla 13. Descripción componentes. Modelo 1. Mesa Vibratoria	65
Tabla 14. Componentes Modelo 2. Centrifuga.....	68
Tabla 15.Componentes del Dispositivo de Accionamiento	81
Tabla 16.Características físicas de los frutos y al almendras utilizados en la prueba	82
Tabla 17.Componentes de Modelo Funcional 1.....	85
Tabla 18.Observaciones de la prueba 1	86
Tabla 19. Resultados Prueba Modelo Funcional cilindro 1	87
Tabla 20.Componentes Cilindro 2.....	89
Tabla 21.Observaciones de la prueba 2	90
Tabla 22.Resultados Prueba Modelo Funcional 2.	91
Tabla 23. Observaciones de la prueba 3	93
Tabla 24.Resultados Prueba Modelo Funcional 3.	93

Tabla 25. Valoración de Modelos contra requerimientos.	94
Tabla 26. Tabla Distribución de conexiones	101
Tabla 27. Descripción piezas principales	105
Tabla 28. Datos.....	123
Tabla 29. Costos de fabricación.....	136

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 .Análisis del trabajo realizado en la cosecha del cacao mediante un muestreo de la actividad.	26
Figura 2.Muestreo de la actividad de beneficio del cacao.	38
Figura 3.Vista lateral del cuerpo dela mantis. Fuente: Sistemática y Biología de los Insectos. Primera edición Madrid 1973. 128p	47
Figura 4.Vista lateral del cuerpo de la mantis modificada por el autor. Fuente: Sistemática y Biología de los Insectos. Primera edición Madrid 1973. 128p	48
Figura 5.Simplificación del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor.....	48
Figura 6.Simplificación del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor.....	48
Figura 7.Gradación de color del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor	49
Figura 8.Vista superior. Alternativa 1	55
Figura 9.Vista superior. Alternativa 1	55
Figura 10.Isometría. Alternativa 1	56
Figura 11.Isometría. Alternativa 2	57
Figura 12.Isometría. Detalle de los pines. Alternativa 2.....	57
Figura 13.Vista lateral. Alternativa 3.	58
Figura 14. Isometría. Alternativa 3.	58
Figura 15. Vista lateral. Alternativa 4	59
Figura 16. Isometría. Alternativa 4	59
Figura 17. Vista lateral. Alternativa 5	60
Figura 18. Isometría. Alternativa 5	60
Figura 19. Vista superior. Alternativa 6	61
Figura 20. Vista lateral. Alternativa 6	61
Figura 21. Isometría. Alternativa 6	61
Figura 22. Contenedor cilíndrico. Modelo 3D - 1.....	69
Figura 23.Ubicación del usuario.....	69

Figura 24. Vista lateral. Modelo 3D - 1.....	70
Figura 25.Isometría. Modelo 3D - 1	70
Figura 26.Isometría en corte longitudinal.....	71
Figura 27.Vista lateral derecha	71
Figura 28.Ubicación del usuario.....	72
Figura 29.Ubicación del usuario.....	72
Figura 30.Isometría. Modelo 3D - 3	73
Figura 31.Vista lateral derecha en corte	73
Figura 32.Isometría. Modelo 3D - 3	74
Figura 33.Isometría. Modelo 3D - 3	74
Figura 34.Isometría modelo 3D - 4	75
Figura 35.Vista superior.....	75
Figura 36.Vista lateral derecha	76
Figura 37.Vista lateral derecha	76
Figura 38. Isometría. Modelo 3D- 5	77
Figura 39. Vista superior. Modelo 3D - 5	77
Figura 40.Isometría. Modelo 3D - 6	78
Figura 41.Corte longitudinal.....	78
Figura 42.Detalle del motor y el eje con fibras	79
Figura 43.Modelo 3D -6. Sin estructura	79
Figura 44. Vista superior. Dispositivo de accionamiento.....	80
Figura 45.Dispositivo de Accionamiento	80
Figura 46.Malla en columnas Malla en zig – zag	88
Figura 47. Dimensiones del contenedor cónico	96
Figura 48. Esquema del funcionamiento eléctrico y electrónico de la tarjeta de control	99
Figura 49. Diagrama de conexiones de la membrana de funciones	101
Figura 50.Vista frontal.....	102
Figura 51. Isometría.....	102
Figura 52.Vista frontal.....	103

Figura 53. Vista lateral	103
Figura 54. Isometría. Botón de inicio	104
Figura 55. Vista frontal. Botón de inicio	104
Figura 56. Modulo	104
Figura 57. Isometría. Corte longitudinal. Modelo 3D-6.....	106
Figura 58. Gradación de color del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor	120
Figura 59. Geometrización de siluetas de la mantis	120
Figura 60. Evolución de la forma	121
Figura 61. Modulo	121
Figura 62. Alternativas logotipo.....	121
Figura 63. Prueba de color	122
Figura 64. Logotipo	122
Figura 65. Diagrama de fuerzas.....	123
Figura 66. Componentes sobre las barras.....	124
Figura 67. Barra AB	125
Figura 68. Vista lateral del motor con el acople y el eje de aluminio.....	126
Figura 69. Vista lateral en explosión. Modelo 3D - 6.....	130

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Muestras de frutos de cacao.	14
Fotografía 2. Semilla o almendra de cacao.	15
Fotografía 3. Corte longitudinal de una almendra.	15
Fotografía 4. Medición almendras.....	16
Fotografía 5. Almendra cubierta por mucilago.	18
Fotografía 6. Corte transversal de una almendra con mucilago.	18
Fotografía 7. Caja de fermentación.....	22
Fotografía 8. Metodo para abrir la cacota.	23
Fotografía 9. La cacota en el árbol.	24
Fotografía 10. Corte de la cacota.	24
Fotografía 11. Corte de la cacota.	25
Fotografía 12. Desgrullado.	25
Fotografía 13. Almendras con mucilago en contenedor plástico.....	27
Fotografía 14. soleras en el techo de las casas	28
Fotografía 15. Fruto enfermo.	30
Fotografía 16. Vista superior de la mantis.	49
Fotografía 17. Detalle del tórax y la cabeza.....	50
Fotografía 18. Detalle de la cabeza.	51
Fotografía 19. Vista lateral. Mesa vibratoria	65
Fotografía 20. Isometría. Modelo 1. Escala: 1:10	66
Fotografía 21. Detalle del contenedor y la estructura	67
Fotografía 22. Vista superior. Modelo 2. Escala: 1:10	67
Fotografía 23. Vista lateral Dispositivo de accionamiento.....	81
Fotografía 24. Vista posterior. Dispositivo de accionamiento	81
Fotografía 25. Muestras de cacao	82
Fotografía 26. Cacota en corte longitudinal	82
Fotografía 27. Almendras con mucilago	83
Fotografía 28. Detalle de la malla	84

Fotografía 29. Detalle tambor de malla.....	84
Fotografía 30. Modelo 1 acoplado al dispositivo.....	84
Fotografía 31. 200gr de almendras con mucilago dentro de contenedor.....	85
Fotografía 32. Tambor de malla cargado.....	85
Fotografía 33. Almendras adheridas al tambor.....	86
Fotografía 34. Mucilago después de la prueba.....	87
Fotografía 35. Mucilago extraído.....	87
Fotografía 36. Tambor en lámina perforada de forma circular.....	88
Fotografía 37. Detalle del contenedor.....	88
Fotografía 38. Detalle del acople del contenedor al dispositivo.....	89
Fotografía 39. Mucilago en el contenedor después de la prueba.....	91
Fotografía 40. Almendras desmucilaginasadas.....	91
Fotografía 41. Cepillos de eje cilíndrico cerdas de polipropileno.....	92
Fotografía 42. Vista superior Modelo 3.....	92
Fotografía 43. Acople del eje con el dispositivo de accionamiento.....	92
Fotografía 44. Torneado contenedor cónico.....	96
Fotografía 45. Vista superior. Modelo 3D-5.....	97
Fotografía 46. Fractura del contenedor cónico durante las pruebas.....	97
Fotografía 47. Tarjeta de control P1-1101.....	98
Fotografía 48. Detalle de la tarjeta de control.....	98
Fotografía 49. Membrana de Funciones.....	100
Fotografía 50. Cinta de datos.....	100
Fotografía 51. Construcción carcasa.....	103
Fotografía 52. Mantis fuente: wikipeda.....	146

RESUMEN

TITULO: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE PERMITA LA SEPARACIÓN DE LAS ALMENDRAS Y EL MUCÍLAGO CONTENIDO EN EL FRUTO DE CACAO*

AUTOR: ELKIN GARCÉS PORTILLA**

PALABRAS CLAVES: Cacao, Desmucilaginado, Máquina, Almendras

DESCRIPCION

El proyecto de grado: Diseño y fabricación de un sistema prototipo que permita la separación de las almendras y el mucílago contenido en el fruto de cacao. Está sustentado en una investigación previa de las características morfológicas del fruto del cacao y en la realización de pruebas con principios mecánicos de separación de elementos como: centrifugado, vibración y abrasión.

Actualmente no existe un sistema que aproveche el mucilago de la cacota, tan solo se aprovecha del 10% - 15% del fruto que corresponde a las almendras del cacao, la cáscara y mucílago se consideran desperdicio. Plantear el aprovechamiento industrial del mucilago justificaría el cambio en los procesos tradicionales y la inversión económica que requeriría el nuevo sistema.

Se busca perfeccionar la primera parte del proceso de beneficio del cacao y presentar un punto de partida para los futuros desarrollos tecnológicos de los procesos de cosecha y beneficio, sustentados en el aprovechamiento económico de la totalidad del fruto.

Para este proyecto se utilizo como referencia el cultivo y los procesos efectuados al cacao en la finca la esmeralda, vereda Galanes municipio de Rionegro Santander.

El proyecto se limito al desarrollo de un prototipo mecánico de desmucilaginado por abrasión de 2kg / minuto de almendras de cacao en baba, es decir con el mucilago fresco.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánica. Escuela de Diseño Industrial. Director. ASDRUBAL FAJARDO

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND FABRICATION OF A PROTOTYPE SYSTEM THAT ALLOWS THE SEPARATION OF ALMOND AND MUCILAGE CONTENT IN FRUIT OF COCOA*

AUTHOR: ELKIN GARCÉS PORTILLA**

KEY WORDS: Cocoa, Desmucilaginado, Machine, Almonds

DESCRIPCION:

The degree project: Design and fabrication of a prototype system that allows the separation of the almonds and the mucilage contained in the cacao fruit. Is supported in an earlier investigation of the morphological characteristics of cocoa beans and the testing of mechanical principles of separation of elements such as spinning, vibration and abrasion.

There is currently no system to take advantage of the mucilage of Cacota, only takes advantage of 10% - 15% of the fruit which corresponds to the cocoa beans, shell and mucilage are considered waste. Raising the industrial utilization of mucilage justify the change in traditional and economic investment that would require the new system.

It seeks to perfect the first part of the benefits of cocoa and provide a starting point for future technological developments of the harvest and benefit processes, supported by the economic interests of the whole fruit.

This project was used as the reference crop and the processes carried out on the farm cocoa emerald, sidewalk Galanes town of Rionegro Santander.

The project was limited to the development of a prototype mechanical abrasion desmucilaginado by 2kg per minute of cocoa beans in slime, ie the mucilage.

* Graduation Project

** Physic-mechanical Engineer faculty. Industrial Design school. Director. ASDRUBAL FAJARDO

INTRODUCCION

A continuación se presenta el proyecto de grado *Diseño y fabricación de un sistema prototipo, que permita la separación de las almendras y el mucílago contenido en el fruto de cacao.*

Con el cual se busca perfeccionar una parte del proceso de beneficio y presentar un punto de partida para el mejoramiento tecnológico de los procesos de cosecha y beneficio cacao basados en el aprovechamiento futuro de la totalidad del fruto.

Para este proyecto se utilizo como referencia el cultivo y los procesos efectuados al cacao en la finca la esmeralda, vereda Galanes municipio de Rionegro Santander.

El proyecto se limita al desarrollo de un prototipo que permita el desmucilaginado de 2kg / minuto de almendras de cacao en baba, es decir con el mucilago fresco.

A. TITULO DEL PROYECTO

Diseño y fabricación de un sistema prototipo, que permita la separación de las almendras y el mucílago contenido en el fruto de cacao.

B. ORIGEN DEL PROYECTO

El ser humano siempre ha buscado el máximo rendimiento de sus cultivos, generando los procesos necesarios para el desarrollo y la conservación de su vida, ha requerido transformar la agricultura en su beneficio optimizando los procesos productivos.

El cacao (nombre científico: *Theobroma cacao*) es un arbusto tropical, del cual se aprovechan las almendras contenidas en las cacas, como materia prima en la industria de la confitería, el chocolate, los cosméticos y los fármacos.

“En el mundo aproximadamente 20 millones de personas dependen directamente del cultivo de cacao en minifundios de superficie inferior a 5 Hectáreas.”¹

“En Colombia, el contexto en cifras para el año 2002 es de aproximadamente 99 mil hectáreas cultivadas, localizadas en 23 departamentos con una producción de 34 mil toneladas, que reúne a pequeños cultivadores de economía campesina con unidades de cultivo de aproximadamente 3.3 hectáreas con producciones promedio de 410 Kg/Ha, con un bajo nivel tecnológico en sus cultivos.”²

“El censo cacaotero de 1998, determino que la tecnología empleada se encuentra en un nivel bajo en el 78% de las fincas cacaoteras, donde solo se realizan labores básicas recolección, control de malezas y poda. El 22% de las fincas cacaoteras se encuentran en niveles medios de tecnología.”³

Santander (mayor cultivador con cerca del 46% de la producción nacional), las zonas productoras se encuentran en la vertiente occidental de la cordillera oriental o región de los Yariguies que comprende los municipios de San Vicente de Chucuri, el Carmen de Chucuri, Landázuri, el Playón y Rionegro.

Actualmente existe todo tipo de tecnología en uso o en desarrollo para los procesos de postcosecha (secado de almendras, descascarado, tostado etc.), todo tipo para la transformación de las almendras en las diferentes materias primas y muchos esfuerzos para el mejoramiento genético de la planta de cacao.

¹ www.eufic.org

² www.corpoica.gov.co

³ www.fedecacao.com.co

Pero los procesos iniciales de cosecha del cacao (Desgrullado⁴ – Desmucilaginado⁵) de los cuales depende en gran medida la calidad del grano no involucran ningún desarrollo tecnológico.

La inquietud de los cultivadores de cacao de la región de los Yariguies por aprovechar el mucilago del cacao da origen al desarrollo de este proyecto.

⁴ Que es desgrullar? partir la cacota con machete sostenida sobre la mano, sacar las almendras del fruto con los dedos y descartar la cáscara

⁵ Que es desmucilagar? las almendras del cacao están recubiertas de una gel de color blanco rica en azúcares, retirar parte de esta gel se llama desmucilagar.

C. JUSTIFICACION

Al realizar la separación del mucílago de las almendras, el campesino realiza movimientos repetitivos que le generan microtraumatismos que se manifiestan en dolor en la espalda, brazos y hombros. Las herramientas que actualmente se utilizan provocan problemas que se manifiestan en cansancio, lesiones y accidentes. Por tal razón se hace necesario realizar un mejoramiento de este proceso.

Actualmente no existe un sistema que aproveche el mucilago de la cacota, tan solo se aprovecha del 10% - 15% del fruto que corresponde a las almendras del cacao, la cáscara y mucílago se consideran desperdicio. Plantear el aprovechamiento industrial del mucilago justificaría el cambio en los procesos tradicionales y la inversión económica que requeriría el nuevo sistema.

En Colombia existe una cadena consolidada del cultivo, producción y comercialización del cacao. El cacao en grano es la materia prima para las industrias confitera, productora de de chocolate, de cosméticos y farmacéutica, por lo cual este proyecto no solo se beneficiara el agricultor sino también la respectiva cadena.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y fabricar de un sistema prototipo, que permita la separación de las almendras y el mucílago contenidos en el fruto de cacao.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diseñar un sistema prototipo que permita desmucilaginar (separar almendras y mucílago) 2 kilogramos por minuto de almendras de cacao.
2. Limitar el costo del sistema a un valor aproximado equivalente a la maquinaria agrícola existente (\$1.000.000 – \$2.000.000 pesos) acorde con la capacidad de inversión de los cultivadores promedio de cacao.
3. Controlar la cantidad de mucílago que se le retira a las almendras para permitir un proceso de fermentación óptimo.
4. Diseñar con los materiales necesarios que permitan un aséptico desmucilaginado
5. Construir un modelo funcional en los materiales más cercanos a los reales.
6. Proponer un sistema que disminuya el número de operaciones que debe realizar el operario.
7. Crear el desmucilagador con la suficiente versatilidad que permita utilizar los recursos energéticos disponibles de la finca.
8. Proponer un proceso de fabricación de poca complejidad con los recursos tecnológicos de la región, utilizar piezas estándar y disminuir el número de componentes del sistema para de esta forma facilitar el ensamble y el mantenimiento.
9. Controlar el peso total del sistema a no mayor a 40 Kilogramos para permitir la movilidad del modulo.

E. METODOLOGIA PROYECTUAL

Fundamentándose en la formación académica de la escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y en la metodología propuesta en los libros: Métodos de Diseño (Estrategias para el diseño de productos) del autor Nigel Cross y el Diplomado de ergonomía para el diseño, modulo I; Documento desarrollado por David Sánchez en México.

Se plantea la metodología de este proyecto que consta de cuatro partes principales dirigidas a la etapa diseño del sistema y una quinta dedicada a la construcción del prototipo de desmucilagador de cacao.

Exploración:

- Estructuración.
- Recopilación de información.
- Análisis de la información recopilada y requerimientos.

Generación:

- Diseño.

Evaluación:

- Comprobación técnica.
- Simulación ergonómica para medir el grado de confiabilidad en el nuevo sistema de obtención de las almendras y el mucílago.
- Etapa de correcciones.

Comunicación:

- Planos y cálculos del MODELO final.

Construcción o fabricación:

- Fabricación del prototipo experimental de desmucilagador.

F. LÍMITE Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El proyecto se limita a diseñar un sistema prototipo que permita el desmucilaginado de las almendras contenidas en el fruto del cacao (cacota).

Centrándose en el diseño y fabricación de un desmucilagador experimental para una cantidad (2 kg/ minuto, de almendras desgrulladas), que permita un posterior diseño de desmucilagador industrial que cubra la producción de un cultivo de cuatro hectáreas de cacao en sus picos de producción que es de a aproximadamente 420 kilos⁶ de almendra desgrullada.

La información de campo, simulaciones e intervenciones ergonómicas se realizarán en el municipio de Rionegro Santander vereda Galanes, por ser un centro importante para el desarrollo del cultivo de cacao y por su proximidad a Bucaramanga sitio de desarrollo y construcción de este proyecto.

⁶ www.fedecacado.org. Promedio de producción para el año 2002 en la zona de los Yariguies.

Basados en el alcance y tiempo de ejecución del proyecto se plantea el siguiente presupuesto:

Tabla 1.Presupuesto

ETAPA DEL PROYECTO		COSTO
EXPLORACION	1. Estructuración	320.000
	- Planteamiento- Ubicación - Justificación Definición	
	2. Recopilación de información	480.000
	- Consultas Bibliográficas e Internet	
	- Entrevistas en zonas de cultivo	
	- Intervención ergonómica	
	- Características del cacao	
	- Información general del tema	
3. Análisis de la información recopilada	250.000	
4.Requerimientos		
GENERACION	5. Diseño	530.000
	- Modelos 2D – 3D	
	- Diseño en detalle	
	- Construcción de prototipos	
EVALUACION	6. Comprobación técnica	120.000
	- verificación del funcionamiento	
	7. Simulación ergonómica para medir el grado de confiabilidad en el nuevo sistema	120.000
	8. Etapa de correcciones	370.000
COMUNICACION	9.Construcción del sistema final	280.000
	10.Presentación de la propuesta	120.000
	11.Imprevistos 20%	370.000
	Total	2.960.000

1. EXPLORACION

1.1 ESTRUCTURACION

1.1.1 Planteamiento del problema.

El problema surge de la inquietud de los cultivadores por mejorar los sistemas de cosecha del cultivo del cacao y el cómo aprovechar la totalidad del fruto, en especial mucílago del cacao para producir productos como bebidas, mermeladas o licores.

Este posible aprovechamiento requiere del desarrollo de una forma técnica de separación del mucílago de la almendra en la misma finca.

1.1.2 Ubicación del problema.

El problema es de índole global, en especial de los países ecuatoriales en los cuales se cultiva el cacao, materia prima para la industria del chocolate, farmacéuticos y cosméticos. Los países cultivadores cuentan con condiciones socio-económicas similares entre sí, esto los convierte en potenciales receptores de los desarrollos que puedan surgir de este proyecto.

En Colombia el cultivo del cacao se viene promoviendo como una alternativa sostenible para el sustituir cultivos ilícitos. Aumentar el valor agregado de este cultivo se convertiría en otro punto para su promoción y desarrollo.

El departamento de Santander es el mayor cultivador de Cacao en Colombia la región de los Yariguies, en donde se encuentran los municipios de San Vicente, el Carmen, Landázuri y Rionegro.

El proyecto se desarrollara en el municipio de Rionegro – Santander dada la proximidad con Bucaramanga y por su tradición cacaotero.

1.1.3 Justificación del problema.

El proyecto tiene su justificación en el desarrollo sistemas de cosecha que permitan el aprovechamiento del mucilago del fruto. Fundamentadas en factores ergonómicos que permitan disminuir los traumatismos en la columna vertebral, los miembros superiores en especial la seguridad de dedos y manos.

Económicamente, el aprovechamiento del mucilago incrementaría la rentabilidad del cultivo.

1.1.4 Definición del problema.

Diseñar un sistema que mejore el proceso desmucilaginado en la cosecha del fruto de cacao, planteando un prototipo de desmucilagador como punto de partida para la construcción del sistema.

1.2 INVESTIGACION

Se efectuó la siguiente investigación con el fin determinar si existe algún producto que de solución al problema planteado .Se realizaron Consultas bibliográficas e Internet, entrevistas y visitas de campo.

Información con la cual efectuamos el siguiente resumen que permite manejar un contexto, sacar conclusiones y fijar los requerimientos de diseño.

1.2.1 Historia del Cultivo del cacao.

El cacao ya era cultivado por los mayas hace más de 2500 años. De hecho para encontrar el significado de la palabra cacao hemos de recurrir a la lengua maya:

- cac que en lengua maya quiere decir rojo (en referencia al color de la cáscara del fruto)

- cau que expresa la idea de fuerza y fuego.

Los aztecas aprendieron de los mayas el cultivo y el uso del cacao. Llamaban cacahuat” al cacao y “xocolatl” la bebida aromática que se obtenía de sus frutos.

El chocolate se hace popular en Europa hasta el inicio del siglo XIX gracias a la aparición de la industria chocolatera, que descubre como separar la parte aceitosa de la pasta de cacao (la manteca de cacao), operación que deja unos polvos secos y solubles en agua o leche (cacao en polvo).

1.2.1.1 El Cacao en Colombia.

Según Fedecacao a comienzos del siglo XIX surgieron los primeros intentos para cultivar sistemáticamente el cacao en Colombia.

“En Antioquia los primeros esfuerzos fructíferos por cultivar el cacao se hicieron en los alrededores de Santa Fe de Antioquia. Pero lo impropio del terreno junto con la maligna peste de la "escoba de bruja", arruinaron a muchas familias que habían llegado a disfrutar de una buena posición gracias al cacao.”⁷

⁷ www.fedecacao.com.co

Para estos años el consumo de chocolate no se había generalizado y el agua de panela era una de las bebidas más acostumbradas.

A finales del siglo XIX, Colombia producía unas 6.000 toneladas de cacao⁸. A pesar de los distintos problemas que enfrentaron los agricultores, el chocolate como bebida se integró poco a poco a la vida diaria y creó toda una cultura a su alrededor.

Por entonces, el chocolate estaba reservado a los más acomodados. Era raro encontrarlo en la ración alimenticia de un peón, y en Antioquia era muy acostumbrado mezclarlo con harina de maíz.

Según cifras de Fedecacao para el año 2002, en Colombia se cultivan 100.000 hectáreas que producen unas 39.000 toneladas anuales. Esta cifra, sin embargo, no cubre la demanda de la industria nacional que asciende a 47.000 toneladas.

La Compañía Nacional de Chocolates, por ejemplo, compra unas 25.000 toneladas al año, de las cuales 19.000 las adquiere en Colombia y 6.000 en el exterior, especialmente en Ecuador. También ha comprado en México, Indonesia y República Dominicana.

Todo indica que el cultivo de cacao en Colombia continuará creciendo pues se sabe que hay nuevos proyectos de siembras en los Santanderes, Huila, Meta, Arauca, Putumayo, Antioquia y Cundinamarca.

En este proceso según la revista dinero ha contribuido la participación de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). “USAID transfiere recursos para la sustitución de cultivos mediante el Plan Colombia.

Este programa ha permitido financiar 5.216 hectáreas nuevas de cacao que beneficiarán a 2.417 campesinos de 25 municipios del país.”⁹

Al mismo tiempo han surgido otras iniciativas que contemplan al cacao como una alternativa sostenible para el desarrollo del campo.

1.2.2 Características de la cacota o fruto, almendras y mucílago del cacao.

Con el objetivo de conocer el fruto del cacao, sus diferentes partes, la morfología del fruto y de las almendras, las características químicas del mucilago, se realiza una visita de campo a la finca la Esmeralda del municipio de Rionegro – Santander, para extraer muestras de una hectárea de cacao (*fotografía 1*).

De 21 arbustos diferentes, seleccionadas por el cultivador bajo el criterio de madures del fruto.

⁸ www.fedecacao.com.co

⁹ www.dinero.com/wf_InfoArticulo

1.2.2.1 Características físicas de la cacota.



Fotografía 1. Muestras de frutos de cacao. Fuente: el autor

Tabla 2. Medición de frutos del Cacao.

	CACOTA			CONTENIDO DE ALMENDRAS			
	Peso	Ø Mayor	Ø menor	Nº almendras	Peso	Ø Mayor	Ø menor
1	670 gr	273 mm	112 mm	41	285 gr	27 mm	16 mm
2	420 gr	220 mm	94 mm	37	237 gr	26 mm	18 mm
3	390 gr	212 mm	83 mm	27	110 gr	27 mm	17 mm
4	534 gr	228 mm	101mm	41	245 gr	28 mm	16 mm
5	581 gr	269 mm	121mm	36	295 gr	25 mm	15 mm
6	401 gr	220 mm	94 mm	34	237 gr	24 mm	16 mm
7	362 gr	193 mm	120 mm	37	134 gr	27 mm	18 mm
8	475 gr	236 mm	137 mm	45	267 gr	27 mm	16 mm
9	471 gr	254 mm	115 mm	45	285 gr	27 mm	15 mm
10	322 gr	201 mm	97 mm	37	237 gr	26mm	16 mm
11	293 gr	193 mm	86 mm	30	110 gr	27 mm	16 mm
12	335 gr	209 mm	109 mm	41	245 gr	27 mm	16 mm
13	582 gr	241 mm	128 mm	52	295 gr	27 mm	16 mm
14	305 gr	205 mm	98 mm	39	237 gr	25 mm	16 mm
15	263 gr	175 mm	125 mm	32	134 gr	27 mm	16 mm
16	576 gr	218 mm	139 mm	42	267 gr	27 mm	17mm
17	462 gr	293 mm	140 mm	37	134 gr	27 mm	16 mm
18	575 gr	316 mm	157 mm	46	267 gr	27 mm	16 mm
19	671 gr	294 mm	135 mm	45	285 gr	27 mm	16 mm
20	422 gr	301 mm	107 mm	38	237 gr	27 mm	16 mm
21	570 gr	293 mm	119 mm	44	285 gr	24 mm	15 mm

Fuente: El autor

1.2.2.2 Características físicas de la Semilla o almendra de cacao.

Las características físicas y químicas de las semillas de cacao (*fotografía 2*) y de sus subproductos son muy complejas, cambiando a lo largo del crecimiento del grano, y dependiendo del proceso al cual éste es sometido.



Fotografía 2. Semilla o almendra de cacao. Fuente: El autor

Cada semilla consta de dos cotiledones (*Fotografía 3*) y del pequeño embrión de la planta, todos cubiertos por la piel (cáscara). Los cotiledones almacenan el alimento para el desarrollo de la planta y dan lugar a las dos primeras hojas de la misma cuando la semilla germina.



Fotografía 3. Corte longitudinal de una almendra. Fuente: El autor

La almendra contiene grasa, conocida como manteca de cacao, que conforma casi la mitad del peso seco de la semilla. La cantidad de grasa y sus propiedades,

tales como su punto de fusión y dureza, dependen de la variedad de cacao y de las condiciones ambientales.

Las semillas son fermentadas en parte de su mucilago, lo que causa diversos cambios químicos tanto en la pulpa que las rodea como dentro de ellas mismas.

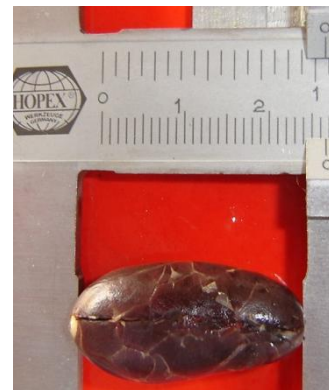
Esta fermentación produce un cambio de color y da el sabor del chocolate. Las almendras son secadas, empacadas y enviadas a la planta de procesamiento para ser dispuestas como materia prima para la producción de la masa de cacao, del cacao en polvo y de la manteca de cacao.

Las muestras de las almendras se utilizan para conocer sus dimensiones y sus pesos y se relacionan en la tabla siguiente.

Tabla 3. Medición de las almendras de cacao.

	Peso	Ø Mayor	Ø menor
1	5.6 gr	27 mm	16 mm
2	5.7 gr	26 mm	18 mm
3	7.1 gr	27 mm	19 mm
4	7.2 gr	28 mm	18 mm
5	5.3 gr	25 mm	15 mm
6	5.2 gr	24 mm	16 mm
7	6.7gr	28 mm	18 mm
8	6.2gr	27 mm	16 mm
9	5.6 gr	27 mm	16 mm
10	5.5 gr	27 mm	16 mm
11	5.7 gr	27 mm	16 mm
12	6.1 gr	27 mm	16 mm
13	6.2 gr	27 mm	16 mm
14	5.6 gr	26 mm	15 mm
15	5.7 gr	27 mm	16 mm
16	7.1 gr	27 mm	19 mm
17	5.2 gr	27 mm	16 mm
18	5.3 gr	27 mm	16 mm
19	5.2 gr	27 mm	16 mm
20	6.7 gr	27 mm	16 mm
21	6.2 gr	25 mm	17 mm

Fuente: El autor



*Fotografía 4. Medición almendras.
Fuente: El autor*

Todas las muestras se tomaron de una hectárea de cacao de 21 arbustos diferentes de la finca la esmeralda del municipio de Riónegro - Santander. Las cacotas fueron seleccionadas por el cultivador bajo el criterio de madures del fruto.

1.2.2.3 Composición Química de las almendras de cacao.

Algunos resultados del análisis de la composición química de los granos de cacao luego de su fermentación y secado son:

Tabla 4. Composición química de las almendras de cacao.

COMPONENTE	% Máximo de cotiledón (o grano sin cáscara)	% Máximo de cáscara
Agua	3.2	6.6
Grasa (manteca de cacao, grasa de la cáscara)	57	5.9
Cenizas	4.2	20.7
Nitrógeno		
Nitrógeno total	2.5	3.2
Teobromina	1.3	0.9
Cafeína	0.7	0.3
Almidón	9	5.2
Fibra cruda	3.2	19.2

Fuente: Agronomía Tropical 52(4): 497-506. 2002.

MORFOLOGÍA DE LOS FRUTOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO DE TRES ZONAS DEL ESTADO ARAGUA

Clímaco Álvarez - Elevina Pérez - Mary Lares

Profesores. Universidad Central de Venezuela
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Caracas. Venezuela

Conclusión:

Estos resultados dan una indicación acerca de la composición química del grano de cacao. No obstante, es necesario recordar que dicha composición variará dependiendo del tipo de grano, la calidad de la fermentación y secado y del posterior procesamiento del mismo.

1.2.2.4 Características Químicas del mucílago.

El mucilago es la cobertura de la semilla (*Fotografía 5,6*) para su protección y alimento dentro de la cacota. Su color es blanco, su consistencia gelatinosa y su sabor dulce.



Fotografía 5. Almendra cubierta por mucilago. Fuente: El autor.



Fotografía 6. Corte transversal de una almendra con mucilago. Fuente: El autor

El procedimiento indica que las mazorcas quebradas son desgrulladas para luego colocar los granos en los fermentadores para el drenaje del mucílago en un lapso de 3 a 5 horas, o varios días de acuerdo el procedimiento cultural de cada región.

Durante el proceso de beneficio de los granos del cacao, específicamente en las etapas del despulpado y escurrido, se pierde alrededor del 10 al 12 por ciento del peso total de la masa; es decir que por cada 100 Kg. Se desechan de 10 a 12 litros de mucílago por desconocimiento de una tecnología apropiada para su aprovechamiento y procesamiento industrial.

Usos del mucílago:

A partir del mucílago del cacao se pueden desarrollar mermeladas, jaleas, bases para bebidas refrescantes, helados, licores, vinagre y otros.

Se puede utilizar como complemento en la dieta de animales destinados a la producción de carne.

Tabla 5. Características Químicas del mucílago.

Índices de mucílago fresco de los frutos maduros de cacao.		
Código de Muestra	% Sólidos Solubles (SS)	pH
1	22,26 ± 0,10 c	3,06 ± 0,04
2	21,35 ± 0,56 bc	3,03 ± 0,07
3	20,68 ± 0,99 ab	3,04 ± 0,04
4	20,47 ± 0,03 ab	3,04 ± 0,05
5	19,89 ± 0,12 a	3,09 ± 0,01
Promedio	20,93 ± 0,94 c	3,05 ± 0,05 a

Fuente: Agronomía Tropical 52(4): 497-506. 2002

MORFOLOGÍA DE LOS FRUTOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL MUCÍLAGO DEL CACAO DE TRES ZONAS DEL ESTADO ARAGUA

Clímaco Álvarez - Elevina Pérez - Mary Lares

Profesores. Universidad Central de Venezuela
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Caracas. Venezuela

1.2.2.5 Conclusiones de las Características del fruto, almendras y mucílago del cacao.

- El fruto del cacao tiene variaciones considerables en su tamaño, en su color y en el contenido de almendras.
- El fruto madura durante todo el año, con picos de producción en marzo y noviembre, para la zona de Rionegro - Santander.
- Las almendras, independiente del tamaño de la cacota en la cual se encuentran contenidas presentan una forma y un tamaño más o menos homogéneo.
- Las almendras de tamaño similar pueden tener una variación en su peso debido al contenido de humedad y grasa.
- Las características físicas del mucílago varían desde un estado gelico en el momento de abrir la cacota hasta el líquido transcurrido un tiempo.
- Una característica, que se observa es la oxidación similar a la que presentan las manzanas, esta es una razón por la que excepto el machete con el cual se abre la cacota, todos los demás utensilios utilizados en la cosecha son de materiales no metálicos.
- El porcentaje de mucilago contenido en cada cacota es de aproximadamente el 10% de su peso total, pero se debe tener en cuenta que no se debe retirar la totalidad del mucilago por este es fundamental para el proceso de fermentación, el cual le da las características de oleofáticas al cacao.

1.2.2.6 Costos del cultivo.

Ver anexo A.

1.2.3 Investigación de los objetos y métodos actuales.

Con el objetivo de recopilar información que nos permita delimitar los requerimientos de diseño.

1.2.3.1 Objetos existentes para la cosecha del cacao.

No se encuentran objetos o utensilios o estructuras fabricadas con destinación única al cultivo del cacao generalmente se utilizan de acuerdo al cultivo a cosechar los mismos objetos. Las herramientas (el machete) presentan alguna modificación de acuerdo al usuario o las prácticas culturales de cada región en el momento de cosechar el cacao.

El machete corto, de unos 45 cm. de largó con una hoja afilada de forma redondeada (siguiendo la curva elíptica de las cacotas). Es la herramienta que muestra la mayor adaptación en la cosecha del cacao, el objetivo de esta modificación es no cortar las almendras en el momento de partir la cáscara de la cacota, porque las almendras partidas disminuyen su calidad y por lo tanto su precio.

Los recipientes en los cuales se recolectan las almendras una vez desgrulladas varían desde costales de fibras sintéticas o naturales (en la práctica observamos que sirven a la vez de filtros que permiten a la almendra destilar parte del mucílago mientras es transportado al lugar en donde será depositado para comenzar la fermentación), canastos tejidos o vasijas plásticas también sirven de recipientes para conservar las almendras.

Las almendras se depositan en un lugar bajo sombra en cajas de madera (*Fotografía 7*), o en pilas construidas en concreto para que inicie el proceso de fermentación, el cual detiene la germinación del embrión y le otorga las características aromáticas al cacao. El tiempo de fermentación varía y por lo tanto también sus características.



Fotografía 7. Caja de fermentación. Fuente: El autor

Proceso de fermentación: La fermentación puede caracterizarse como un proceso de dos etapas:

a. Una etapa de hidrólisis o alcohólica, en condiciones anaeróbicas, donde intervienen microorganismos como levaduras, que transforman el azúcar del mucilago en alcohol y anhídrido carbónico, a la vez que comienza a elevarse la temperatura. Conforme se produce el colapso de las células de la pulpa, hay penetración de aire y se favorece la oxidación del alcohol a ácido acético, con la intervención de bacterias inoculadas por los insectos denominados mosquitos del guarapo.

El ácido acético provocó la muerte del embrión y de las almendras al penetrar en el tejido cotiledonar su vez la permeabilidad de las paredes celulares, permitiendo la interdifusión de los componentes del jugo celular. Así, las enzimas se ponen en contacto con los polifenoles y proteínas y se inician las reacciones hidrolíticas que dan lugar a cambios de color y provocando el inicio de la formación de los precursores del sabor a

chocolate. Toda esta fase hidrolítica ocurre a temperaturas cercanas a 45 °C y con pH de 4,0 a 5,0.

b. La etapa de oxidación se inicia inmediatamente cuando hay mayor oxígeno. Consiste esencialmente en la oxidación y condensación de los compuestos químicos. Paralelamente con la condensación oxidativa, disminuye el contenido de humedad, hasta el punto en que la falta de agua detiene la actividad enzimática. Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones durante la fase de condensación oxidativa, el color de la superficie de las almendras se vuelve pardo y esto se realiza en toda la almendra, conforme se inicia el secado y se facilita la penetración del oxígeno al interior del cotiledón.

1.2.3.2 Análisis de los métodos.

Se realizó una exploración visual, en la misma topografía de los cultivos, específicamente en la finca la esmeralda ubicada en la vereda Galanes del municipio de Riónegro Santander.

La forma en la que cosechan el fruto del cacao (cacota), como la cortan, la forma en que la abren sobre la mano (*Fotografía 8*), como extraen las almendras (semillas) en vueltas en el mucílago con los dedos (desgrullar), la forma en la cual desmucilaginan el cacao en unas cajas de madera durante 3 a 4 días dando vueltas para que la fermentación sea por igual.



Fotografía 8. Metodo para abrir la cacota. Fuente: el autor

Las cacotas vacías son ubicadas en arrumes dentro de el mismo cultivo, y el mucílago es desperdiciado.

1.2.3.3 Formas de recolección de las cacotas.

La cosecha se realiza de forma familiar o con la ayuda de dos o tres obreros y de forma consecutiva en forma de cadena, es decir los más experimentados desprenden la cacota del árbol (*fotografía9*).



Fotografía 9. La cacota en el árbol. Fuente: El autor

La soportan sobre la mano (*Fotografía 10*) y con dos o tres cortes diagonales con un machete corto rompen y desprenden una parte de la cáscara (*Fotografía11*), se le da a una persona que con las manos termina de abrir la cacota y con los dedos desgrullar las semillas de cacao (*Fotografía 12*), la cáscara se deposita en montones dentro del mismo cultivo, esta práctica de amontonar, genera hongos y bacterias que pueden degenerar en enfermedades para los arbustos de cacao



Fotografía 10. Corte de la cacota. Fuente: El autor



Fotografía 11. Corte de la cacota. Fuente: El autor



Fotografía 12. Desgrullado. Fuente: El autor

En este punto termina el proceso de la cosecha del cacao e inicia el beneficio del mismo con el desmucilaginado y la fermentación.

1.2.7.3 Diagrama del proceso de cosecha.

El proceso de cosecha inicia con el corte del fruto del arbusto de cacao y termina con el depósito de las almendras desgrulladas en los contenedores rectangulares para el desmucilaginado natural por gravedad y temperatura; de ahí en adelante inicia el proceso de beneficio del caco.

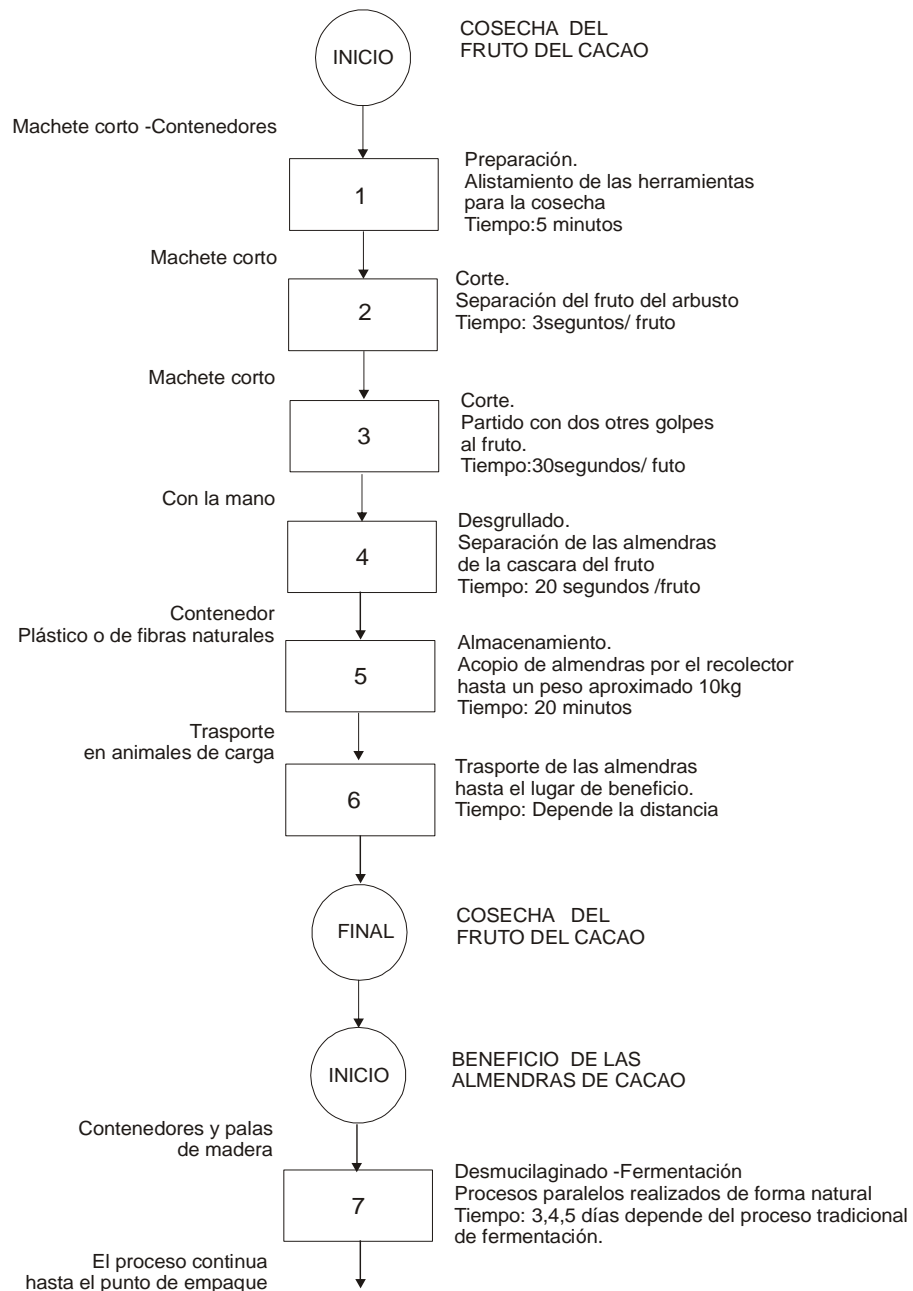


Figura 1 .Análisis del trabajo realizado en la cosecha del cacao mediante un muestreo de la actividad.

1.2.3.4 Tratamiento de las semillas del cacao.

Una vez recogidas las semillas del cacao, se inicia el proceso de preparación, conocido con el nombre de beneficio del cacao, que da como resultado la materia prima a partir de la cual la industria chocolatera elaborará los derivados del cacao y como un sub producto poco aprovechado el mucilago.

Las semillas de cacao recubiertas de mucilago son llevadas en recipientes no metálicos (*Fotografía 13*) hasta un lugar de la finca (generalmente a beneficiaderos de múltiples propósitos de acuerdo a la cosecha) en donde son depositados en cajas de madera de aproximadamente 1m³ con una ranura central que sirve como salida del mucilago, que se desprende por acción natural y se filtra por gravedad...véase el numeral 1.2.3.1....



*Fotografía 13. Almendras con mucilago en contenedor plástico.
Fuente: El autor*

Las semillas son paleadas (les dan vuelta cada seis, ocho o veinticuatro horas con una pala de madera...véase el numeral 1.2.3.1 fotografía 7...), para que el proceso de fermentación sea uniforme y que el exceso de mucilago sea evacuado. Esta parte del proceso dura entre tres y seis días dependiendo de las condiciones climáticas y tradicionales de cada región en el beneficio del cacao.

Las semillas son tendidas al sol para comenzar el secado en piso o en zarzos contruidos sobre soleras en el techo de las casas (*Fotografía 14*), la duración de este proceso también depende de las condiciones climáticas pero puede tardar hasta 15 días.



Fotografía 14. soleras en el techo de las casas .Fuente: El autor

1.2.3.5 Sistemas de separación de las almendras.

Según la federación nacional de cacaoteros la tecnología predominante empleada en el cultivo es catalogada como de nivel bajo.

La selección y clasificación de las almendras secas se realiza de forma manual, generalmente por mujeres y niños, se retiran las impurezas, las semillas rotas o deficientes y se clasifican los granos de cacao en función de su tamaño.

La última fase es la del envasado, en sacos de papel o de yute. Las semillas del cacao ya están listas para ser enviadas a la industria chocolatera.

1.2.4 Cadena de comercialización del cacao.

El cacao es uno de los productos que cuentan con ventajas comparativas en Colombia derivadas de las condiciones naturales para su producción, esto es, las características agroecológicas en términos de clima y humedad, y su carácter de sistema agroforestal conservacionista del medio ambiente.

Una porción de la producción de cacao se cataloga como de cacao fino y de aroma que la hace deseable para la producción de chocolates finos.

Prácticamente toda la producción de cacao es demandada por la industria de chocolates la cual la recibe a precios inferiores a los internacionales. Pese a ello la Industria en los últimos años ha tenido que recurrir a la importación del grano por cuanto la producción nacional de este bien ha venido en descenso.

Las variables que explican la disminución de la producción está sustentado en los menores rendimientos por hectárea por envejecimiento de los cultivos, la falta de mejoramiento genético, la presencia creciente de enfermedades que atacan los cultivos y la falta de capacitación del capital humano que permita una mayor transferencia de tecnología.

Se ha caído en una dinámica para el desarrollo del cultivo, toda vez que el cacao por su carácter de permanente no requiere grandes inversiones una vez superado el periodo de desarrollo, razón por la cual es frecuente el abandono del cultivo a su suerte, convirtiéndose en una actividad casi extractiva.

Esta condición ha conllevado a que exista una tasa muy baja de renovación con respecto a la tasa de envejecimiento de los cultivos, se obtengan menores rendimientos por hectárea.

Pese a que los precios internacionales son superiores a los internos, el país no ha logrado constituirse en un país exportador y por el contrario los volúmenes importados son crecientes.

La producción de cacao en Colombia corre riesgos como resultado de la presencia de enfermedades del cultivo (*Fotografía 15*) (escoba de bruja), ya presente en Colombia.

De otra parte, la Industria de derivados del cacao presentan indicadores de productividad descendentes, ha perdido espacios internacionales en productos semi-procesados (p.ej. manteca de cacao) aunque ha incrementado las exportaciones de chocolates, producto en el que si bien ocupa un lugar modesto en el contexto mundial, muestra capacidad para incrementar su participación en el mundo.

En este sentido Colombia está entrando en los mercados vecinos, con productos como el chocolate de mesa, las chocolatinas, bebidas achocolatadas, entre otras, ampliando de esta forma su oferta exportable.



Fotografía 15. Fruto enfermo. Fuente: El autor

1.2.4.1 Distribución del cultivo del cacao.

Mientras 6 países en vías de desarrollo son los productores de alrededor del 85% de la producción mundial, más del 70% se consume en los países desarrollados.

En el Estado español se consumen unos 3,5 kilos de productos derivados del cacao por persona al año, que proviene básicamente de África, siendo Costa de Marfil el principal proveedor, que durante los últimos 5 años ha aportado algo más del 60% del total.

1.2.4.2 Estructura del mercado a nivel mundial.

En la actualidad, aproximadamente el 90% de la producción mundial de cacao es cultivada por pequeños propietarios poco organizados y con pocas infraestructuras que a menudo tienen que recurrir a intermediarios para vender sus cosechas.

Se enfrentan a un mercado muy concentrado con pocos compradores (también llamadas traders), que venden el cacao en grano a una industria de transformación igualmente concentrada. Son cuatro traders que representan más del 50% del mercado mundial (Archer Daniels Midland, Cargill, Barry Callebaut y Nestlé); y tan sólo seis corporaciones europeas y de EE.UU. acaparan en torno al

80% del mercado de la manufactura y venta para el consumo final. En orden de volumen de ventas son: Mars, Nestlé, Cadbury Schweppes, Hershey, Ferrero y Kraft (Altria).

1.2.4.3 Distribución de los ingresos totales.

La falta de equilibrio de poder entre los productores y los traders tiene graves consecuencias sobre los precios de la materia prima. Estos han caído durante los últimos años a niveles que hacen del cultivo de cacao un trabajo apenas remunerado y aportan a las corporaciones unos beneficios cada vez más altos en este segmento.

Según el observatorio del IITA, el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, la media anual de los ingresos del cacao se encuentra entre 30\$ y 110\$ por miembro de unidad familiar. Frente a estas cantidades, que son parecidas a las cuantías que se gastan consumidores europeos en chocolates por persona y año, las cantidades financieras que mueven las principales corporaciones del sector parecen astronómicas.

Según los datos de Candy Industry en su informe "Top 100 Global Confectionery Companies", las ventas obtenidas por los líderes del sector, Mars Inc. y Nestlé, en el 2002 son de unos 7500 y 7200 millones de dólares respectivamente.

Tabla 6. Tabla de ingresos dentro de la cadena productiva

Proceso	Actores	% de ingresos totales	Origen del actor
Cultivo del cacao	Pequeños productores	5%	África/Latino América
Compra y transformación del grano verde	Empresas multinacionales	33,4%	Europa, EE.UU., otros
Transporte		22,2%	
Manufactura y distribución	Multinacionales de la industria confitera, grandes superficies	38,9%	Europa (Suiza y Bélgica), EE.UU., etc.
Consumo			Europa, EE.UU.

Fuente: Elaboración propia con datos de EFTA, 2003

1.2.5 Información técnica del cacao.

1.2.5.1 Clima y altitud adecuado para el Cacao.

El clima propicio para el desarrollo del cacao en Colombia coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.200 m.s.n.m. Los principales elementos del clima a tener en cuenta son:

- Temperatura: Entre 22°C y 30°C en promedio.
- Precipitación: 2.500 milímetros anuales, preferiblemente bien distribuidos a través del año.
- Humedad relativa: Cercana del 80%
- Vientos: Zonas de vientos fuertes permanentes son inconvenientes, a no ser que se puedan instalar barreras vivas rompe vientos a base de franjas abundantes de árboles.

1.2.5.2 Normas técnicas de las almendras de cacao.

Esta norma establece la clasificación y los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación, aplica al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización interna y externa.

Podemos establecer unos requisitos específicos:

- El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será de 7,5% (cero relativo).
- El cacao beneficiado no deberá estar infestado. Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1% de granos partidos.
- El cacao beneficiado deberá estar libre de: olores a moho, humo, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.
- El cacao beneficiado, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de

aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.

- El cacao beneficiado deberá estar libre de impurezas y materias extrañas.
- El cacao beneficiado deberá ser comercializado en envases que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas; resistir las condiciones de manejo, transporte y almacenamiento.
- Los envases destinados a contener cacao beneficiado, serán etiquetados de acuerdo a las siguientes indicaciones:
 - Nombre del producto y tipo.
 - Contenido neto y contenido bruto en unidades del Sistema.
 - Internacional de Unidades (SI).

1.2.6 Productos a partir del cacao.

Su fruto es una mazorca, de forma amelonada y con unas 40 semillas en su interior. El proceso que se sigue en origen es la extracción, fermentación y secado de las semillas o Cacao en Grano.

Posteriormente se realizan las operaciones de limpieza, tostadas, descascarilladas y molturación convirtiendo así el Grano en Pasta de Cacao.

A continuación la Pasta de Cacao es prensada para obtener dos productos: la Manteca de Cacao, la parte líquida, y la Torta de Cacao, la parte sólida.

Nuestra actividad es la fabricación de diversos tipos de Cacao en Polvo a partir de nuestra materia prima: la Torta de Cacao, que nos llega de diversos orígenes, siempre seleccionando la mejor calidad.

1.2.7 Productos a partir del mucilago del cacao.

El aprovechamiento del mucilago del cacao se encuentra en su etapa inicial. La elaboración de alimentos como mermeladas, yogures, licores se encuentra a escala familiar o micro-empresarial.

El utilización industrial del mucilago esta condicionado a la obtención de grandes cantidades y ha estudios que muestren aprovechamientos para esta materia prima. El estudio realizado por el centro de investigaciones para el desarrollo agroindustrial, de la universidad Industrial de Santander dio como resultado el libro: subproductos del mucilago de cacao¹⁰, el cual es un punto de referencia para este aprovechamiento.

¹⁰ ESPINEL MARTINEZ, Cesar Augusto; PLATA CARRENO, Reynaldo; CADENA, Julio; ACEVEDO, Leonardo. Libro resultado de investigación: subproductos del mucilago de cacao. Bucaramanga - Colombia: Ed. Publicaciones UIS. 2005,p44.

1.2.8 Encuesta a cultivadores de cacao.

Se realizó una entrevista exploratoria a 20 cultivadores de Riónegro – Santander para establecer su nivel socio cultural, disposición personal para efectuar los cambios en la forma tradicional de cosechar el cacao, su capacidad económica y la maquinaria agrícola con la cual se encuentran familiarizados, formato de la encuesta ... ver anexo B...

Conclusiones:

- Encontramos cultivos de cacao de 3 a 4 hectáreas de extensión.
- En el 100 % de las fincas (20 predios de la región de Rionegro –Santander) cuentan con servicio de energía eléctrica, en algunas con carga instalada de 220v.
- El ingreso familiar promedio es de 2.000.000 de pesos.
- En general se encuentra una buena disposición para la implementación de procesos mecánicos en la cosecha y post cosecha de cacao.
- Se encuentra algún tipo de maquinaria agrícola que es utilizada con regularidad.

1.2.9 Maquinaria agrícola.

De acuerdo a la visita exploratoria y las respuestas dadas en la encuesta se realiza una corta investigación a la maquinaria agrícola con la cual se encuentran familiarizados los cultivadores. Como punto de partida para la formulación de los requerimientos del modelo experimental de desmucilagador.

1.2.9.1 Picapasto.

Maquina utilizada para picar follaje que se le da a los animales está constituida por un soporte (ancla al piso), una cuchilla, motor.

Corta: Pastos, caña de azúcar y todo tipo de forrajes verdes o secos. Diámetro del Volante: 770mm.-200R.P.M.

Número de Cuchillas: 2

Equipada con reductor de bronce y acero en baño de aceite.

Bocadealimentación de 10 pulgadas Accionamiento, con motor de 1.5 H.P.; polea motor de 4 pulgadas.

1.2.9.2 Despulpadora de café.

Capacidad de 250Kg – 300kg de café por hora. Concepto de despulpadora liviana y versátil que posee resistentes camisas preformadas de acero inoxidable

Ventajas: Bajo cascareo. Aumenta la productividad sin pérdida de grano en la pulpa. Bajo daño mecánico. No usa agua

Ficha técnica: Capacidad (Kg Cereza/Hora) Manual 200 Con motor 300 Potencia requerida 0.5 HP Número de chorros 2 Peso neto 22 kilos

Tabla 7. Componentes de la maquinaria agrícola existentes en términos generales

	COMPONENTE	CARACTERISTICA
1	Motor	1HP-3HP
2	Componentes eléctricos - electrónicos	110V -220V
3	Componentes mecánicos.	ACEROS -
4	Componentes de recubrimiento (carcasa).	LAMINAS

Fuente: El autor

1.2.10 Información ergonómica.

De la exploración visual que se realizó en el momento de la cosecha se define de forma general un usuario promedio para el nuevo sistema. Usuario directo: Población masculina, obrero adulto, con edades entre 18 - 50 años, sin ningún grado de discapacidad. Con base en esta observación se toman los valores antropométricos a utilizar en el diseño.

1.2.10.1 Valores antropométricos.

Se toma como referencia algunos parámetros antropométricos de la población laboral colombiana.

Tabla 8. Algunos valores de las dimensiones Antropométricas en la población laboral masculina (todos lo valores en mm).

	Variables Antropométricas	Percentil 50
1	Estatura	1686
2	Altura de los hombros de pie (del suelo al acromion)	1379
3	Altura de la punta de los dedos (del suelo al eje de agarre del puño)	636
4	Altura al codo, de pie	1065
5	Anchura de los hombros (anchura biacromial)	396
6	Anchura de la cadera, de pie (distancia entre caderas)	349
7	Altura sentado	859
8	Altura de los ojos, de pie	1579
9	Altura de los hombros, sentado (del asiento al acromion)	588
10	Altura de las rodillas (desde el apoyo de los pies hasta la superficie superior del muslo)	525
11	Alcance hacia adelante (hasta el puño, con el sujeto de pie, erguido, contra una pared)	769
12	Alcance lateral de la mano	769
13	Alcance anterior de la mano	714
14	Anchura de la mano	84
15	Profundidad del cuerpo, sentado (profundidad del asiento)	291
16	Largo de la mano	183
17	Distancia entre codos (distancia entre las superficies laterales de ambos codos)	447
18	Anchura de cadera, sentado (anchura del asiento)	349

Fuente: elaboración propia, basado en: Parámetros antropométricos de la población laboral Colombiana. Protección laboral Seguro Social – Universidad de Antioquia.¹¹

¹¹ ESTRADA. Jairo. Ergonomía. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.1993 .p243

1.2.10.2 Diagrama del proceso de desmucilaginado.

Mediante un diagrama se efectuó un muestreo de la actividad de beneficio del cacao, etapa dentro de la cual encontramos la forma acostumbrada del desmucilaginado.

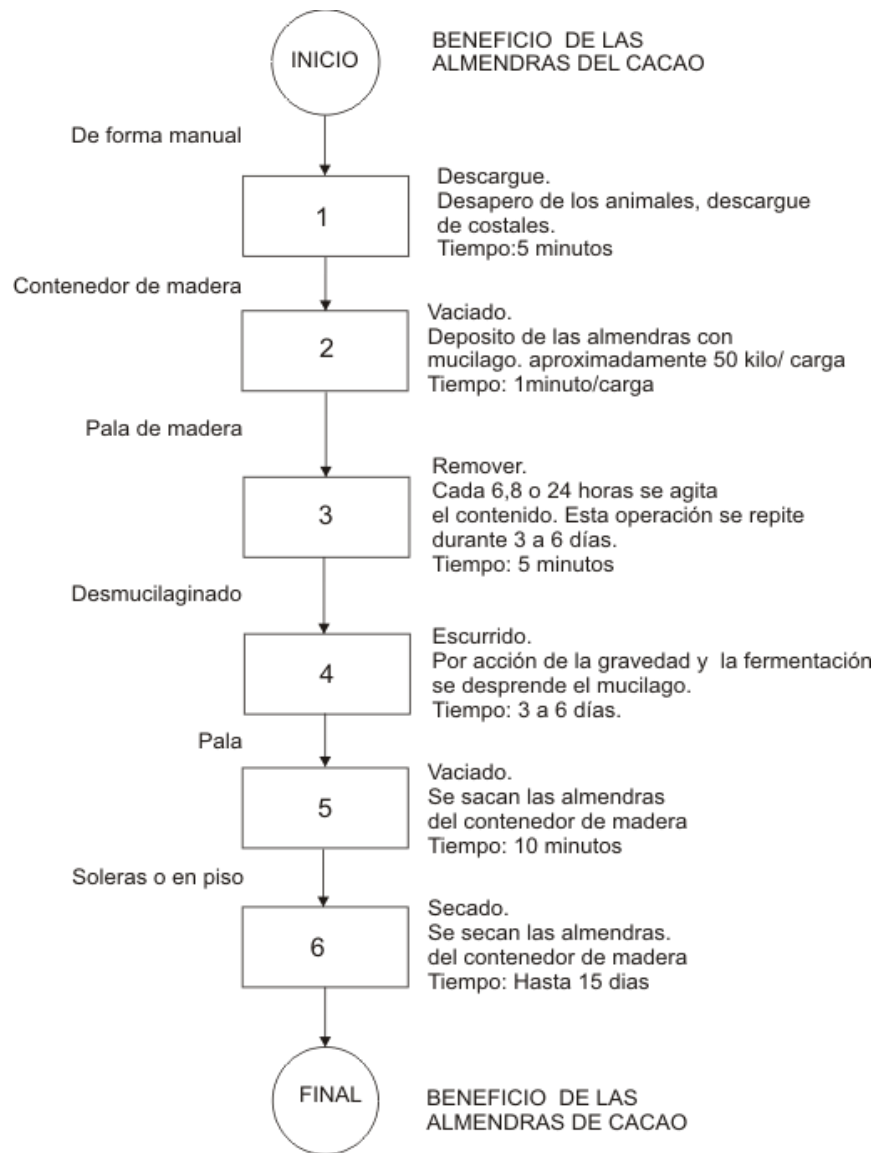


Figura 2. Muestreo de la actividad de beneficio del cacao.

1.3. ANALISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA

1.3.1 Análisis de uso (Usuario)

- Los usuarios pertenecen a la zona rural dentro de una clase media.
- Los ingresos familiares están en un promedio de \$2.000.000 pesos mensuales.
- Los cultivadores poseen entre dos y cuatro hectáreas cultivadas en cacao.
- Los potenciales usuarios tiene algún grado de experiencia en el manejo de maquinaria agrícola.
- Se encuentra una buena disposición para recibir e implementar nuevas tecnologías que mejoren el aprovechamiento del fruto del cacao.

1.3.2 Análisis estructural (Objeto o sistema)

- Por observación se concluye la importancia de utilizar materiales inoxidables que no alteren el proceso de fermentación del cacao.
- Soluciones móviles para trasladar entre parcelas.

1.3.3 Análisis de Entorno

- La topografía es de ladera, los cultivos se encuentran en su mayoría en pendientes mayores a 45 grados respecto a la horizontal.
- Existen puntos de servicio de energía eléctrica a 110v y en algunos lugares 220v.
- El clima es cálido con temperaturas entre 25-35 grados centígrados.
- Los precios que reciben los agricultores por la almendras de cacao se han mantenido estables durante los últimos años.
- Compran en las cabeceras municipales o en tiendas comunales.
- Se encuentra una buena disposición para recibir e implementar nuevas tecnologías que mejoren el aprovechamiento del fruto del cacao.
- Disponen de energía eléctrica.

1.3.4 Análisis Funcional

- Motor de ¼ hp
- Desmucilaginado por abrasión.
- Controles electrónicos (microprocesador) – interruptores mecánicos

1.3.5 Análisis Morfológico

Se toma como punto de partida la mantis religiosa, que se encontró en el cultivo, para desarrollar las formas y los colores de la maquina

1.3.6 Análisis histórico

Se realiza un análisis de la maquinaria agrícola existente en las fincas... véase sección 1.2.9...

1.3.7 Análisis de mercado

El mercado potencial para el desarrollo futuro de esta máquina (apartir del modelo experimental que se desarrolla en este proyecto) está determinado por el aprovechamiento industrial del mucilago... véase sección 1.2.7...

1.4 REQUERIMIENTOS

Debido a que no existen en el mercado sistemas o maquinas para desmucilaginar cacao, no podemos realizar una comparación de las características de lo existente como punto de partida para la evaluación de requerimientos. Se realizó una entrevista exploratoria a 20 cultivadores para indagar que características les gustaría ver incorporadas en el prototipo, a estos requerimientos se le sumaron requisitos del entorno, costos, y requerimientos de fabricación, se hacen comparaciones con maquinaria agrícola con la cual se encuentran familiarizados los productores de cacao como despulpadoras de café y pica pasto.

1.4.1 Características generales del usuario

Población campesina con características antropométricas de población adulta...véase sección 1.2.10.1... con algún grado de experiencia en el manejo de maquinaria agrícola. Lo que nos permite tomar como punto de comparación maquinaria como despulpadoras de café, pica pasto, motobombas con la cual se encuentran familiarizados.

1.4.2 Características generales del entorno.

Condiciones ambientales que pueden acelerar el deterioro y el desgaste de los materiales en los cuales se construya el objeto.

Tabla 9. Condiciones climáticas

Altitud	0 m.s.n.m – 1.200 m.s.n.m
Temperatura	22 c – 35 c
Precipitación	2.500 milímetros anuales en promedio
Humedad relativa	Cercana del 80%
Vientos	40Km/hora

Fuente: Elaboración propia, con datos de: www.fedecacao.com.co

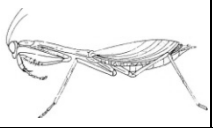
1.4.3 Características generales del sistema.


Los materiales deben ser inertes a los componentes químicos del mucílago del cacao, polímeros o materiales inoxidables. Las características dimensionales dependen en gran parte de la complejidad del sistema, pero un límite que corresponda un volumen virtual de un metro cúbico. El costo por unidad de producción podemos limitarlo a un rango de entre \$1.000.000 - \$2.000.000 pesos

1.5 REQUERIMIENTOS

Tabla 10. Requerimientos.

REQUERIMIENTOS DE USO				
REQUERIMIENTO	FACTOR DETERMINANTE	FACTOR DETERMINADO	SUBPARAMETROS	CUANTIFICADORES
1. Debe adaptarse a las medidas de un usuario adulto.	Dimensiones antropométricas de los usuarios.	1. Trabajo de pie 2. Trabajo sentado	a. Altura de pie b. Altura sentado	Cm / m
2. Panel de control	. Operación obvia - manejo sencillo – Con un sencillo instructivo.	Número de funciones	1.Encendido/apagado 2.temporizador 3.teclado numérico	
3. De fácil limpieza.	Procedimientos de limpieza	1. Características de la superficie del material. 2. Puntos de acumulación de suciedad.	Materiales inoxidables. Polímeros	
4. Debe ser de fácil mantenimiento – reparación sencilla.	Accesibilidad a los componentes	1. puntos de lubricación. 2. Punto de acceso al panel de funciones.	Tornillos de uso comercial.	
5. Número de operaciones necesarias para activar el sistema.	Cantidad de movimientos para controlar el mecanismo	Sistema automático /manual	Controles mecánicos /electrónicos	
6. Debe disponer de elementos de seguridad.	Elementos en rotación y transmisión movimiento.	Generación de carcasas - recubrimientos		



REQUERIMIENTOS FORMALES				
REQUERIMIENTO	FACTOR DETERMINANTE	FACTOR DETERMINADO	SUBPARAMETROS	CUANTIFICADORES
1. Sencillez en las formas.	Formas geométricas básicas.	Componentes de la maquina.	Contenedor – acople -estructura	
2. Formas orgánicas (desarrollar a partir de la mantis).		Estructura de la maquina.		
3.Panel de control	Desarrollar Apartir de las formas orgánicas de la mantis			

4. Colores adecuados (utilizar recursos de biónica formal).	Análisis de color de la mantis.		Tonos de verde y amarillo.	
---	---------------------------------	---	----------------------------	--

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES				
REQUERIMIENTO	PARAMETRO ACTIVO	FACTOR INFLUENCIADO	SUBFACTORES	CUANTIFICADORES
1. Adaptarse a los diferentes tamaños de cacotas.	Dimensiones de las cacotas.	Dimensiones de los mecanismos.	DM - dm – peso	DM 8cm – 15cm dm 5cm - 8cm 220gr – 450gr
2. Capacidad de procesamiento	Cantidad de almendras	Rendimiento del prototipo	Unidades / minuto	10 unidades / Unidades por minuto
3. Entregar por se parado almendras, mucílago y cáscara.	Almendras - mucílago	Aberturas del contenedor		
4. Debe adaptarse a los dos de energía	Voltaje instalado	Tipo de Motor	110v / 220v	Voltios
5. Operación silenciosa.	Tipos de mecanismos.	Transmisión por elementos rígidos /flexibles	Acoples /engranes /cadenas/ bandas	# dientes - #eslabones
6. Debe permitir controlar la cantidad de mucílago que se le retira a las almendras.	Almendras con mucílago del cacao	Dimensiones de los mecanismos		
7. Debe utilizar principios mecánicos para la separación del mucílago.	Métodos de separación: centrifugado - Abrasión vibración	Capacidad de procesamiento	Velocidad / volumen	

REQUERIMIENTOS DE COSTO Y MERCADO				
REQUERIMIENTO	PARAMETRO ACTIVO	FACTOR INFLUENCIADO	SUBFACTORES	CUANTIFICADORES
1. Costos máximos de fabricación en pesos Colombianos.	Rango de 1.000.000 - 2.000.000 pesos.	Materiales – procesos de fabricación.		

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES				
REQUERIMIENTO	PARAMETRO ACTIVO	FACTOR INFLUENCIADO	SUBFACTORES	CUANTIFICADORES
1. Debe utilizar la infraestructura con la que cuentan los pequeños productores de cacao.	Instalaciones eléctricas / estructuras de techo.			
2. Debe utilizar motores eléctricos.		Potencia y consumo del motor.	Monofásicos a 110v -220v	Voltaje – Amperaje.
3. El modulo debe tener elementos estructurales que faciliten su transporte				

REQUERIMIENTOS TECNICO - PRODUCTIVOS				
REQUERIMIENTO	PARAMETRO ACTIVO	FACTOR INFLUENCIADO	SUBFACTORES	CUANTIFICADORES
1. Utilizar maquinas herramientas convencionales.	Formas y materiales de los componentes.			
2. Se debe controlar uno volumen que permita el transporte en estibas.	Dimensiones del sistema	Tamaño de la máquina		m ³
3. Controlar el peso total de cada modulo, en lo posible menor a 40 Kilogramos.	Peso individual de cada componente	1.Estructura 2.Motor 3.Contenedor 4.Ejes		
4. Se debe tener en cuenta el tamaño del motor.	Tipos de motores			Hp / diámetro del motor

2. GENERACION

Con el objetivo de seguir un orden lógico para el lector se presenta en este informe un proceso de diseño lineal lo más ajustado posible al plan del proyecto. Sin embargo en la práctica el autor prefiere proceder fuera de orden haciendo cosas que no necesariamente están conectadas.

2.1 DISEÑO

J. Christopher Jones¹² dice: El efecto de diseñar es iniciar un cambio en las cosas realizadas por el hombre.

2.1.1 Generación de Alternativas

Utilizando una modificación del método de diagrama morfológico¹³ se genera una matriz de componentes básicos contra características, con el objetivo de generar alternativas que se conserven dentro de los requerimientos... en la sección 1.4...

Cuadro 1.matriz de componentes básicos contra características

COMPONENTE		CARACTERISTICA				
1	Soporte - Estructura	Fijo	Móvil	Trípode		
2	Propulsión	Propia	Transportable	Vehículo		
3	Energía	Eléctrica	Gasolina	Diesel	Gas	Solar
4	Transmisión	Engranajes	Por Cadena	Bandas	Directa	
5	Usuario	Sentado	De pie			
7	Desmucilaginado por	Centrifugado	Vibración	Prensado	Abrasión	
8	Materiales	Metales	Polímeros	Maderas		
9	Controles	Mecánicos	Eléctricos	Electrónicos		

Fuente: el autor

¹² JONES. J Christopher. En: Métodos de Diseño. Estrategia para el diseño de productos. Nueva York .2002

¹³ Basado en: CROSS, Nigel. Métodos de Diseño. Nueva York: Limusa Wiley Editores. 2002. p.127.

Ejemplo: Soporte - Estructura: fijo. Propulsión: propia. Energía: Eléctrica. Transmisión: Directa. Usuario: De pie. Desmucilaginado por: Vibración. Materiales: Metales inoxidables. Controles: Mecánicos.

El diagrama ayuda a formar ideas desarrolladas en los capítulos siguientes.

Como marco de referencia para el desarrollo de formas y gráfico de los modelos, se toma como punto de partida, la mantis (Mantodea)... ver anexo D... Este es un artrópodo que encontramos presente en los arbustos del cultivo alimentándose de los insectos que polinizan las flores del cacao.

2.1.2 Análisis de la forma de la mantis.

A criterio del autor se efectúa un breve análisis gráfico de:

- Las posiciones que adopta durante su proceso de caza de insectos (*Figura 1*).

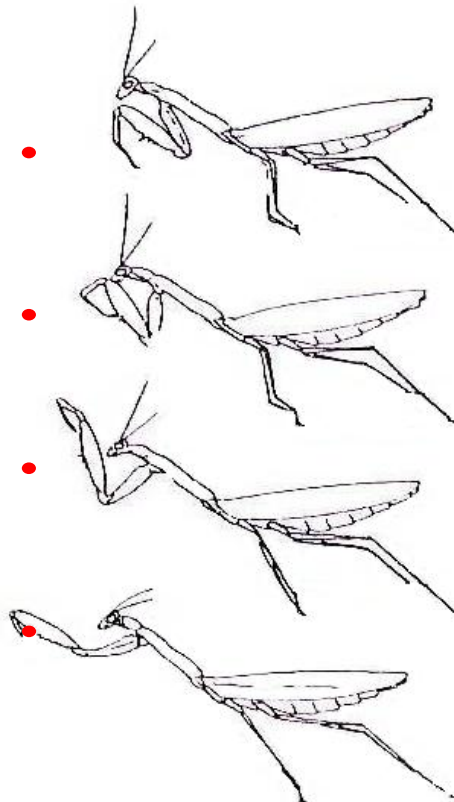
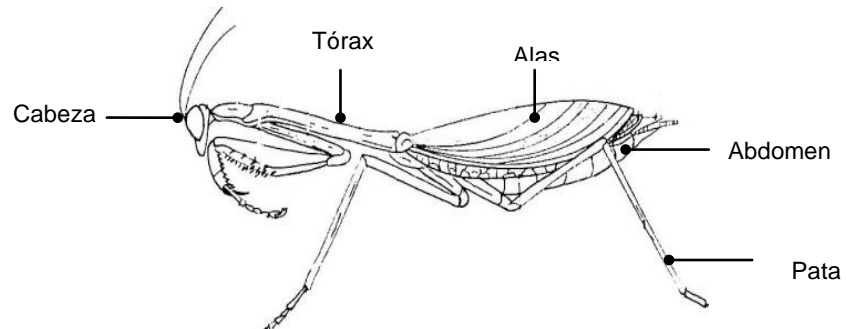


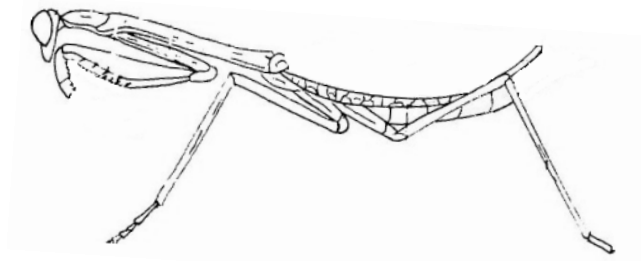
Figura 3. Vista lateral del cuerpo de la mantis. Fuente: Sistemática y Biología de los Insectos. Primera edición Madrid 1973. 128p

- Las formas generales de su cuerpo (*Figura 2*).

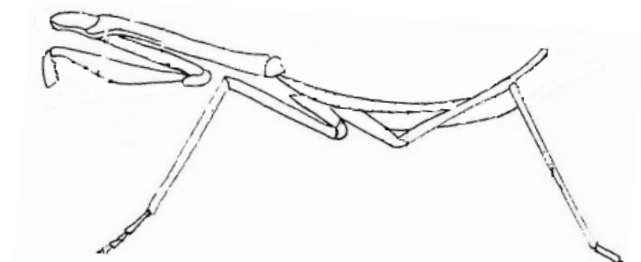


*Figura 4. Vista lateral del cuerpo de la mantis modificada por el autor.
Fuente: Sistemática y Biología de los Insectos. Primera edición Madrid
1973. 128p*

Modificaciones y simplificaciones (*Figura 3,4*) efectuadas por el autor a la vista lateral del cuerpo de la mantis a partir de la ilustración 2.

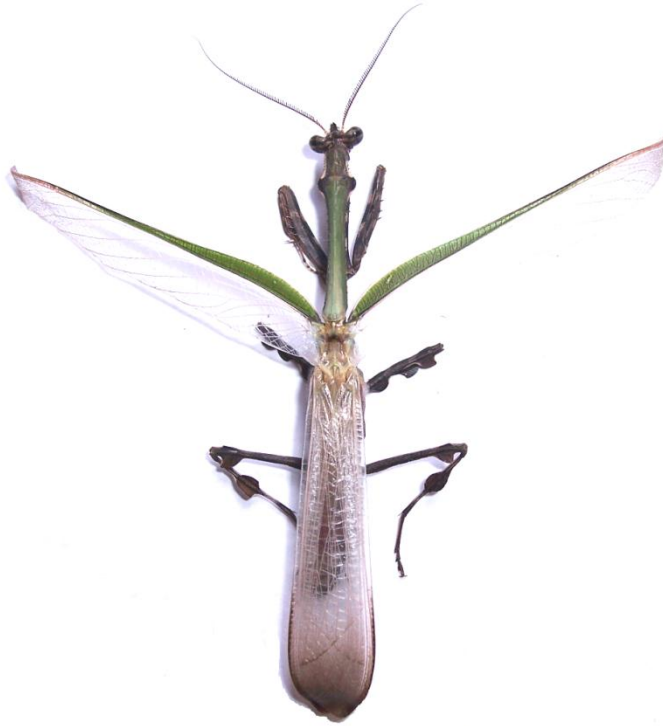


*Figura 5. Simplificación del cuerpo de la mantis.
Fuente: El autor*



*Figura 6. Simplificación del cuerpo de la mantis.
Fuente: El autor*

- La gama de colores del cuerpo de de las mantis.



Fotografía 16. Vista superior de la mantis. Fuente: El autor

Análisis de la gradación de colores del cuerpo de de las mantis en donde predominan varios tonos de verde en la parte superior con tonos más claros que se tornan amarillos en su tórax y sus pinzas presentan color rojo en su extremo. (Figura 5).



Figura 7. Gradación de color del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor

- Desarrollo de módulos.

Se parte dos fotografías (*fotografía 17,18*) a las cuales se les realiza modificaciones en el color, contraste, brillo, se realiza una geometrización de la silueta, para conseguir módulos con los cuales más adelante se desarrolla parte de la imagen del producto (forma y color del prototipo experimental y del panel de control).



Fotografía 17. Detalle del tórax y la cabeza. Fuente: El autor



Boceto 2. Geometrizacion de la silueta. Fuente: El autor



Boceto 2. Evolución del modulo generador de la silueta



Fotografía 18. Detalle de la cabeza. Fuente: El autor



Boceto 3. Geometrización de la cabeza. Fuente: El autor

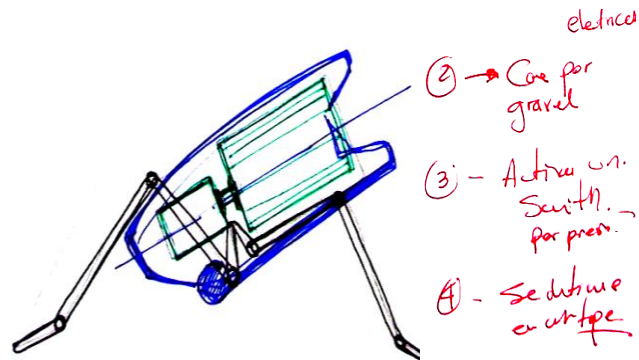


Boceto 4. Evolución del modulo de la silueta. Fuente: El autor

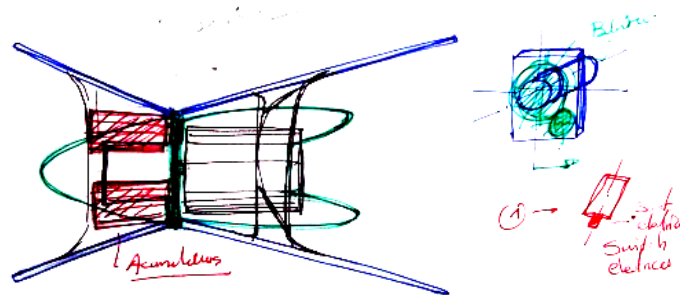
De los bocetos 2 y 4 se desarrolla más adelante el logo símbolo que identificara el prototipo experimental de desmucilagador diseñado en este proyecto.

2.1.3 Bocetos.

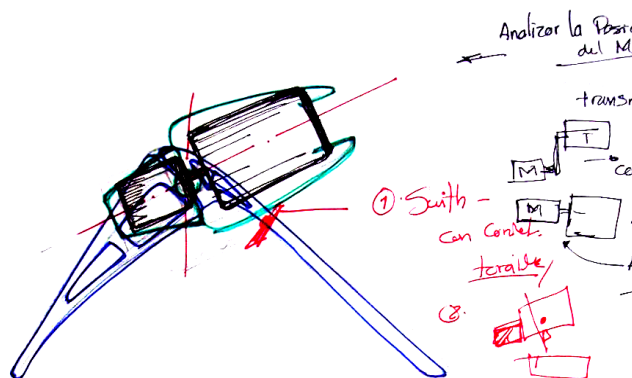
Generación de alternativas por medio de bocetos como una forma de explorar el problema y la solución. Estos dibujos no pretenden comunicar ideas en un formato técnico, son parte de la evolución de la propuesta de diseño y se incluyen a criterio del autor para que no se perciba que la misma se sacó de la nada.



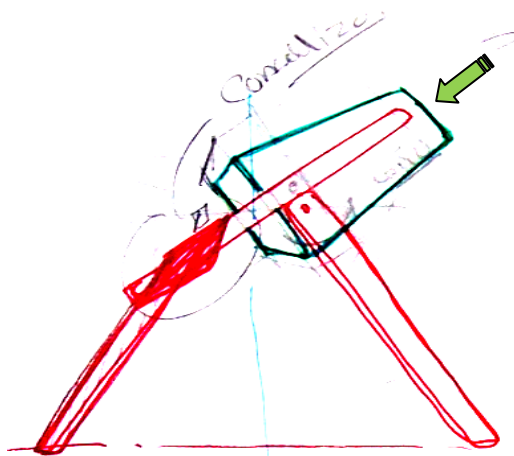
Boceto 5. Desarrollado apartir de la ilustración 4. Contenedor cilíndrico, desmucilaginado por centrifugado.



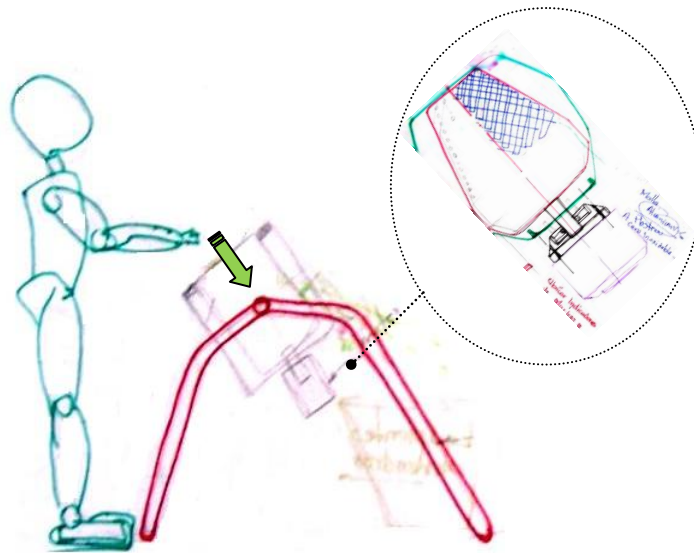
Boceto 6. Vista superior del boceto 5



Boceto 7. Vista lateral. Propuesta de estructura y ubicación de elementos desmucilaginado por centrifugado.



Boceto 8. Vista lateral. Propuesta de estructura y ubicación de elementos. Desmucilaginado por centrifugado



Boceto 9. Propuesta de estructura y ubicación de elementos. Desmucilaginado por centrifugado

2.1.4 Modelos 3D.

Se desarrollan graficas¹⁴ en 3D de posibles formas de desmucilaginar las almendras. Estas alternativas se evalúan en conjunto al final de la sección teniendo en cuenta los requerimientos planteados... vea se sección 1.4...y en base a la experiencia e intuición del autor.

2.1.4.1 Alternativa 1. Centrifugado.

Contenedor cónico fijo construido con barrilas de acero inoxidable formando una rejilla (figura 8), con un eje central con aspas acoplado al motor, permitiendo el centrifugado de las almendras y la separación del mucilago a través de la rejilla.

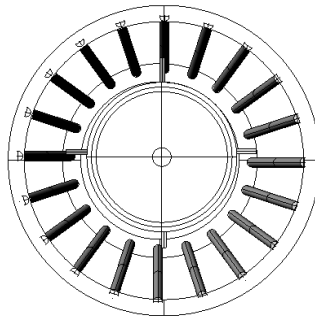


Figura 8. Vista superior. Alternativa 1

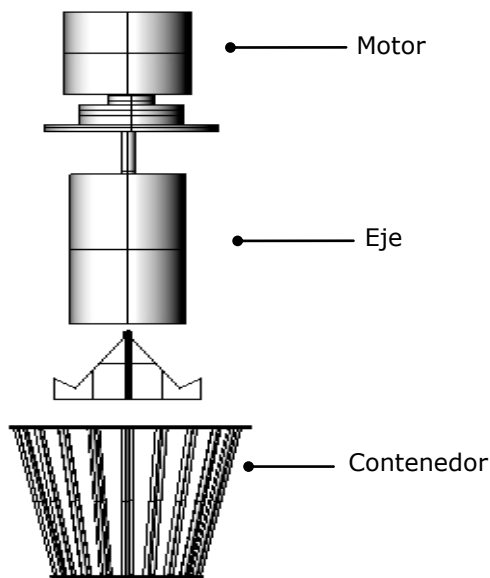


Figura 9. Vista superior. Alternativa 1

¹⁴ software utilizado para el modelado 3D durante todo el proyecto Rhinoceros 3.0

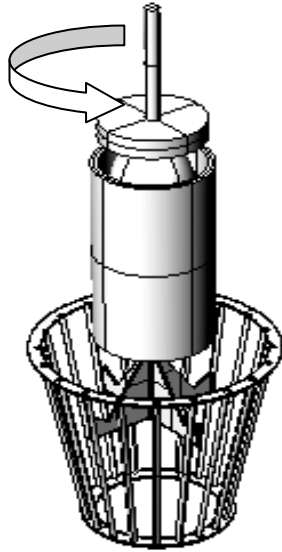


Figura 10. Isometría. Alternativa 1

Conclusiones:

- Las aspas pueden partir las almendras deteriorando su calidad.
- Las almendras se pueden agrupar en la parte baja del contenedor y como consecuencia el desmucilaginado no sería homogéneo.
- Definir el ángulo de inclinación más adecuado requeriría la construcción varios modelos previos.

2.1.4.2 Alternativa 2. Abrasión

Contenedor cilíndrico perforado (figura 11) con un eje central que gira con pines cónicos en un material blando (figura 12) que limpian las almendras, el mucilago se deposita en el fondo. Detalle de los pines cónicos.

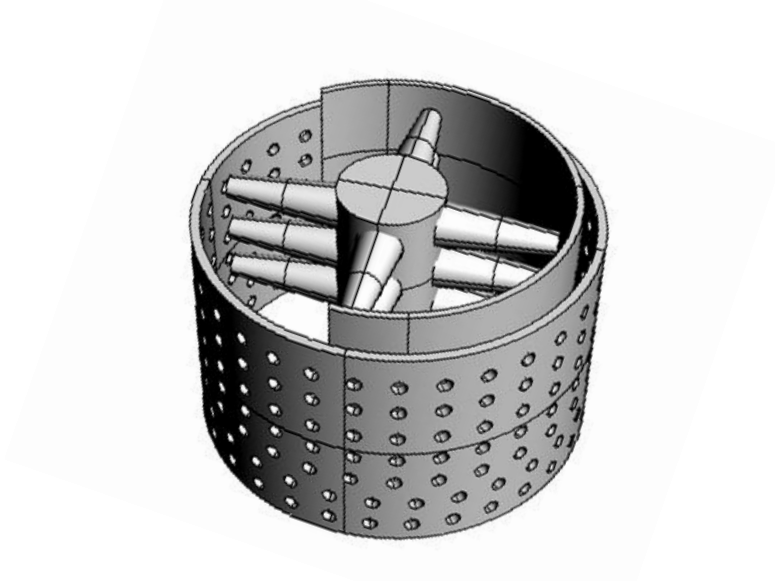


Figura 11. Isometría. Alternativa 2

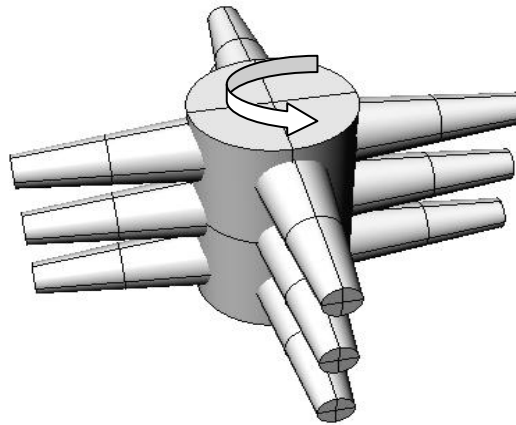


Figura 12. Isometría. Detalle de los pines. Alternativa 2

Conclusiones:

- Si el material de los pines es el adecuado (Dureza menor a la de la almendra) puede ser un buen principio de desmucilaginado.
- Es importante determinar la velocidad de giro del motor (velocidad angular) para determinar el tiempo de desmucilaginado.

2.1.4.3 Alternativa 3. Centrifugado

Contenedor externo cilíndrico. Contenedor interno perforado, que gira acoplado de forma directa al motor para efectuar una separación del mucilago por centrifugado y una separación del mismo y la almendra por medio de los agujeros.

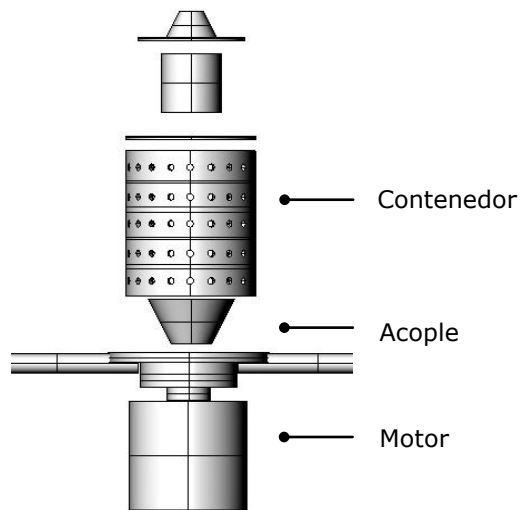


Figura 13. Vista lateral. Alternativa 3.

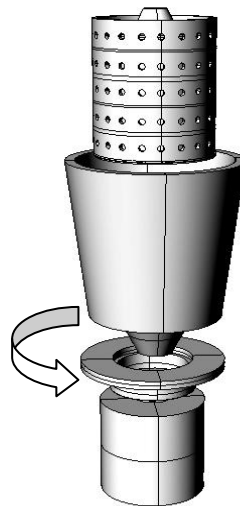


Figura 14. Isometría. Alternativa 3.

2.1.4.4 Alternativa 4. Abrasión

Contenedor cilíndrico, con un rodillo cilíndrico con una espiral (Tornillo sin fin) que gira que limpiando las almendras contra el primer cilindro. Tolva de alimentación continúa.

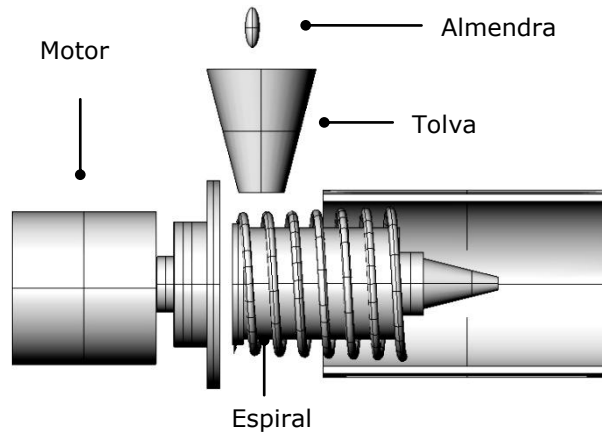


Figura 15. Vista lateral. Alternativa 4

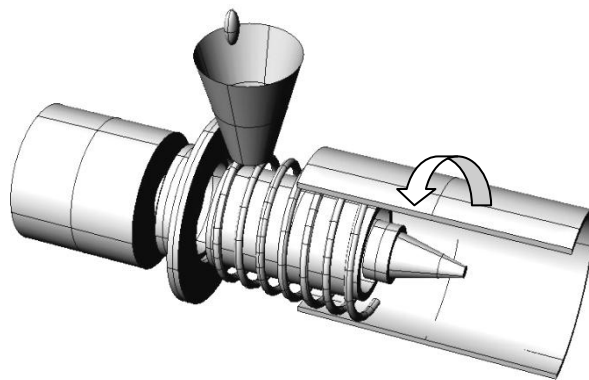


Figura 16. Isometría. Alternativa 4

Conclusiones:

- El sistema de alimentación continuo a través de una tolva con un diámetro determinado, es una buena forma de controlar la cantidad de almendras a desmucilaginar.

2.1.4.5 Alternativa 5.Vibracion.

Recorrido de las almendras sobre una mesa vibratoria perforada que permita el desprendimiento del mucilago. Montada sobre resortes.

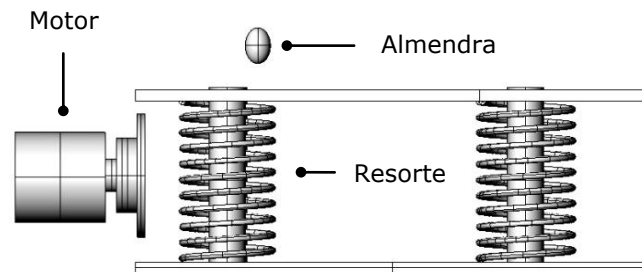


Figura 17. Vista lateral. Alternativa 5

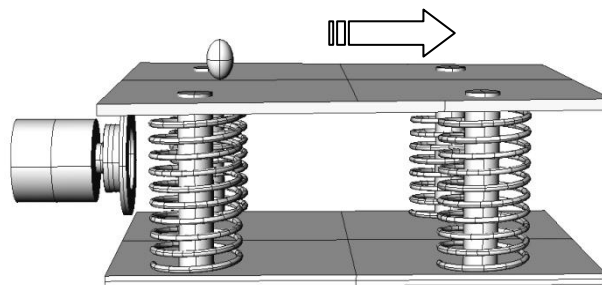


Figura 18. Isometría. Alternativa 5

Conclusiones:

- En la construcción de este modelo es determinante:
La longitud del recorrido de la mesa.
El numero de oscilaciones por minuto.

2.1.4.6 Alternativa 6. Abrasión + centrifugado

Combinación de abrasión de las almendras por pines montados sobre un eje, que luego pasan a un contenedor cilíndrico de rejillas que completa el desmucilaginado.

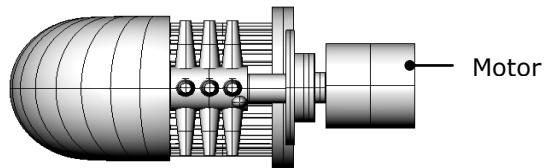


Figura 19. Vista superior. Alternativa 6

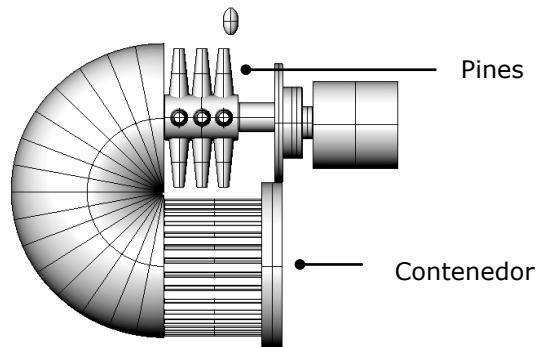


Figura 20. Vista lateral. Alternativa 6

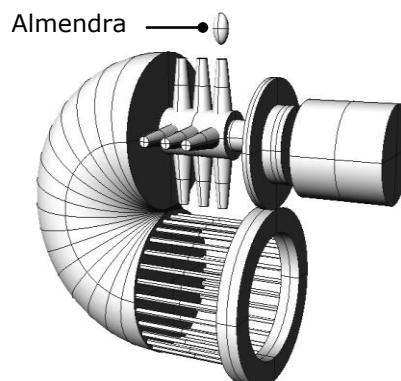


Figura 21. Isometría. Alternativa 6

Conclusiones:

- Puede permitir un desmucilaginado continuo, pero complica la construcción del modelo.

2.1.5 Evaluación de alternativas

Se considera cada propuesta, de las seis alternativas de principios mecánicos para el desmucilaginado, mediante una sencilla valoración de 0 a 5 puntos de acuerdo a si la solución es adecuada o no, según el requerimiento¹⁵. Calculando el número total de puntos de cada alternativa podremos comparar el valor de utilidad de cada alternativa. Otorgaremos el valor de cero si no es posible evaluar este requerimiento.

Tabla 11. Escala de valoración de la alternativa

Puntos	Significado
0	No es posible evaluar
1	Solución inadecuada
2	Solución débil
3	Solución satisfactoria
4	Solución Buena
5	Solución Excelente

Tabla 12. Valoración de alternativas contra requerimientos

	REQUERIMIENTO		ALTERNATIVA					
			A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6
FUNCIONALES	1	Adaptarse a los diferentes tamaños de almendras.	3	4	4	2	2	2
	2	Capacidad de procesamiento de cacotas por minuto para una cantidad experimental (2 Kg. / minuto, de almendras desgrullada).	0	0	0	0	0	0
	3	Entregar por separado el mucílago, las almendras.	1	5	2	2	2	3
	4	Debe adaptarse a los diferentes tipos de energía (110v -220v) disponibles en la zona.	5	5	5	5	5	5
	5	Operación silenciosa.	0	0	0	0	0	0
	6	Conserva los requisitos de calidad para las almendras.	1	4	3	1	2	2
	7	Controla la cantidad de mucílago que se le retira a las almendras.	2	3	2	2	1	4
	8	Principio mecánico para la separación del mucílago.	1	4	4	3	3	3
	9	Debe permitir la transportación de todos los componentes – movilidad.	3	4	4	3	4	4
FORMAL ES O DE	10	De fácil limpieza.	4	4	3	3	1	2
	11	Debe ser de fácil mantenimiento – reparación sencilla.	3	3	4	2	1	2
	12	Número de operaciones que debe realizar el	2	3	3	2	2	4

¹⁵ Método de objetivos ponderados.lbip.,p138

		operario.						
	13	Elementos de seguridad.	3	4	4	3	2	1
	14	Formas estéticas y atractivas (desarrolladas a partir del a mantis).	2	3	3	2	3	1
	15	Operación obvia - manejo sencillo.	0	0	0	0	0	0
	16	Colores adecuados (utilizar recursos de biónica formal).	0	0	0	0	0	0
DIMENSIONALES	17	La altura de alimentación del sistema (la tolva).	0	0	0	0	0	0
	18	Debe controlar uno volumen que permita el transporte en estibas.	0	0	0	0	0	0
	19	Controlar el peso total de cada modulo, en lo posible menor a 40 Kilogramos.	0	0	0	0	0	0
	20	Tamaño del motor	0	0	0	0	0	0
COSTO	21	Costos máximos de fabricación en un rango \$ 1.000.000 - \$ 2.000.00 pesos Colombianos por unidad.	0	0	0	0	0	0
	22	Debe ser un modulo básico, que permita la adecuación de varios tipos de energía.	3	4	2	2	2	1
AMBIENTALES	23	Disminuye la contaminación orgánica en el cultivo del cacao.	0	0	0	0	0	0
	24	Utiliza materiales reciclados en su construcción.	0	0	0	0	0	0
	25	Utiliza fuentes alternas de energía.	0	0	0	0	0	0
ESTRUCTURALES	26	Utiliza la infraestructura con la que cuentan los pequeños productores de cacao.	0	0	0	0	0	0
	27	Utilizar motores monofásicos a 110v -220v	0	0	0	0	0	0
	28	El modulo elementos estructurales que faciliten su transporte	3	2	3	2	4	3
MATERIALES	29	Utilizar partes Standard.						
	30	Debe ser Materiales anticorrosivos o con recubrimientos.	5	5	5	5	5	5
CONSTRUCTIVO	31	Se debe mantener el mínimo de componentes.	3	2	3	4	2	1
	32	Utilizar procesos de fabricación de poca complejidad y tecnología de la región.	2	3	4	2	2	2
		TOTAL	46	62	58	45	42	44

Conclusiones de la Valoración de alternativas contra requerimientos:

- Las soluciones más adecuadas según esta tabla de valoración son las alternativas 2 y 3. Estas serán tenidas en cuenta para el desarrollo de nuevos modelos dentro de la evolución de la propuesta.
- Las otras alternativas pueden en determinada etapa del proyecto complementar el desarrollo del modelo final de este proyecto.

2.2 MODELOS A ESCALA 1:10

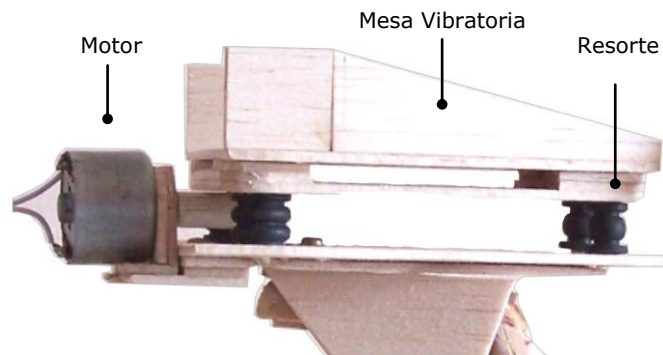
En base a los resultados de la valoración de alternativas contra requerimientos, se construyen dos modelos.

2.2.1 Modelo1. Mesa vibratoria.

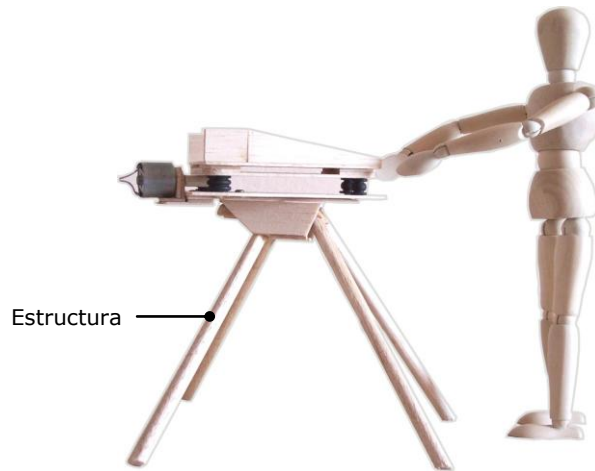
Se genero un modelo a escala 1:10 de una Mesa vibratoria. Con un recorrido constante que permitiera de forma hipotética a las almendras con mucílago, vibrar sobre la base y desprender el mucílago sobre la bandeja y luego a un recipiente en la base.

Tabla 13. Descripción componentes. Modelo 1. Mesa Vibratoria

Componente	Descripción	Detalle
1	Motor	9v corriente continua
2	Resortes	Soportes elásticos
3	Mesa Vibratoria	
4	Estructura	Forma tubular



Fotografía 19. Vista lateral. Mesa vibratoria



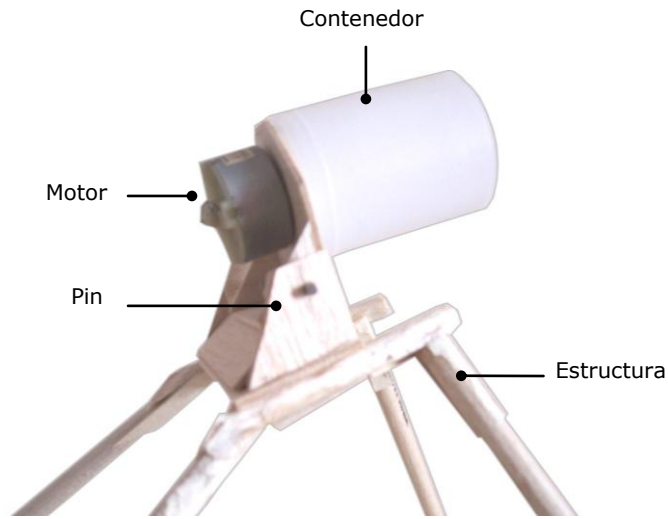
Fotografía 20. Isometría. Modelo 1. Escala: 1:10

Conclusiones:

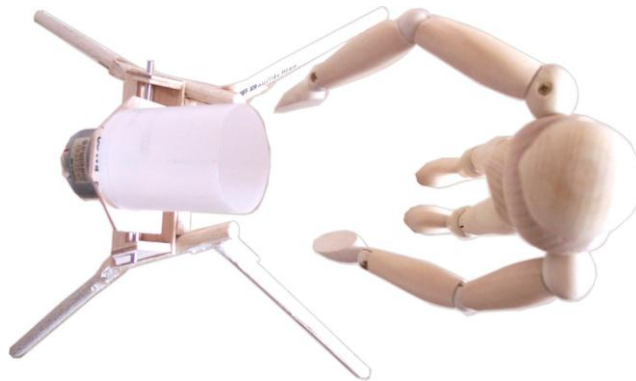
- El principio puede funcionar a una escala, pero la construcción y puesta a punto del mismo puede ser más compleja que la del principio por centrifugado.
- Las dimensiones de la mesa (área) se necesitaría una superficie mayor para poder desmucilaginar una cantidad de 2 kilogramos (que es la cantidad experimental que se propone).
- Dada la oscilación necesariamente tendría que prepararse el terreno en donde se ubicaría (por ejemplo: una placa de concreto que soporte la maquina) para que el funcionamiento fuese adecuado.
- Se requeriría un motor de más de 2HP (según la experiencia) lo cual incrementaría el consumo de energía y el nivel de tensión instalada (se requeriría una instalación a 220v) para efectuar el desmucilaginado.
- El costo de fabricación podría superar el límite propuesto.

2.2.2 Modelo 2. Centrifuga.

Una centrifuga es un aparato que aplica una fuerza centrífuga sostenida (esto es, una fuerza producida por rotación) para impeler la materia hacia afuera del centro de rotación. Este principio se utiliza para separar partículas.



Fotografía 21. Detalle del contenedor y la estructura



Fotografía 22. Vista superior. Modelo 2. Escala: 1:10

Tabla 14. Componentes Modelo 2. Centrifuga

Componente	Descripción	Detalle
1	Motor	9v corriente continua
2	Eje	Pin acero
3	Contenedor	Cilíndrico polietileno
4	Estructura	Balso cilíndrico - plano

Fuente: El autor

Centrifuga (*Fotografía 22*) con carga frontal, con acople directo al motor montado sobre una base, permite a las almendras con mucílago girar dentro del tambor desprender el mucílago que caería por gravedad a un contenedor (de uso comercial por ejemplo un recipiente para un galón) y descargar las almendras a un saco para ser llevadas a el lugar de fermentación.

Conclusiones:

- El principio es adecuado para el desmucilaginado, permite entregar por separado las almendras y el mucilago.
- Se necesitaría controlar la cantidad de mucilago por carga, es decir una carga 2kg cuanto tiempo de centrifugado requeriría.
- Esta forma permite controlar la cantidad de mucilago que se le retira a las almendras de manera más homogénea.
- La parte constructiva de cada de uno de los componentes seria sencilla y con procesos conocidos como torneado, fresado y soldado.
- Los cálculos estructurales y dinámicos de los componentes que interviene en el proceso serian sencillos.

2.3 EVOLUCION MODELOS 3D

Se modeló un usuario con base a los valores antropométricos de la sección 1.2.10.1 (figura 23), que permite mantener una relación de aspecto a medida que se ajustan y se detallan los componentes en busca de una propuesta final para este proyecto.

2.3.1 Modelo 3D - 1.

Se plantea un contenedor cilíndrico perforado (perforaciones 1/8") (Figura 15) sobre una estructura tubular con articulaciones que permita doblar (Figura 17,18) para facilitar su transporte, con un motor de acople directo al contenedor. Para ser cargado y descargado de almendras de manera frontal (Figura 16).

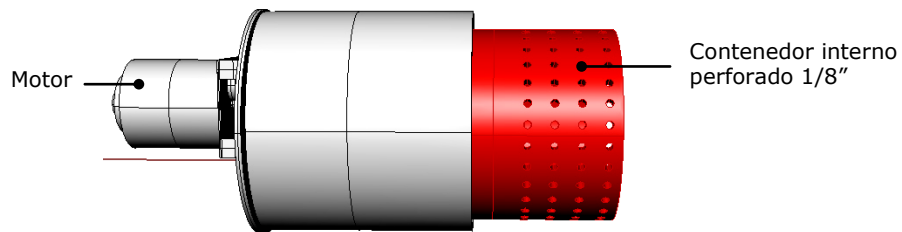


Figura 22. Contenedor cilíndrico. Modelo 3D - 1

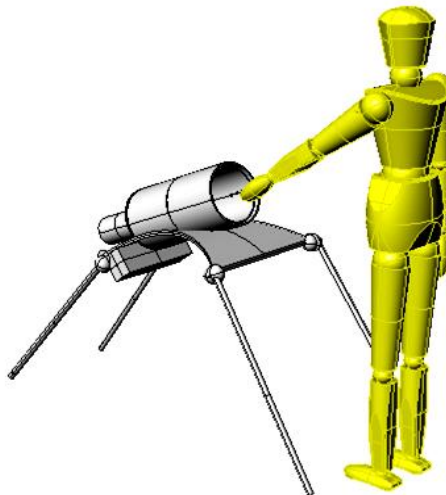


Figura 23. Ubicación del usuario

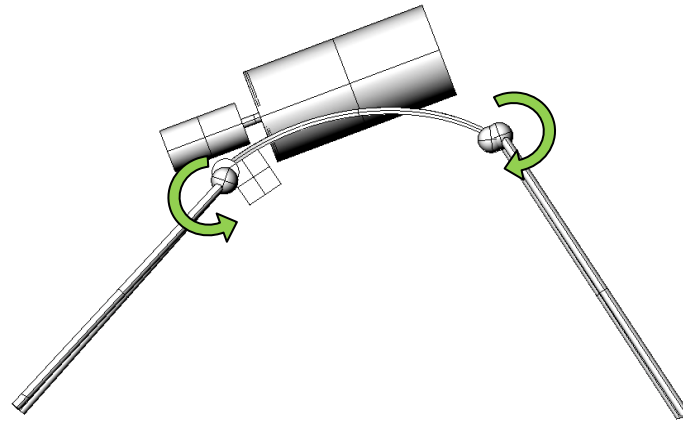


Figura 24. Vista lateral. Modelo 3D - 1

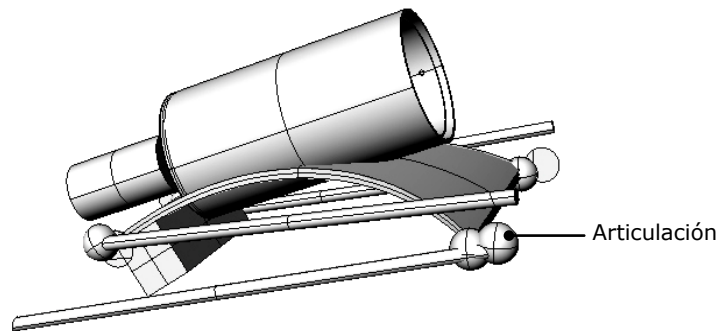


Figura 25. Isometría. Modelo 3D - 1

Conclusiones:

- La movilidad de la maquina estaría condicionada a :
Si encontramos fuentes de energía en el cultivo o si es necesario instalarlas.
La forma en que sería transportado hasta el punto de instalación.
La distancia que habría que recorrer y las condiciones del camino.
- El descargué del contenedor, una vez desmucilaginas las almendras, tendría que hacerse con la mano.

2.3.2 Modelo 3D – 2.

Contenedor cilíndrico perforado (perforaciones 3/16") para desmucilaginar por centrifugado (Figura 26) sobre una estructura tubular (Figura 27). Con un motor monofásico a 110v -220 y montado sobre una estructura que permita el giro del contenedor acoplado al motor para efectuar una carga vertical (Figura 29) y una descarga invertida (Figura 28) directa al contenedor de almendras desmucilaginas.

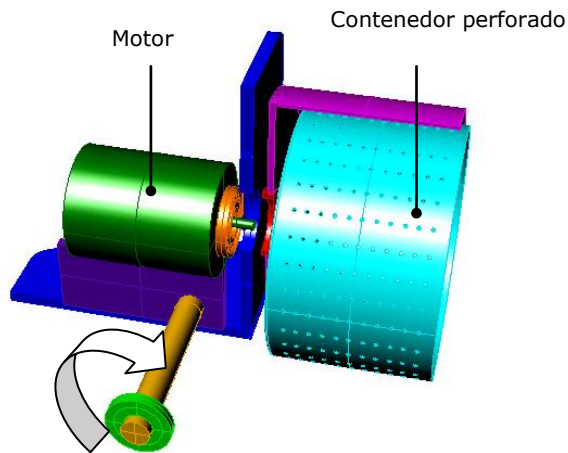


Figura 26. Isometría en corte longitudinal

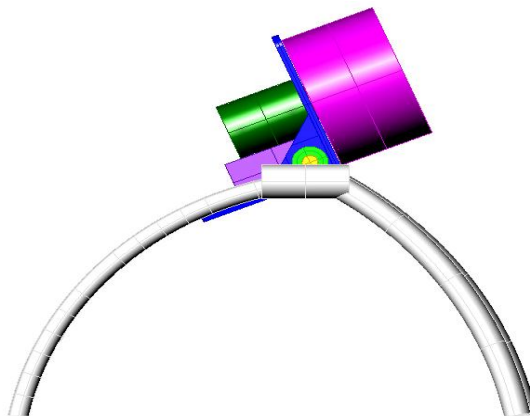


Figura 27. Vista lateral derecha

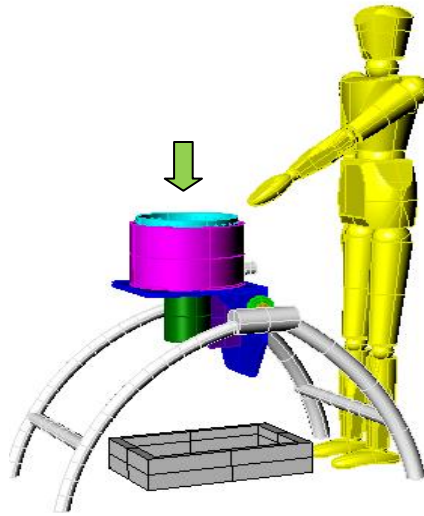


Figura 28. Ubicación del usuario

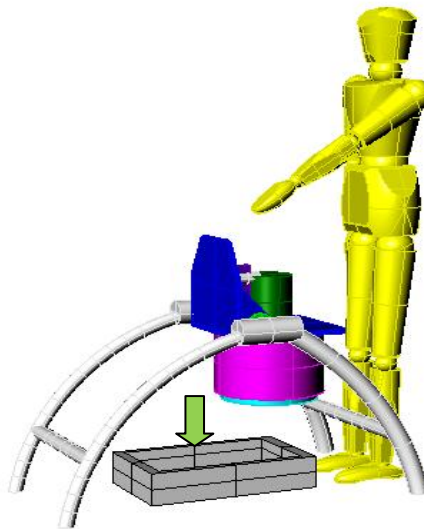


Figura 29. Ubicación del usuario

Conclusiones:

- Se necesitaría detallar un mecanismo que permita el giro completo del (motor + contenedores) para permitir el cargué y descargué de las almendras.
- Dentro de las variable que intervienen en el centrifugado (velocidad del motor - Diámetro del contenedor – tiempo de centrifugado). Se considera que la variable más sencilla de controlar por parte del usuario sería el tiempo de centrifugado.

2.3.3 Modelo 3D - 3

Estructura combinada en lámina, tubo de perfil rectangular y tubo cilíndrico (Figura 30), con un soporte para dos contenedores, uno para las almendras y otra para el mucilago (Figura 31). Contenedor interno cónico perforado para permitir una distribución mejor de las almendras durante el proceso de desmucilaginado por centrifugado, se carga a 45 grados, de acople directo al motor, montado sobre a una estructura que permite el giro (Figura 32,33).

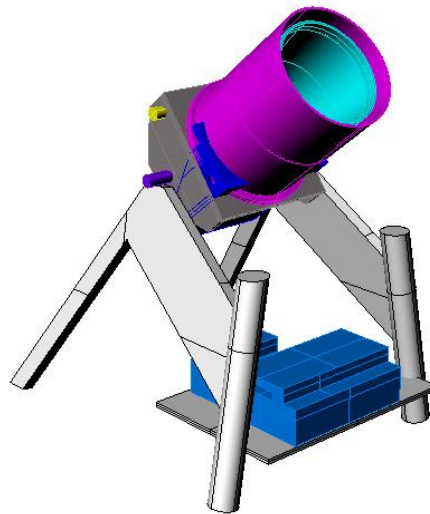


Figura 30. Isometría. Modelo 3D - 3

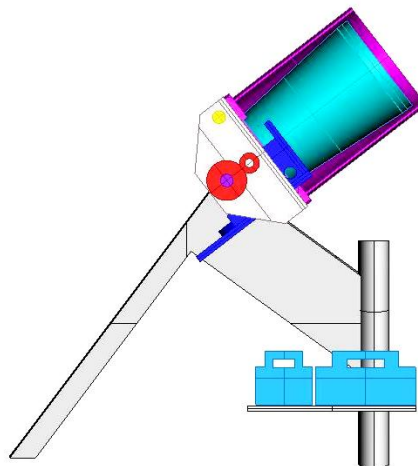


Figura 31. Vista lateral derecha en corte

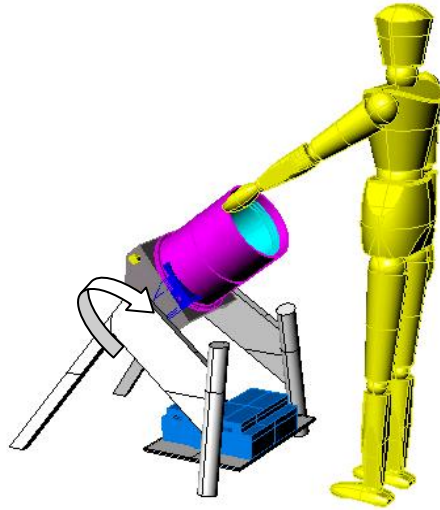


Figura 32. Isometría. Modelo 3D - 3

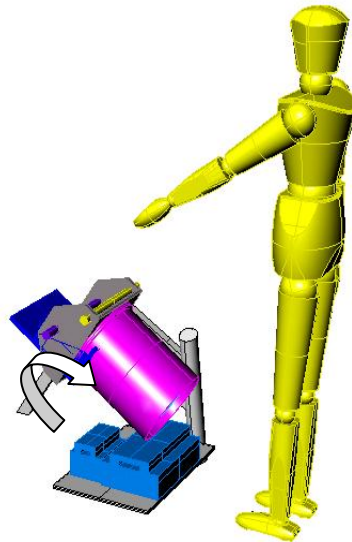


Figura 33. Isometría. Modelo 3D - 3

Conclusiones:

- Las conclusiones para el principio de desmucilaginado por centrifugado serian similares a la del modelo 3D-2 ... véase sección 2.3.2 ...
- La variación importante de este modelo está en la diferenciación de contenedores, uno para el mucilago que caería por gravedad por medio de un tubo y otro para las almendras que se descargarían por gravedad.

2.3.4 Modelo 3D – 4.

Se define la estructura en tubo de perfil rectangular de 1" por 2", con una forma desarrollada apartir de la silueta de la mantis (*Figura 34*)... véase sección 2.1.2 boceto1...

El contenedor cilíndrico perforado con dos posiciones, de carga a 45 grados respecto a lo horizontal y descargar a 45 grados bajo la horizontal (*Figura 36,37*)
Contenedor rectangular perforado para recibir las almendras y el mucilago (después de un tiempo de centrifugado) y luego ser envasados por separado.

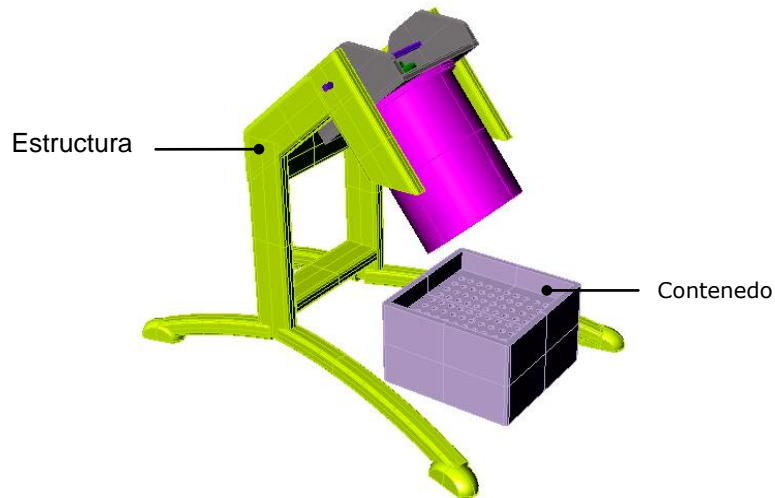


Figura 34. Isometría modelo 3D - 4

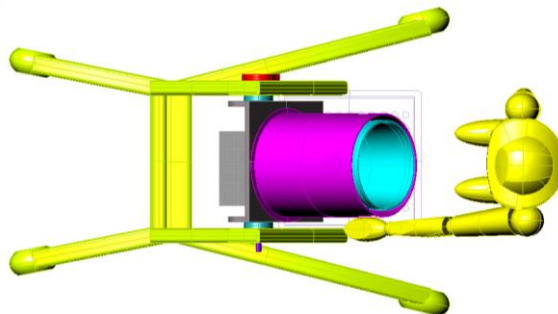


Figura 35. Vista superior

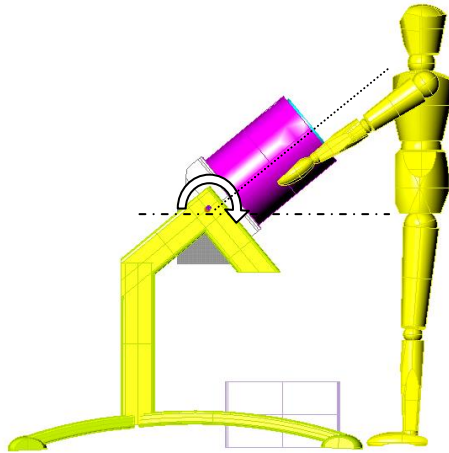


Figura 36. Vista lateral derecha

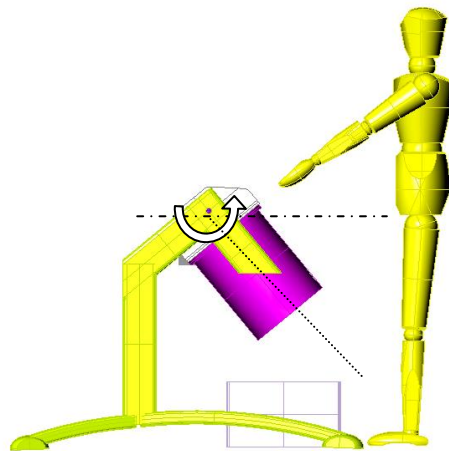


Figura 37. Vista lateral derecha

Conclusiones:

- Se mantendrá esta estructura para la propuesta final de este proyecto.
- Se debe evolucionar en los contenedores para los dos subproductos (almendras, mucilago).

2.3.5 Modelo 3D- 5

Se cambia el diseño cilíndrico del contenedor por un diseño cónico que permita un cambio en la fuerza centrífuga a medida que aumenta el radio del cono (Figura 38). Se agrega un soporte para el contenedor de mucilago (Figura 39 - podría ser una garrafa de uso comercial para un galón aproximadamente 4litrios).



Figura 38. Isometría. Modelo 3D- 5

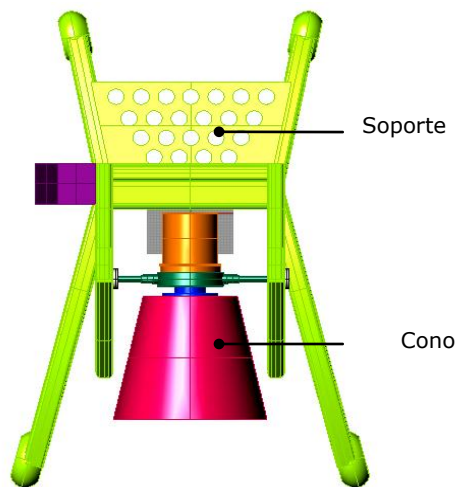


Figura 39. Vista superior. Modelo 3D - 5

2.3.6 Modelo 3D - 6

Se plantea un cambio en el diseño, se retoma el desmucilaginado por abrasión. Eje cilíndrico con fibras de polietileno que gira por medio de un acople al motor (Figura 40). Con un contenedor externo cilíndrico fijo (Figura 36), un punto de carga superior y una salida de mucilago por la parte inferior por medio de una manguera a un contenedor de uso comercial (Figura 36).



Figura 40. Isometría. Modelo 3D - 6

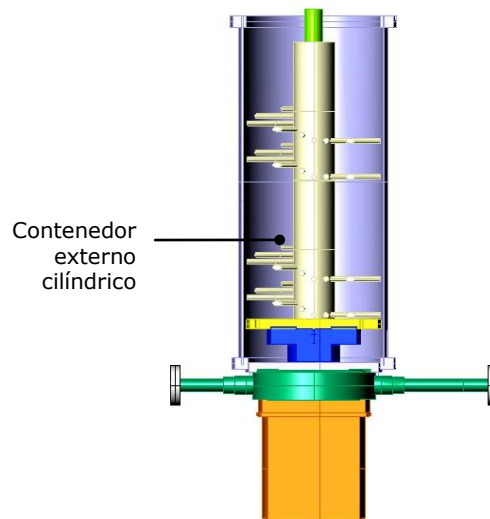


Figura 41. Corte longitudinal.

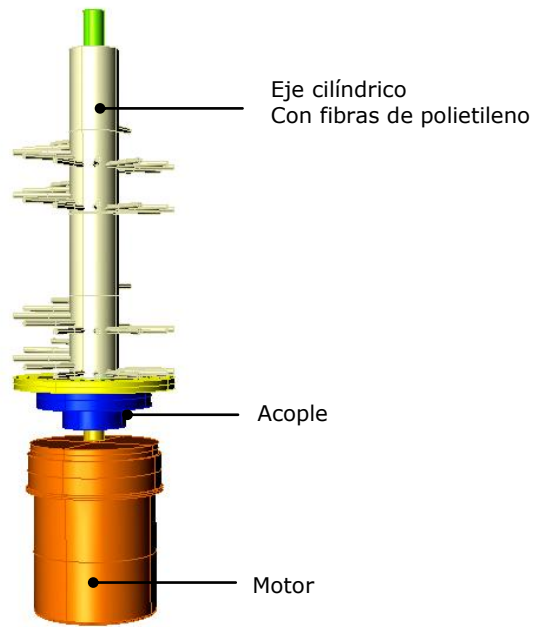


Figura 42. Detalle del motor y el eje con fibras

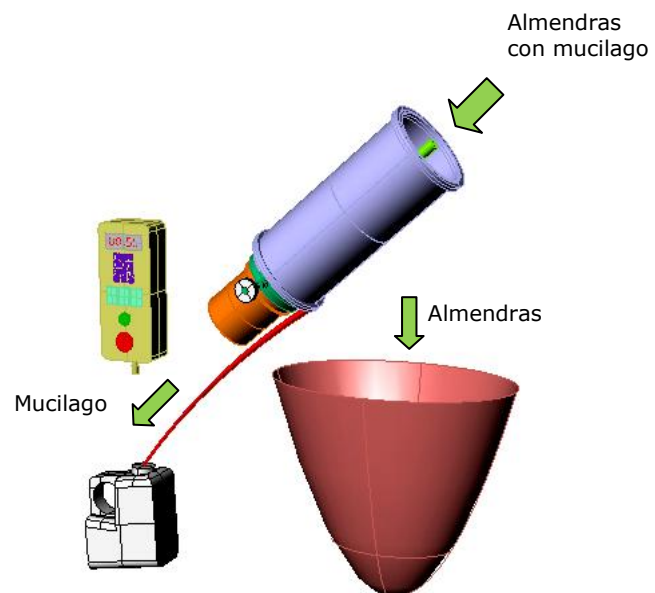


Figura 43. Modelo 3D -6. Sin estructura

2.4 DESARROLLO DE MODELOS FUNCIONALES

De los modelos anteriores, se desarrollan tres modelos funcionales con materiales reales para efectuar pruebas. Se construye un dispositivo de accionamiento para impulsar los modelos y controlar la prueba por temporizado (es importante controlar la cantidad de mucilago que se le retira a las almendras) de las dos posibles variables tiempo de desmucilaginado y velocidad del motor. Se selecciona controlar el tiempo de alimentación del motor por encontrarse en el mercado tarjetas (Main Board) que permiten realizar esta función.

2.4.1 Dispositivo de Accionamiento. (Para: Modelo 1- Modelo 2- Modelo 3)

Se construyo un dispositivo (*Figura 44,45*) que permita accionar dos tipos de cilindros con diferentes perforaciones y un mecanismo de rodillo con cerdas, con el objetivo de analizar el comportamiento de las almendras durante el proceso de desmucilaginado por centrifugado y abrasión.

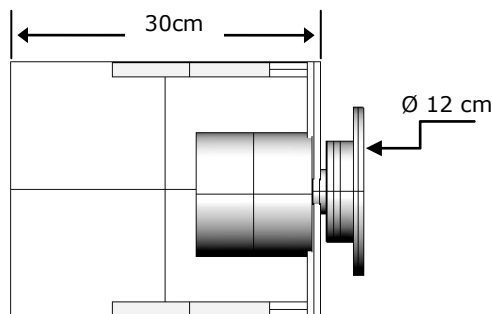


Figura 44. Vista superior. Dispositivo de accionamiento

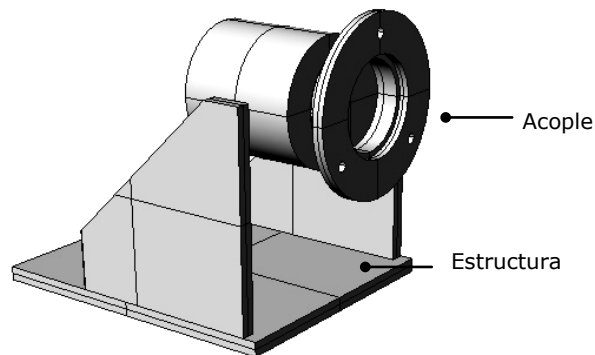
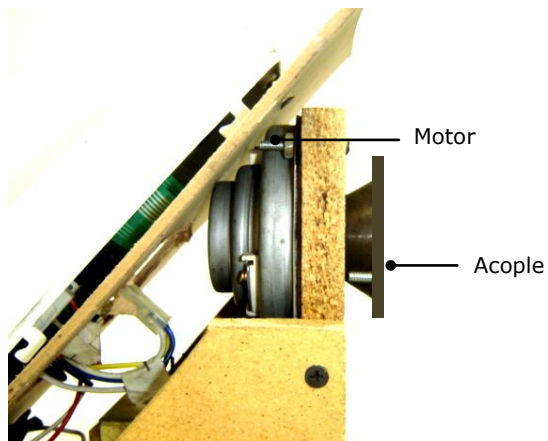
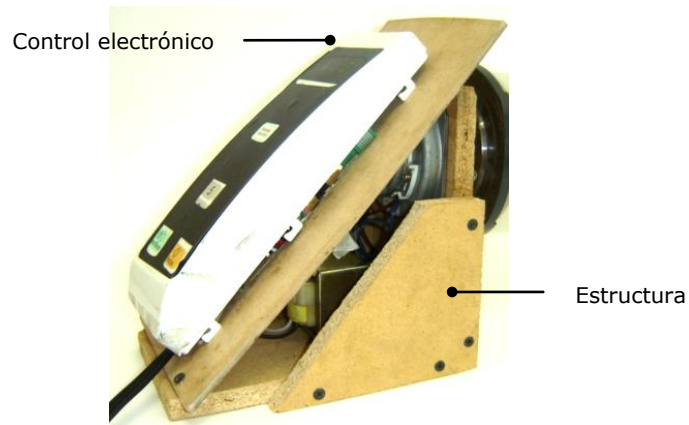


Figura 45. Dispositivo de Accionamiento



Fotografía 23. Vista lateral Dispositivo de accionamiento



Fotografía 24. Vista posterior. Dispositivo de accionamiento

Tabla 15. Componentes del Dispositivo de Accionamiento

COMPONENTE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
1	ESTRUCTURA	Aglomerado de 18mm
2	MOTOR	1/32 HP – 24 v
3	ACOPLE	Cono en hierro / diámetro 12cm
4	CONTROL	Display LED - 110V - MICRO
5	TRANSFORMADOR	De 120 v a 24 v
6	DIODO	Rectificador DC - AC

2.4.2 Condiciones de la prueba.

(Para: Modelo 1- Modelo 2- Modelo 3)

Se tomaron tres frutos de cacao (cacotas o mazorcas de cacao) (Fotografía 25): De los cuales se extrajeron las almendras para las tres pruebas.



Fotografía 25. Muestras de cacao

Tabla 16. Características físicas de los frutos y almendras utilizados en la prueba

MUESTRA	DM	dm	Peso	Peso almendras	N. Almendras
1	263 mm	110 mm	660 gr	265 gr	35
2	223 mm	97 mm	420 gr	237 gr	31
3	212 mm	83 mm	390 gr	183 gr	25
TOTALES				685 gr	91



Fotografía 26. Cacota en corte longitudinal



Fotografía 27. Almendras con mucilago

Se efectuó la prueba a temperatura ambiente de 23°C bajo techo a una altura sobre el nivel del mar 959 m.

Se instaló el modelo funcional sobre un banco de trabajo plano de 70cm de altura y se fijó con dos prensas en "C".

Se utilizó una toma de corriente alterna de 110v.

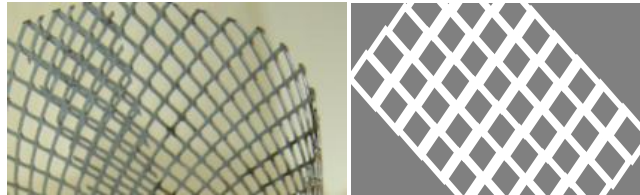
Se cargaron tres contenedores con 200gr de almendras con mucilago (extraídas de tres frutos de cacao distintos. total: 685 gr y con 3 minutos de desgrulladas (Fotografía 26,27).

Se utilizó como instrumentos de medición un a gramera y un jeringa con divisiones en cm².

Se solicitó a un usuario (sin ningún tipo de entrenamiento) que cargara el modelo y diera la función de inicio.

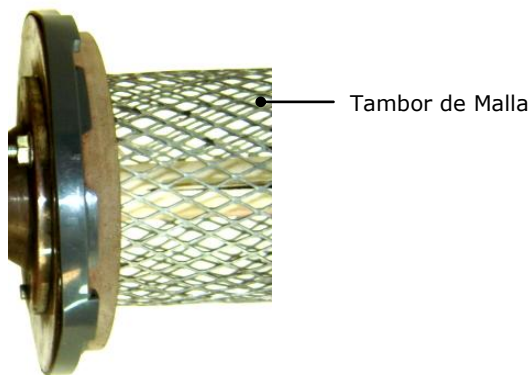
2.4.3 Modelo Funcional Cilindro1.

Prueba con cilindro de malla (*Fotografía 28*). Se utilizó un motor de 1/32 HP a 24 voltios de corriente continua de acople directo al contenedor de malla con vacíos en forma de paralelogramo.

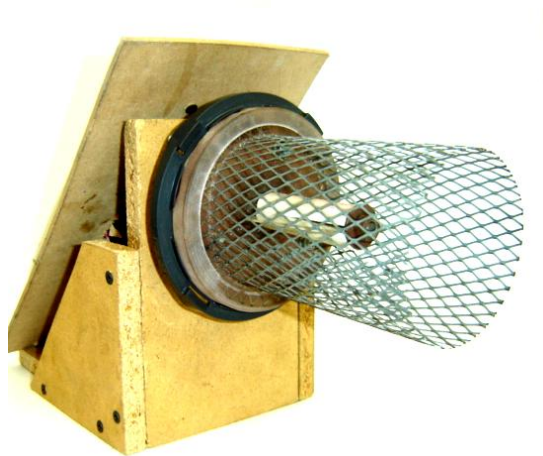


Fotografía 28. Detalle de la malla

Tambor Malla con trama en forma de paralelepípedos de 8mm de lado.



Fotografía 29. Detalle tambor de malla



Fotografía 30. Modelo 1 acoplado al dispositivo

Tabla 17. Componentes de Modelo Funcional 1

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	MOTOR	1/32 HP – 24 v
2	PANEL FUNCIONES	Temporizador / Electrónico
3	ACOPLE	Cono en hierro
4	CILINDRO 1	De maya Paralelogramos de 10 mm lado
5	CONTENEDOR	Cilíndrico de polietileno
6	TRANSFORMADOR	De 120 v a 24 v

2.4.3.1 Prueba Cilindro 1. Centrifugado.

Se utilizaron como parámetros fijos la velocidad del motor y la carga (200 gr de almendras (*Fotografía 31,32*) se varió el tiempo de centrifugado. Se generó la siguiente tabla de resultados: Carga 1 (200gr de almendras).



Fotografía 31. 200gr de almendras con mucilago dentro de contenedor



Fotografía 32. Tambor de malla cargado

Tabla 18.Observaciones de la prueba 1

PRUEBA	CARGA	TIEMPO	MUCILAGO	OBSERVACIONES
1	0 gr	5 s	0 cm ²	Se observó la oscilación del acople de los elementos del modelo con el panel de funciones.
2	0 gr	10 s	0 cm ²	La excentricidad en el modelo produce vibraciones.
3	200gr	5 s	0.5 cm ²	El principio de centrifugado para la separación del mucílago de la almendra funciona a un en un corto tiempo.
4	200gr	10 s	0.5 cm ²	Se mantiene la cantidad de mucílago, las almendras se agrupan en una sola parte del tambor.
5	200gr	10 s	1.5 cm ²	Las almendras no tienen un movimiento de rotación y permanecen adheridas a la malla del tambor. <i>(Fotografía 33)</i>
6	200gr	10 s	1.5 cm ²	Las almendras no sufren ningún tipo de daño o partidura.
7	200gr	30 s	2.5 cm ²	Aumenta la cantidad de mucílago retirado.
				El desmucilaginado no es homogéneo en la superficie de la almendra.
				No es posible descargar el tambor por gravedad, la almendras permanecen adheridas a la malla.
Tiempo total de la prueba sin carga				15 segundos.
Tiempo total de la prueba con carga (200gr de almendras con mucílago)				90 segundos



Fotografía 33. Almendras adheridas al tambor

Tabla 19. Resultados Prueba Modelo Funcional cilindro 1

1	Total de mucílago extraído (<i>Fotografía 34, 35</i>).	7.5 cm ²
2	Peso de la almendras desmucilaginasdas.	193 gr



Fotografía 34. Mucilago después de la prueba



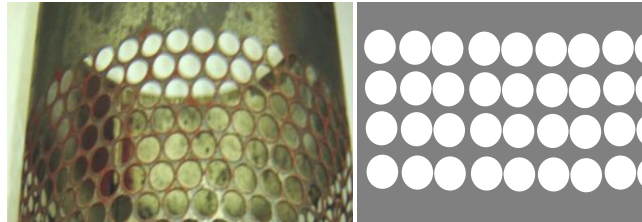
Fotografía 35. Mucilago extraído

Conclusiones:

- El principio de desmucilaginado por centrifugado es adecuado porque retira parte del mucilago y conserva intactas las almendras.
- El material con el que se fabrico el contenedor cilíndrico no es el más adecuado porque favorece un entrapamiento de las almendras.
- El desmucilaginado no es homogéneo para toda la superficie de la almendra.
- Una vez se suspende la corriente de alimentación

2.4.4 Modelo Funcional Cilindro 2.

Prueba con Cilindro de Lámina perforada diámetro del contenedor 17 cm y altura de 25 cm (*Fotografía 37*) diámetro de las perforaciones 8 mm (*Fotografía 36*).



Fotografía 36. Tambor en lámina perforada de forma circular. Fuente: el autor

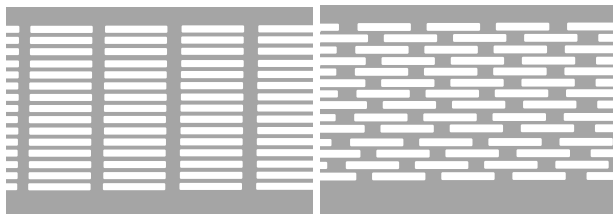
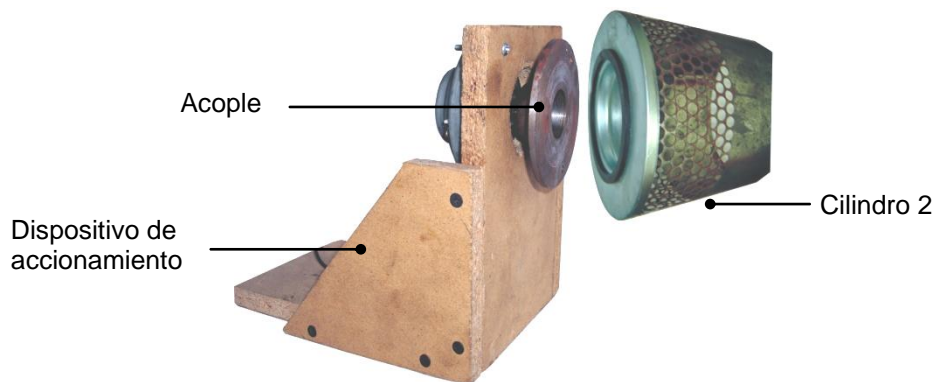


Figura 46. Malla en columnas Malla en zig – zag

Otros tipos de mallas y láminas perforadas (*Figura 46*) de uso comercial (acero, cobre, aluminio)... véase Anexo A...



Fotografía 37. Detalle del contenedor



Fotografía 38. Detalle del acople del contenedor al dispositivo

Tabla 20. Componentes Cilindro 2.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	MOTOR	1/32 HP – 24 v
2	PANEL FUNCIONES	Temporizador / Electrónico
3	ACOPLE	Cono en hierro
4	CILINDRO 2	De lamina perfora 8mm
5	CONTENEDOR	Cilíndrico de polietileno
6	TRANSFORMADOR	De 120 v a 24 v

Se inicia la prueba verificando un adecuado acople entre el cilindro 2 y el motor, encontrando una excentricidad demasiado grande (cerca de 5cm), lo cual causa que se deba nuevamente perforar y centrar el cilindro 2 a el acople (fotografía 38).

Se utilizó una carga de 200gr de almendras con mucilago con 10 minutos de desgrulladas, se instala el tambor en el acople con tres pernos y se carga de forma lateral.

Tiempo inicial de con carga de 5s de forma lateral, se observa que esta posición no es la más adecuada por que las almendras tienden a salir se del contenedor, por tal motivo se cambia a una posición vertical del contenedor obteniendo mejores resultados.

Se da un tiempo a la prueba sin carga de 20 s, para revisar el comportamiento de los componentes y de 90 segundos con carga de 200 gr de almendras con mucilago para analizar el comportamiento de las almendras dentro de este tipo de contenedor cilíndrico de lámina con perforaciones.

2.4.4.1 Prueba Cilindro 2. Centrifugado.

Parámetros fijos la velocidad del motor y la carga (200 gr de almendras), se vario el tiempo de centrifugado. Se generó la siguiente tabla de resultados:

Tabla 21.Observaciones de la prueba 2

PRUEBA	CARGA	TIEMPO	MUCILAGO	OBSERVACIONES
1	0 gr	5 s	0 cm ²	Se observó una oscilación del acople.
2	0 gr	5 s	0 cm ²	La excentricidad en el modelo produce vibraciones.
3	200gr	5 s	0.5 cm ²	Las almendras realizan un recorrido sobre el tambor.
4	200gr	5 s	0.2 cm ²	Algunas se figan en los agujeros del tambor.
5	200gr	10 s	0.3 cm ²	El mucilago permanece adherido a la pared del cilindro 2 en donde no hay perforaciones.
6	200gr	10 s	0.5 cm ²	Algunas almendras tienden a salir del contenedor
7	200gr	10 s	0.5 cm ²	Se mantiene la cantidad de mucílago, las almendras se agrupan en una sola parte del tambor.
8	200gr	10 s	1 cm ²	Las almendras no tienen un movimiento de rotación y permanecen adheridas a la malla del tambor.
9	200gr	10 s	1.2 cm ²	El desmucilaginado no es homogéneo en la superficie de la almendra.
10	200gr	30 s	2 cm ²	Desprendieron cierta cantidad sin importar si se centrifugan más tiempo



Fotografía 39. Mucilago en el contenedor después de la prueba



Fotografía 40. Almendras desmucilaginadas

Tabla 22. Resultados Prueba Modelo Funcional 2.

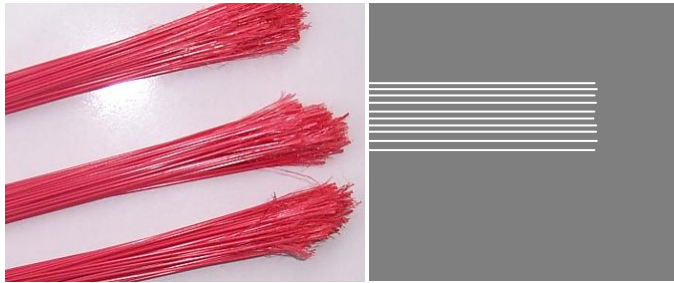
1	Total de mucílago extraído.	5.2 cm ²
2	Peso de la almendras desmucilaginadas. (Fotografía 40)	195gr

Conclusiones:

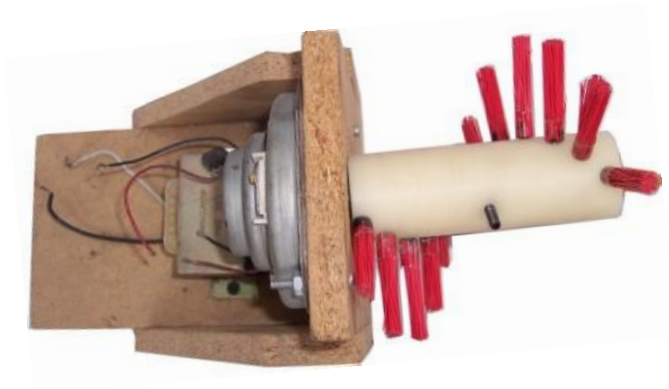
- Los resultados de la prueba son similares a los obtenidos con el Modelo Funcional Cilindro 1.
- Al aumentar el diámetro del contenedor las almendras rotan mas dentro del mismo, aunque a un se acumulan después que el motor alcanza una velocidad constante.
- Después de 60 segundos en la prueba no aumenta la cantidad de mucilago desprendido.

2.4.5 Modelo Funcional Cilindro 3. Abrasión.

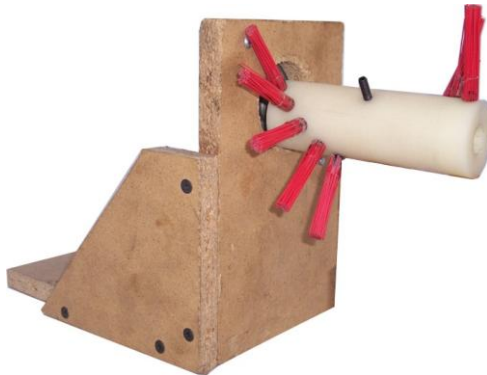
Prueba 3 con un eje cilíndrico de duralon al cual se acoplaron de forma perpendicular fibras de polietileno formando un cepillo en espiral.



Fotografía 41. Cepillos de eje cilíndrico cerdas de polipropileno



Fotografía 42. Vista superior Modelo 3



Fotografía 43. Acople del eje con el dispositivo de accionamiento

2.4.5.1 Prueba Modelo Funcional cilindro 3

Parámetros fijos la velocidad del motor y la carga (200 gr de almendras), se varía el tiempo de centrifugado.

Tabla 23. Observaciones de la prueba 3

PRUEBA	CARGA	TIEMPO	MUCILAGO	OBSERVACIONES
1	0 gr	5 s	0 cm ²	Se observo que la velocidad del motor para este modelo puede ser demasiado alta.
3	200gr	5 s	0.5 cm ²	Las almendras realizan un recorrido sobre el eje dentro del contenedor externo.
4	200gr	5 s	0.5 cm ²	Algunas almendra permanecen en la parte baja del contenedor.
5	200gr	10 s	0.5	El mucilago es desprendido de las almendras por las fibras de polietileno y golpea contra el contenedor externo acumulándose en la parte baja del mismo.
6	200gr	10 s	0.5 cm ²	Las almendras tienden a seguir el recorrido de la espiral formada por las fibras sobre el eje.
7	200gr	10 s	1.2 cm ²	Las almendras No presentan daño o partidura.
8	200gr	30 s	2 cm ²	El desprendieron de mucilago fue más uniforme en cada una de las almendras.

Tabla 24.Resultados Prueba Modelo Funcional 3.

1	Total de mucílago extraído.	5.1 cm ²
2	Peso de la almendras desmucilaginasdas.	192 gr

Conclusión:

- Aunque la cantidad de mucilago desprendida a las almendras es mayor que en los modelos anteriores, la mayor parte del mismo permaneció en las fibras de polietileno con las que se conformo el cepillo en espiral.

2.5 EVALUACION DE MODELOS FUNCIONALES

Tabla 25. Valoración de Modelos contra requerimientos.

	REQUERIMIENTO		MODELO		
			M.1	M.2	M.3
FUNCIONALES	1	Adaptarse a los diferentes tamaños de almendras.	4	4	4
	2	Capacidad de procesamiento de cacotas por minuto para una cantidad experimental (2 Kg. / minuto, de almendras desgrullada).	0	0	0
	3	Entregar por separado el mucílago, las almendras.	5	2	2
	4	Debe adaptarse a los diferentes tipos de energía (110v -220v) disponibles en la zona.	5	5	5
	5	Operación silenciosa.	0	0	0
	6	Conserva los requisitos de calidad para las almendras.	4	3	3
	7	Controla la cantidad de mucílago que se le retira a las almendras.	3	2	2
	8	Debe permitir la transportación de todos los componentes – movilidad.	4	4	4
FORMALES O DE USO	9	De fácil limpieza.	4	3	4
	10	Debe ser de fácil mantenimiento – reparación sencilla.	3	4	3
	11	Número de operaciones que debe realizar el operario.	3	3	3
	12	Elementos de seguridad.	4	4	4
	13	Formas estéticas y atractivas (desarrolladas a partir del a mantis).	3	3	3
	14	Operación obvia - manejo sencillo.	0	0	0
	15	Colores adecuados (utilizar recursos de biónica formal).	0	0	0
DIMENSIONALES	16	La altura de alimentación del sistema (la tolva).	0	0	0
	17	Debe controlar uno volumen que permita el transporte en estibas.	0	0	0
	18	Controlar el peso total de cada modulo, en lo posible menor a 40 Kilogramos.	0	0	0
	19	Tamaño del motor	0	0	0
COSTO	20	Costos máximos de fabricación en un rango \$ 1.000.000 - \$ 2.000.00 pesos Colombianos por unidad.	0	0	0
	21	Debe ser un modulo básico, que permita la adecuación de varios tipos de energía.	4	2	4
ESTRUCTURALES	22	Utiliza la infraestructura con la que cuentan los pequeños productores de cacao.	4	3	4
	23	Utilizar motores monofásicos a 110v -220v	5	0	5
	24	El modulo elementos estructurales que faciliten su transporte	2	3	2
MA TE RIA	25	Utilizar partes Standard.			

	26	Debe ser Materiales anticorrosivos o con recubrimientos.	4	5	4
CONSTRUCTIVO	27	Se debe mantener el mínimo de componentes.	4	3	4
	28	Utilizar procesos de fabricación de poca complejidad y tecnología de la región.	3	4	3
		TOTAL	68	57	63

Conclusiones:

- Por observación de las pruebas (modelo1, modelo 2, modelo 3) anteriores se determina que la mejor posición para el usuario es de pie, al costado de los dispositivos.
- La capacidad de procesamiento (desmucilaginado de almendras por minuto), se podrá medir de forma fiable hasta el momento en que se construya un modelo funcional de desmucilaginado por centrifugado el cual es el modelo que obtuvo el mayor puntaje en la valoración de requerimientos.
- En los procesos de fabricación utilizados hasta el momento las maquinas herramientas son de uso conocido (torno – taladro de árbol) los procesos de baja complejidad, por ejemplo torneado y fabricación de piezas en resina poliéster.
- Se determinó durante estas pruebas que la variable de más fácil control por el usuario será el tiempo de alimentación del motor, para lo cual se utilizó un dispositivo electrónico de fácil consecución y bajo costo. Selecciona esta tarjeta de control para iniciar el desarrollo del panel de control.

2.6 CONSTRUCCION MODELO 3D-5

Construcción de un molde en cartón paja, para vaciar resina poliéster con una carga de carbonato calcio, metacrilato en polvo (relación de la mezcla 1- 1/2- 1/16). Con el objetivo de crear una masa cónica que posteriormente será rectificada en el torno. (Fotografía 44)

Una vez rectificad el contenedor cónico (*dimensiones del cono Figura 47*) se efectúan las pruebas acoplado a un motor de $\frac{1}{4}$ HP, y determinar si este principio desmucilaginado es válido.

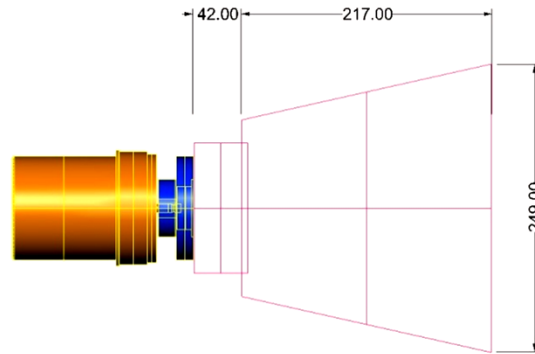


Figura 47. Dimensiones del contenedor cónico



Fotografía 44. Torneado contenedor cónico



Fotografía 45. Vista superior. Modelo 3D-5



Fotografía 46. Fractura del contenedor cónico durante las pruebas

Se concluye de este modelo que:

- El principio de centrifugado dentro de un contenedor cónico funciona.
- El proceso constructivo es mucho más complejo que el de un contenedor cilíndrico.
- Es más difícil de controlar las oscilaciones y vibraciones en el modelo.
- El modelo se fractura en la prueba como consecuencia de un golpe con los laterales de la estructura.
- Se mantiene la estructura y el desarrollo de los acoples del motor, pero se revisa la alternativa de desmucilaginado por abrasión para el desarrollo del modelo final.

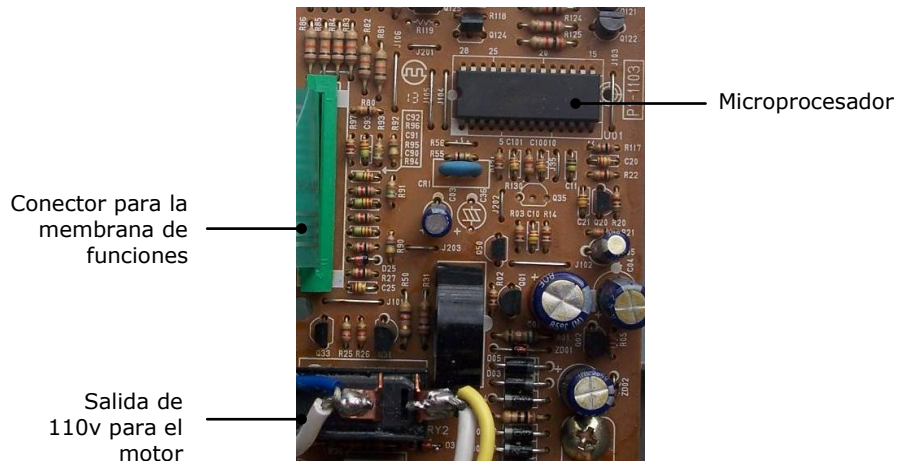
2.7 DISEÑO DEL PANEL DE CONTROL

2.7.1 Selección de la Tarjeta de Control.

Se utiliza una tarjeta de control (Main Board) diseñada y fabricada por LG Electrones .INC, de referencia (P1-1101) (*Fotografía 44*), con un microprocesador (ref. 01ZZW5A163D) de 24 pines que realiza las funciones de control – temporizador, con Display de led. Alimentada con corriente continúa de 110v, con tres salidas de corriente igualmente a 110 v (*Fotografía 45*).



Fotografía 47. Tarjeta de control P1-1101



Fotografía 48. Detalle de la tarjeta de control

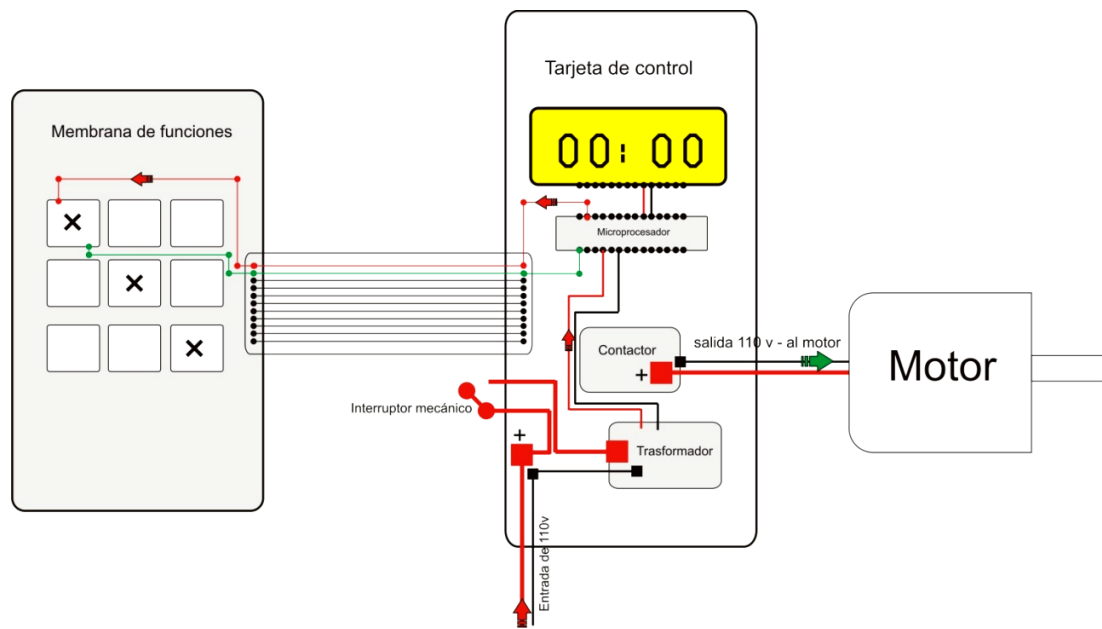
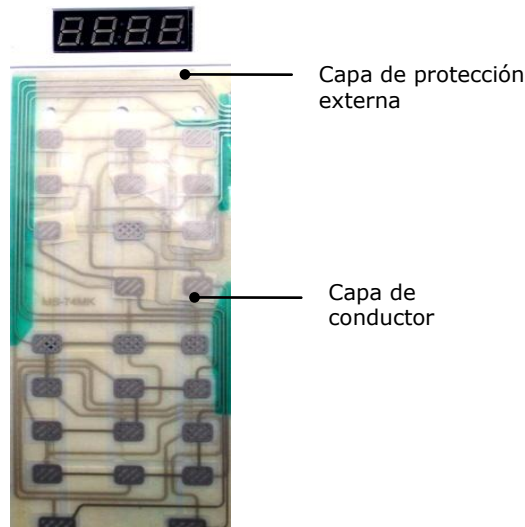


Figura 48. Esquema del funcionamiento eléctrico y electrónico de la tarjeta de control

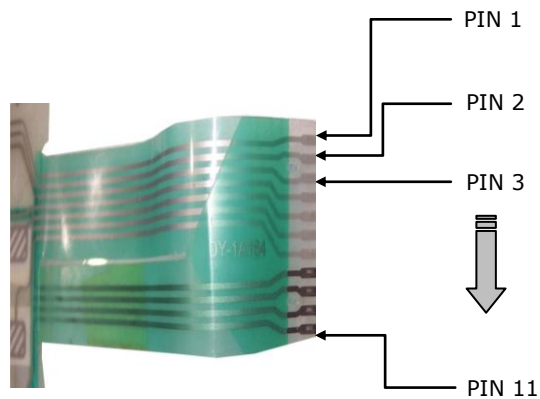
2.7.2 Membrana de Funciones.

Se selecciona una membrana de funciones de 4 capas (2 capas de protección externas – 2 capas de conductores) (Fotografía 49).

Se disponen los elementos (función de inicio rápido / números 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0 / Inicio / Parada). Con una cinta de datos de 11 pines que lleva los pulsos eléctricos a la tarjeta de control (P1-1101). (Fotografía 50).



Fotografía 49. Membrana de Funciones



Fotografía 50. Cinta de datos

Diagrama de conexiones de la membrana de funciones. (Figura 49)

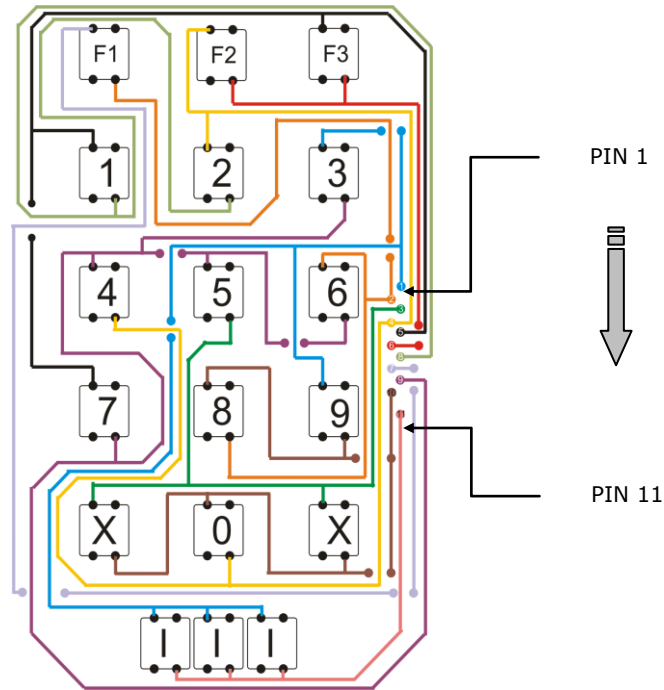


Figura 49. Diagrama de conexiones de la membrana de funciones

Tabla 26. Tabla Distribución de conexiones

FUNCION	PIN PULSADOR CAPA 1	PIN PULSADOR CAPA 2
30s	7	2
1	8	5
2	8	4
3	9	1
4	9	4
5	9	3
6	9	2
7	9	5
8	10	2
9	10	1
0	10	4
INICIO	11	1
PARAR	11	2

Fuente: El autor

2.7.3 Diseño Display.

Se parte de la tarjeta de control...véase sección 2.4.1..., teclado numérico convencional de 10 números más un inicio. Se llega a un Display de led (Figura 50,51). Se desarrollo una forma coherente con la estructura de la maquina y el desarrollo del modulo creado...véase sección 2.1.2...

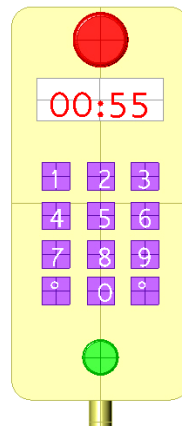


Figura 50. Vista frontal



Figura 51. Isometría

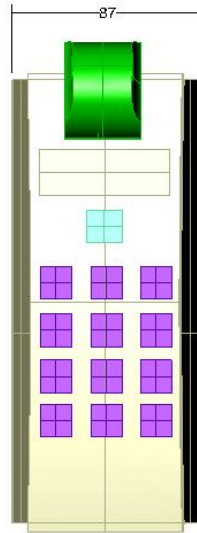


Figura 52. Vista frontal

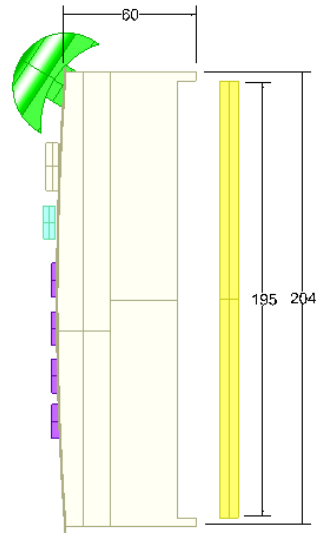


Figura 53. Vista lateral

Construcción de carcasa en acrílico y resina poliéster (*Fotografía 51*) que pueda alojar la tarjeta de control, la membrana de funciones y el Display de led.



Fotografía 51. Construcción carcasa

Desarrollo del botón de encendido / apagado. Utilización del modulo creado apartir de la cabeza de la mantis. (Figura 54,55).



Figura 54. Isometría. Botón de inicio

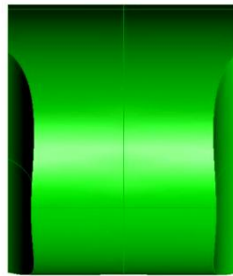


Figura 55. Vista frontal. Botón de inicio

Geometrizacion de la forma de la cabeza de la mantis para diseñar la indicación de encendido (arriba) y apagado (abajo).

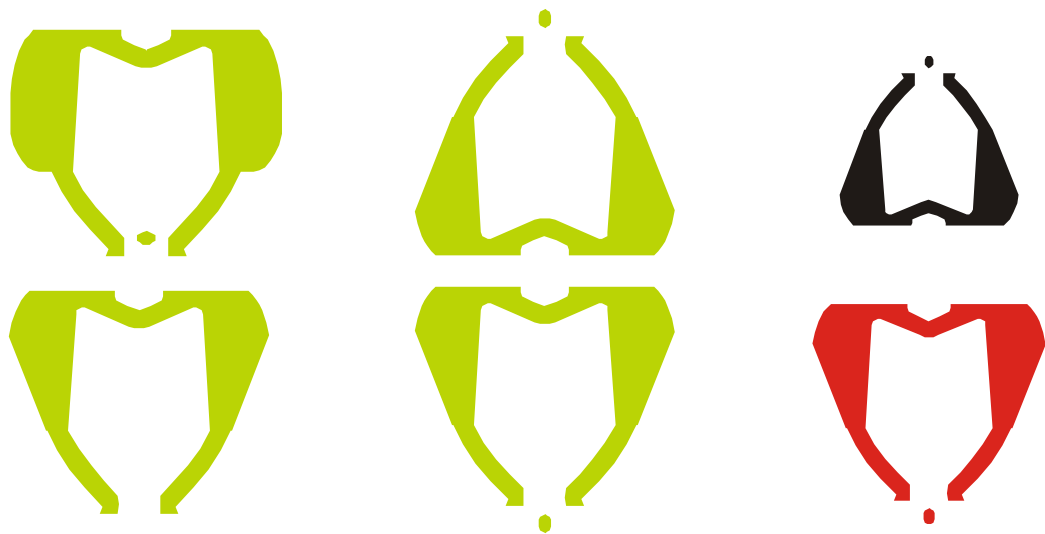


Figura 56. Modulo

3. COMUNICACIÓN

Se opta por la construcción del modelo 3D-6. Como prototipo experimental y modelo final de este proyecto, pero no se pretende que sea la solución última ni la más óptima tan solo un punto de partida para un sistema más complejo.

3.1 ISOMETRIA MODELO FINAL 3D-6

Corte longitudinal, de la estructura, el contenedor y el sistema de desmucilaginado modelo final **3D -6**. (Figura 57).

Tabla 27. Descripción piezas principales

N. Parte	Descripción	Material
1	Tapa 1	Acrílico
2	Eje central	Aluminio
3	Eje Cepillo	Duralon -poliéster
4	Tapa 2	Acrílico
5	Tapa 3	Acrílico
6	Manguera	Polietileno
7	Estructura	Acero 1020
8	Contenedor 1	PET
9	Panel Control	Poliéster
10	Motor	Aluminio
11	Soporte motor	Aluminio - acero
12	Acople	Aluminio
13	Contenedor 2	Acrílico

MODELO 3D-6

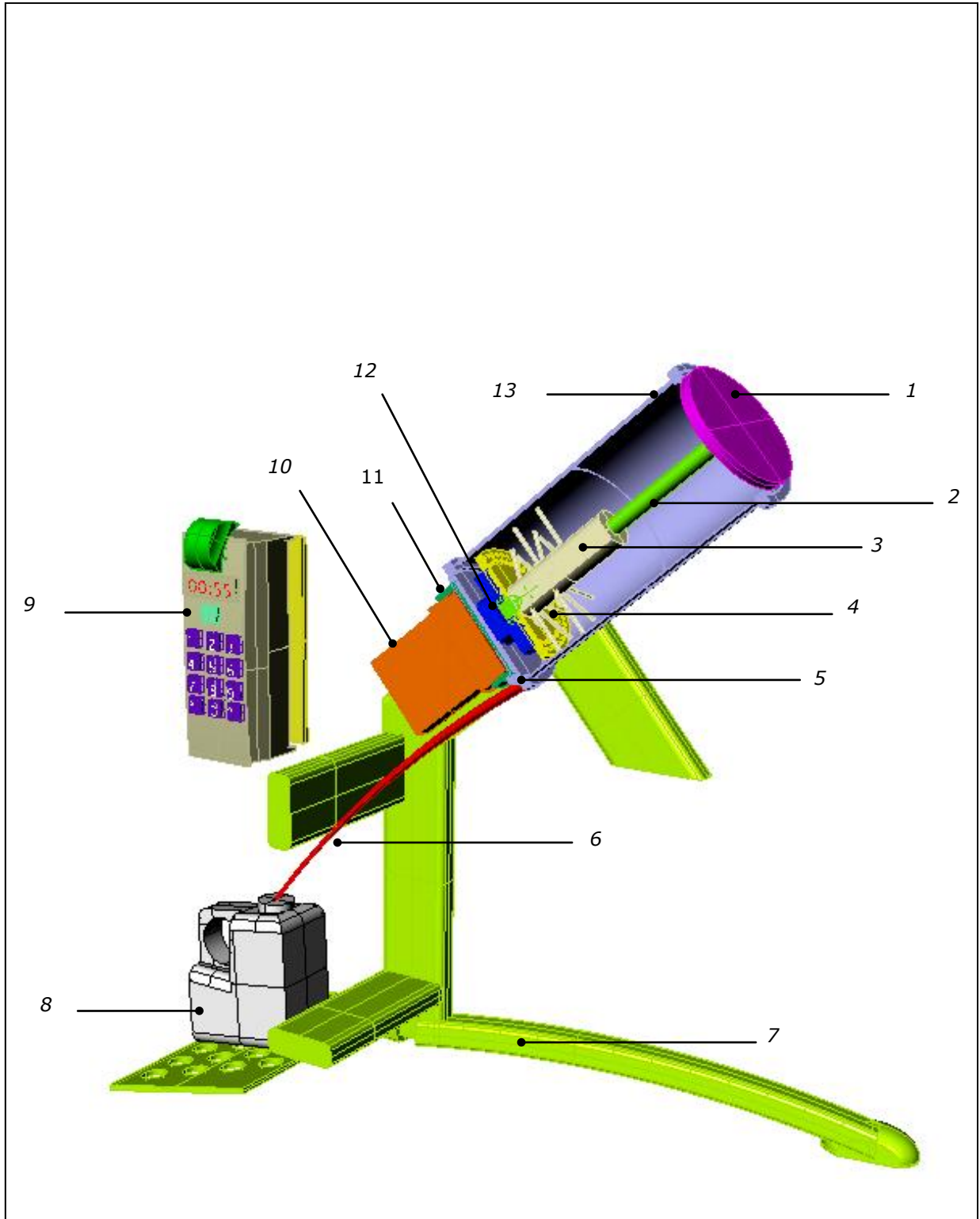
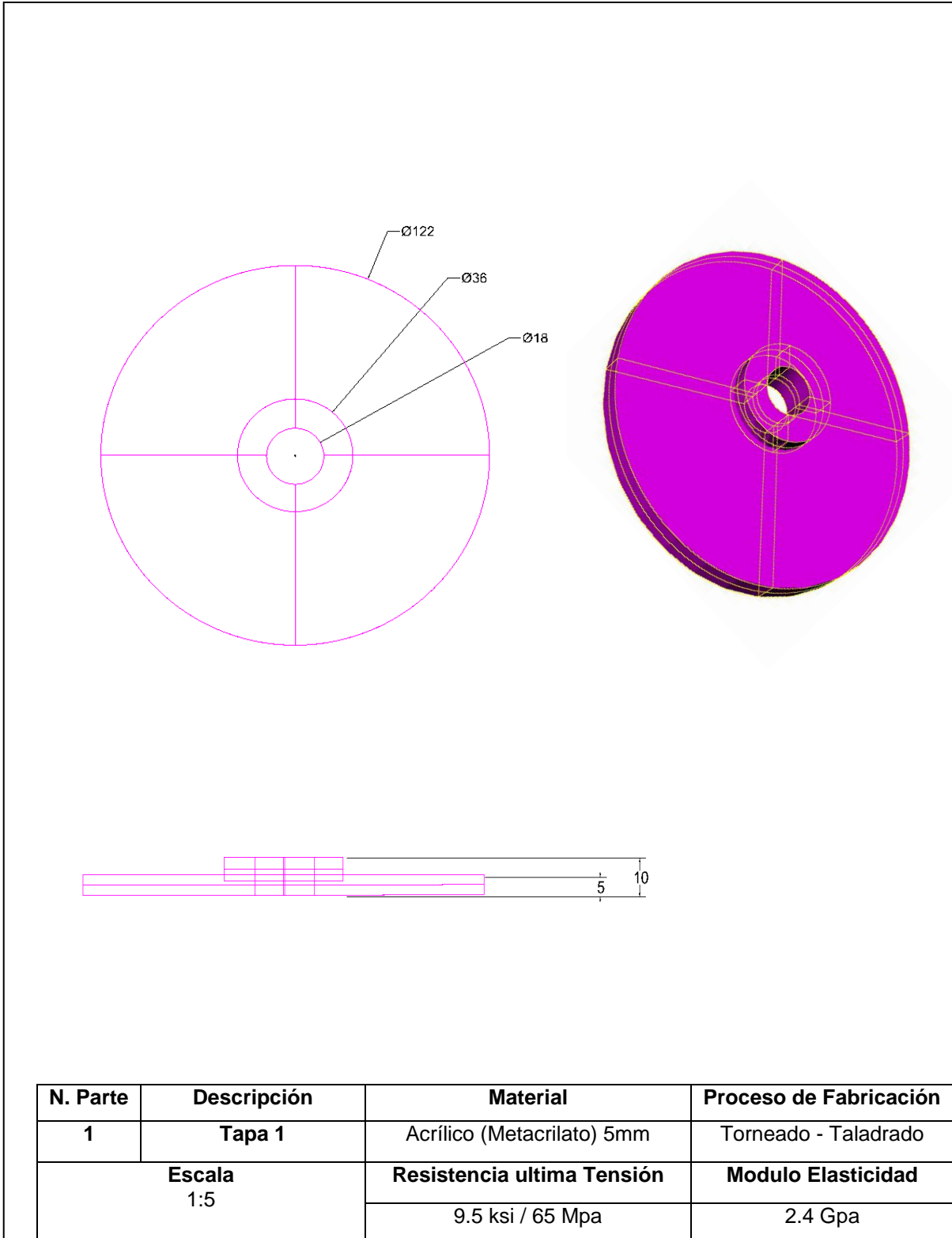
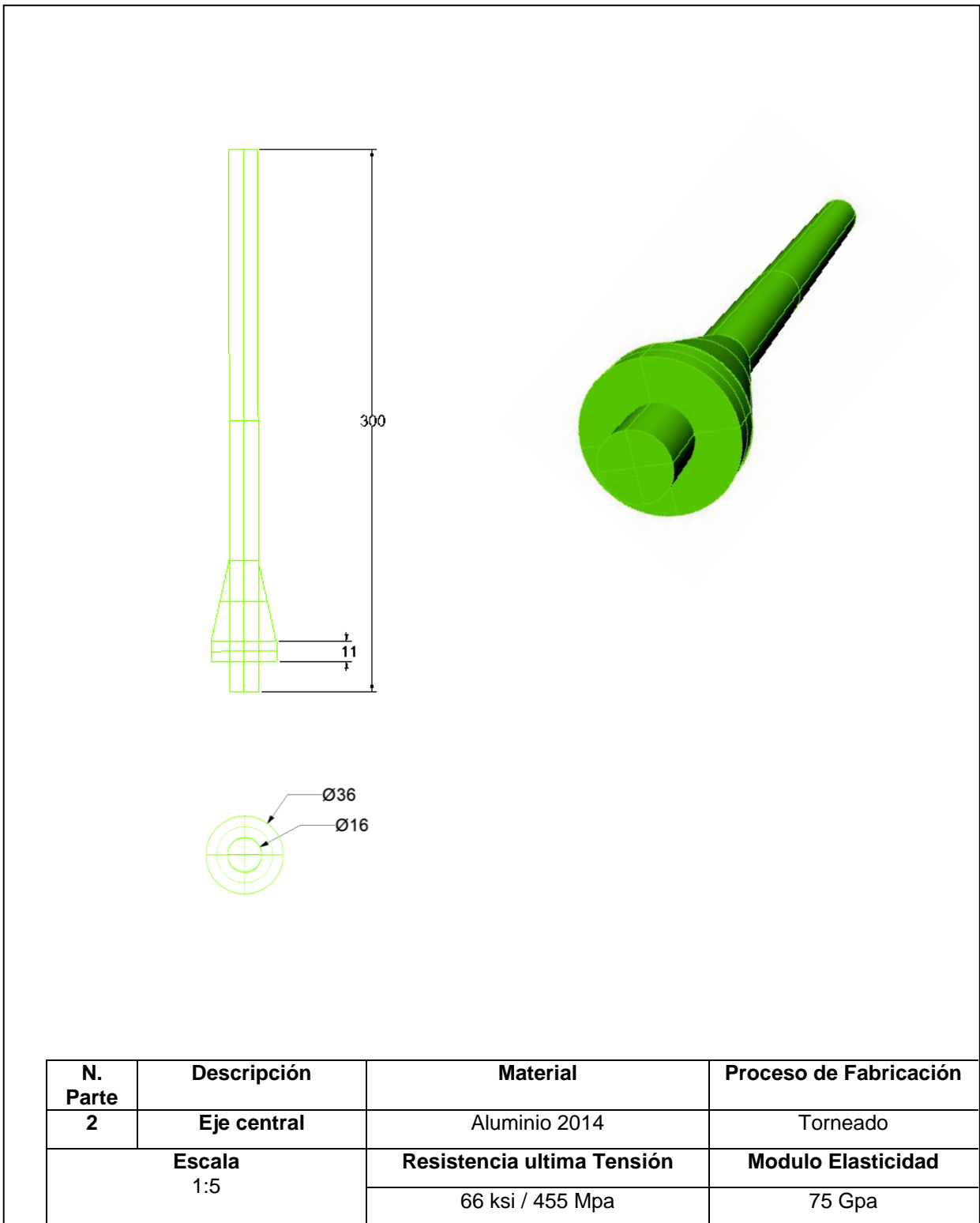


Figura 57. Isometría. Corte longitudinal. Modelo 3D-6

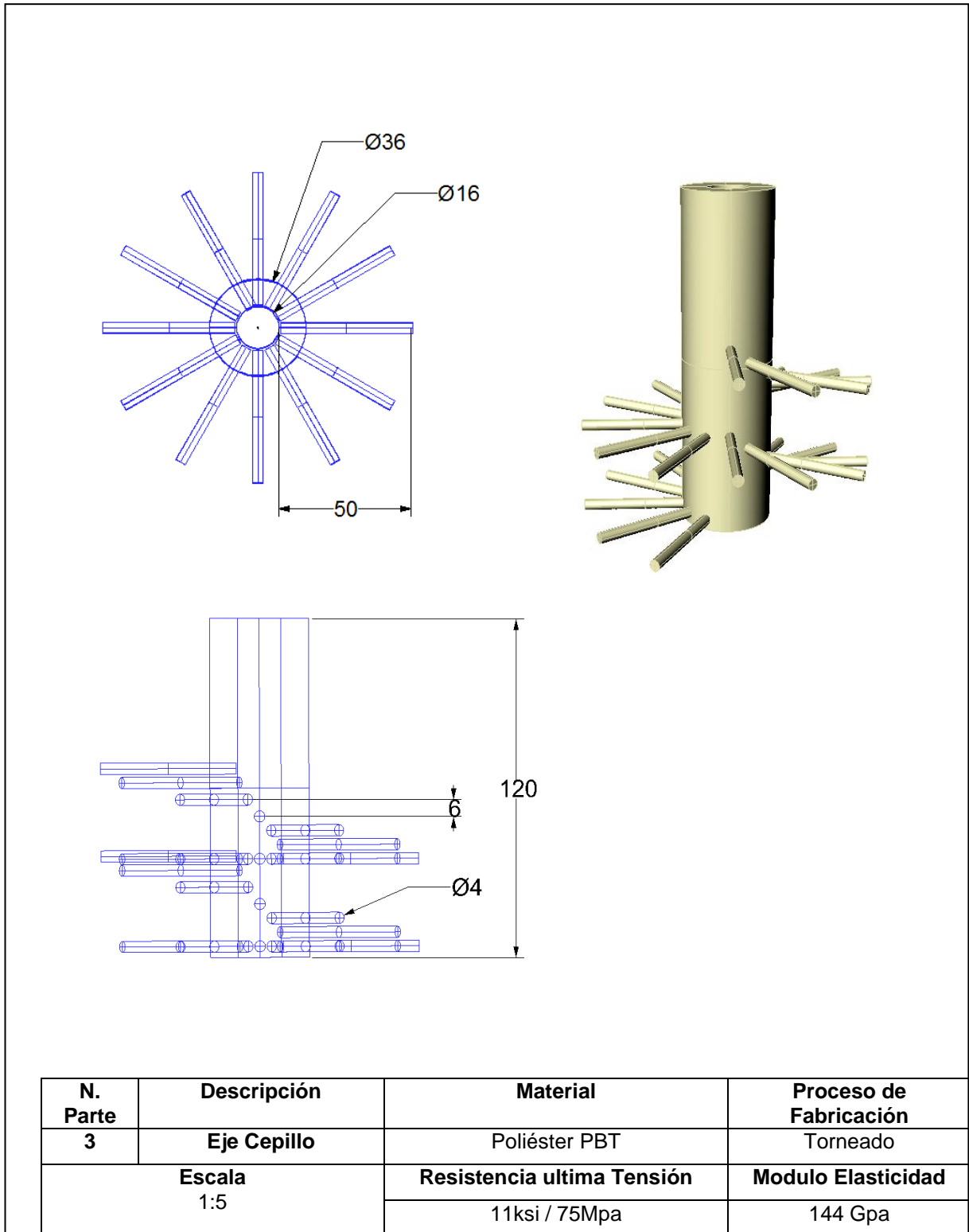
3.1.1 Parte 1. Tapa 1



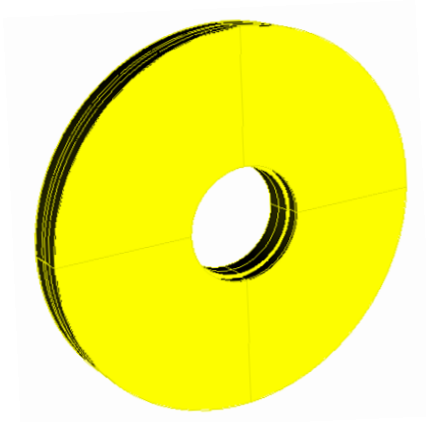
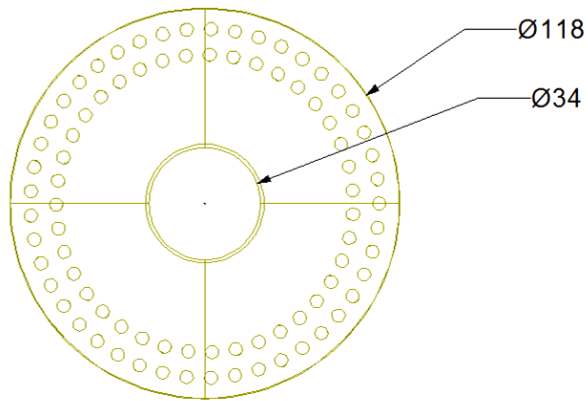
3.1.2 Parte 2. Eje Central



3.1.3 Parte 3. Eje Cepillo

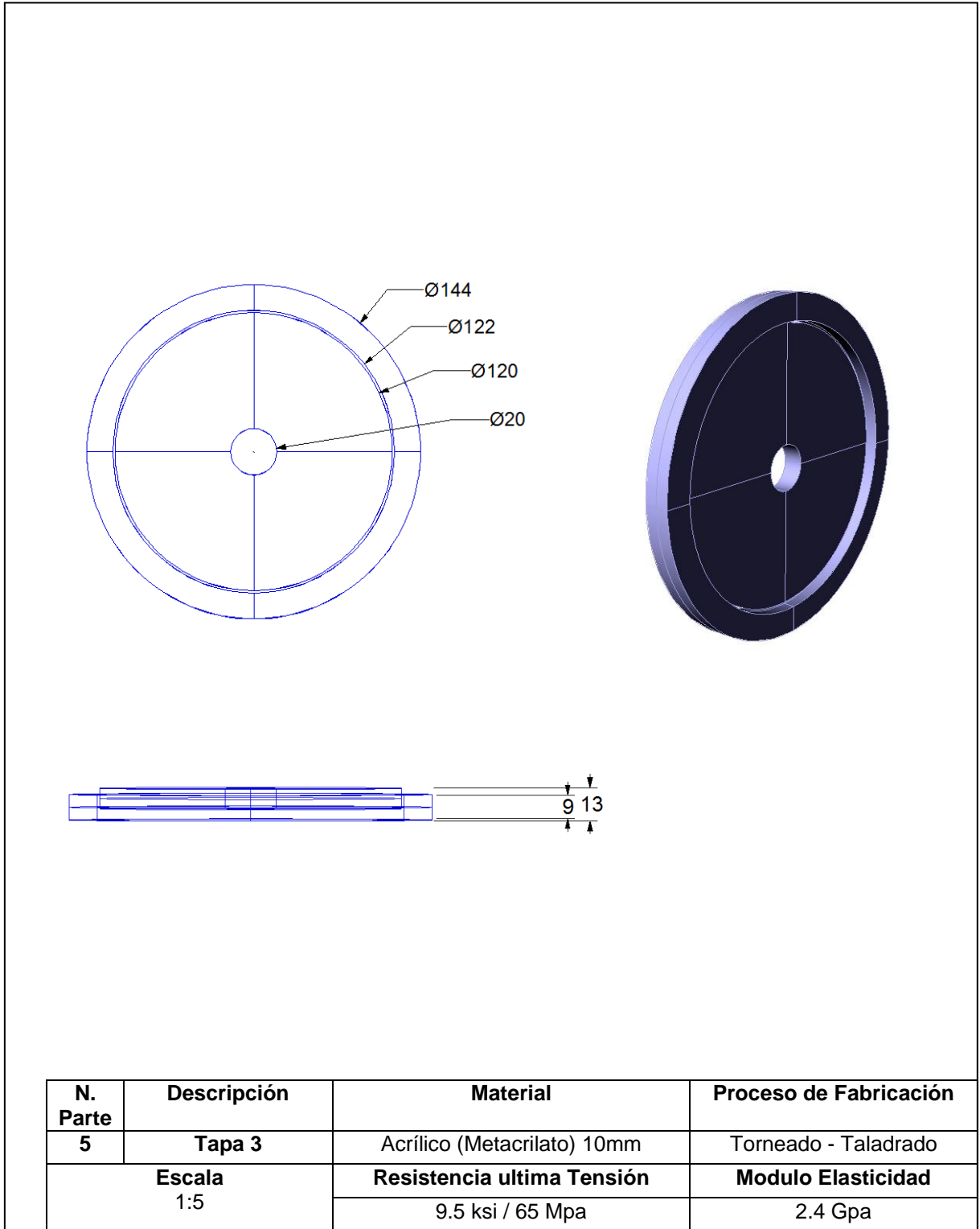


3.1.4 Parte 4. Tapa 2

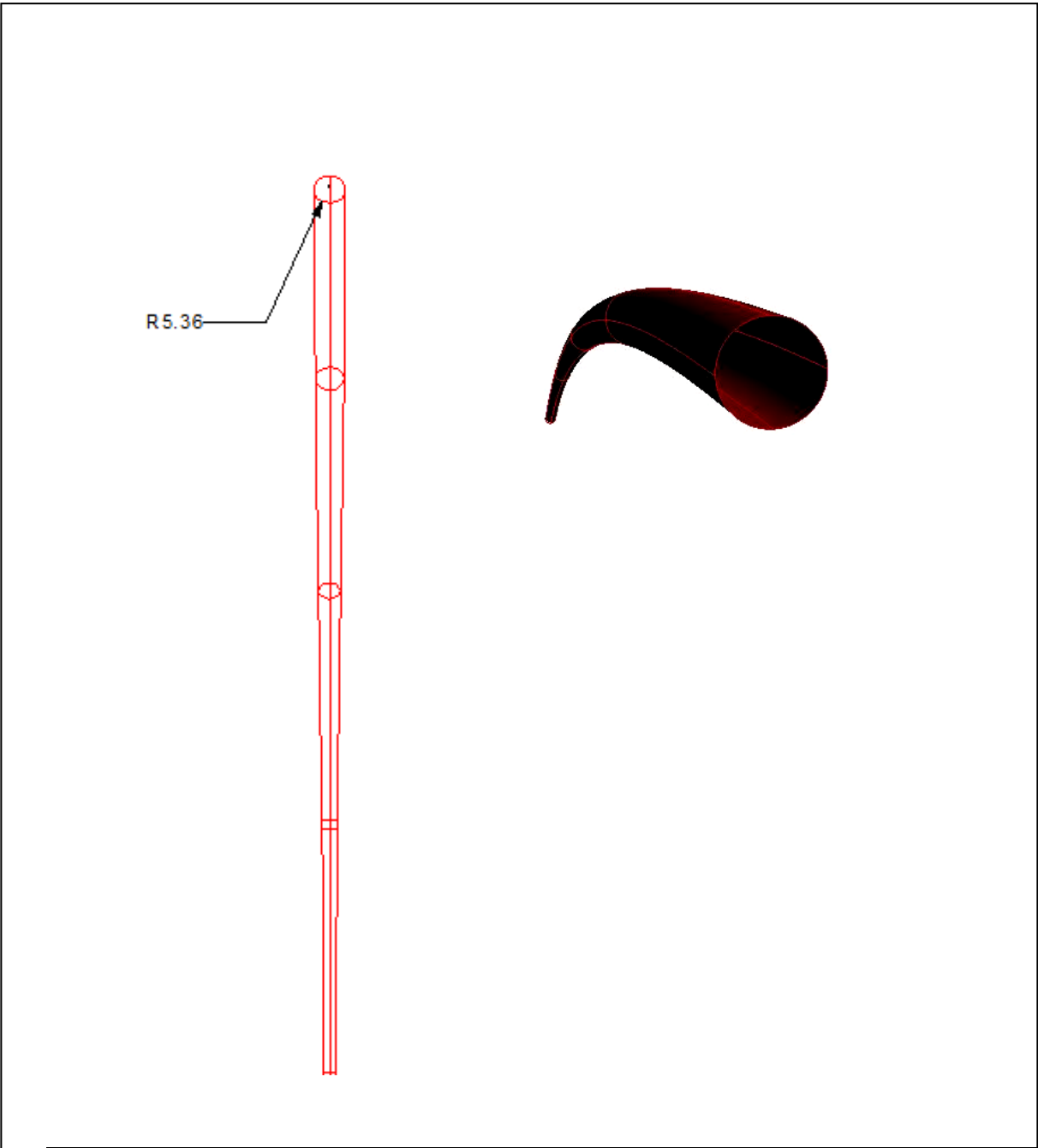


N. Parte	Descripción	Material	Proceso de Fabricación
4	Tapa 2	Acrílico (Metacrilato) 5mm	Torneado - Taladrado
Escala 1:5		Resistencia ultima Tensión	Modulo Elasticidad
		9.5 ksi / 65 Mpa	2.4 Gpa

3.1.5 Parte 5. Tapa 3

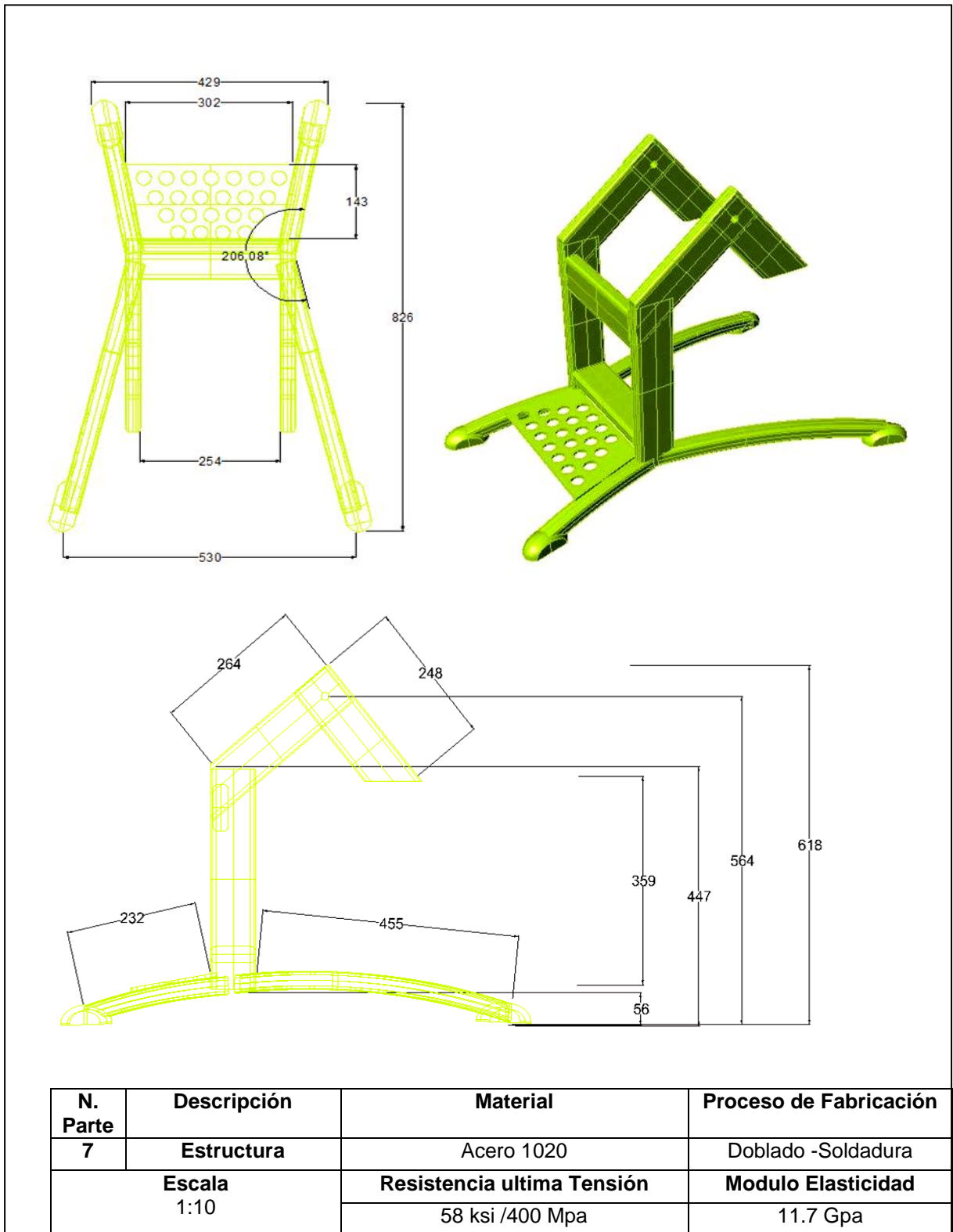


3.1.6 Parte 6. Manguera

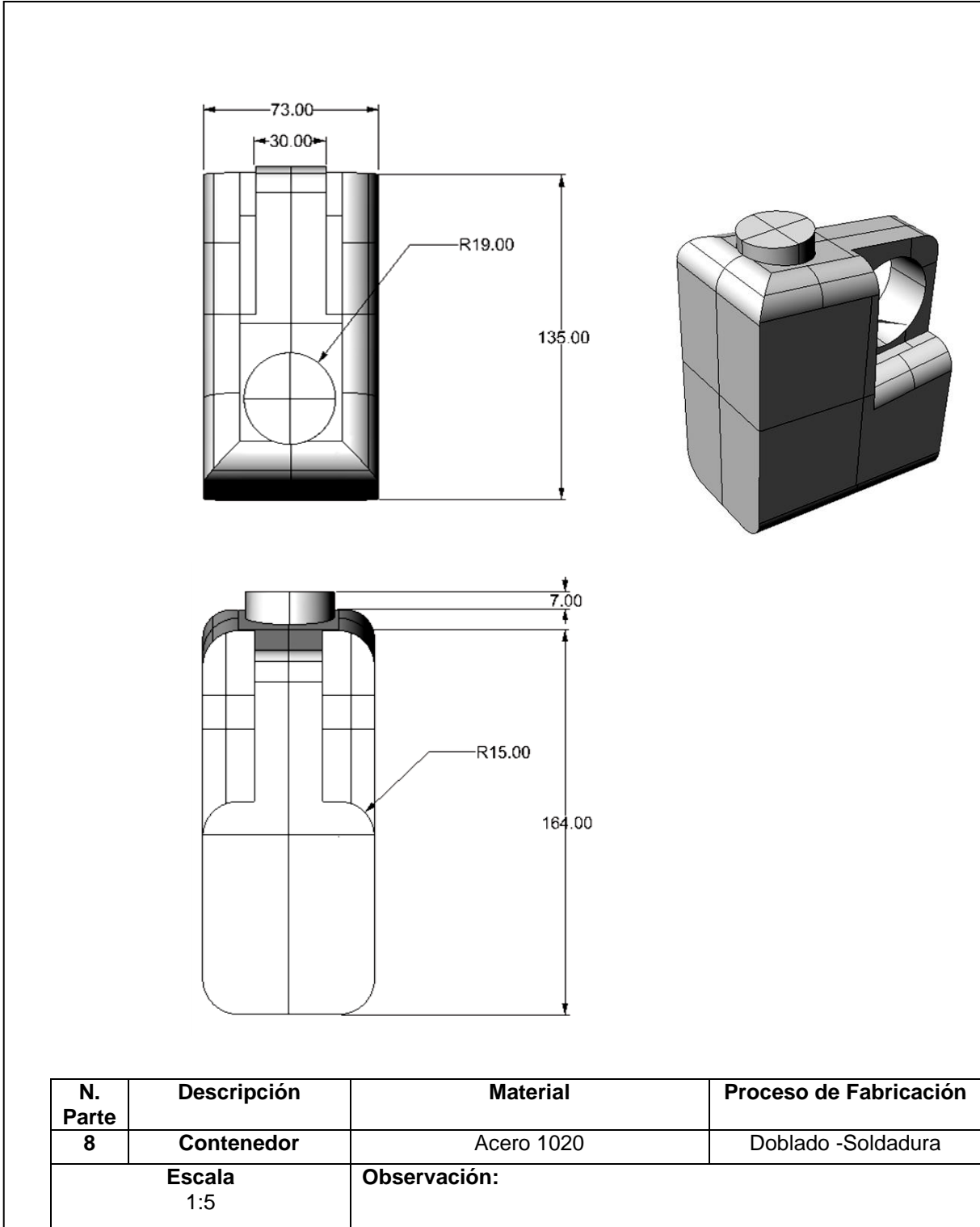


N. Parte	Descripción	Material	Proceso de Fabricación
6	Manguera	Polietileno	Extrusión
Escala 1:5		Observación:	

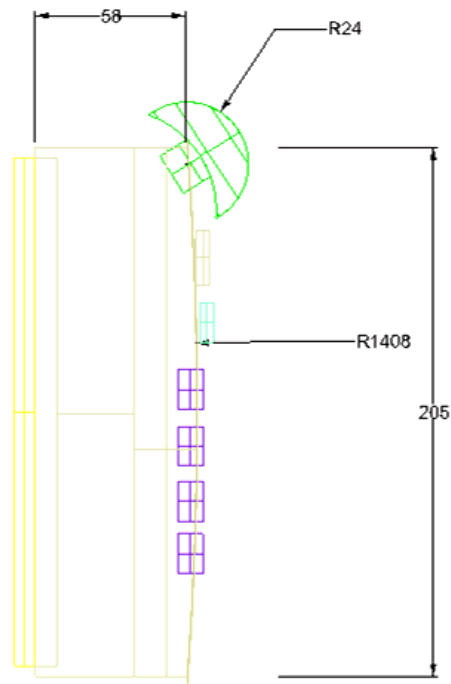
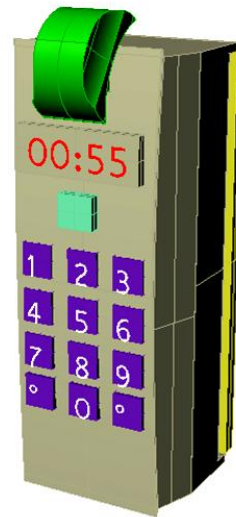
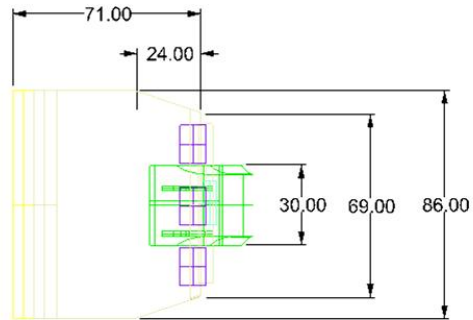
3.1.7 Parte 7. Estructura



3.1.8 Parte 8. Contenedor

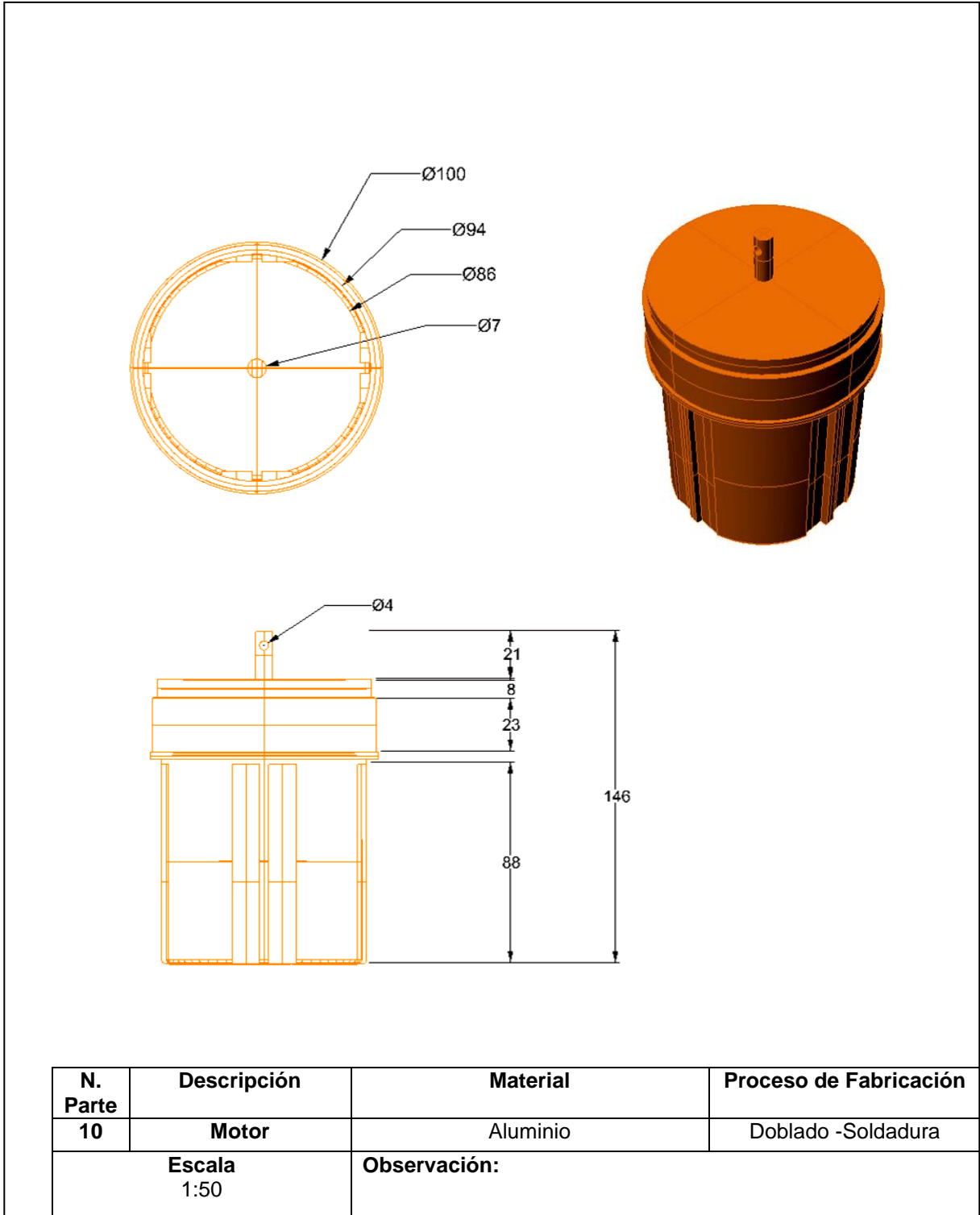


3.1.9 Parte 9. Panel de control

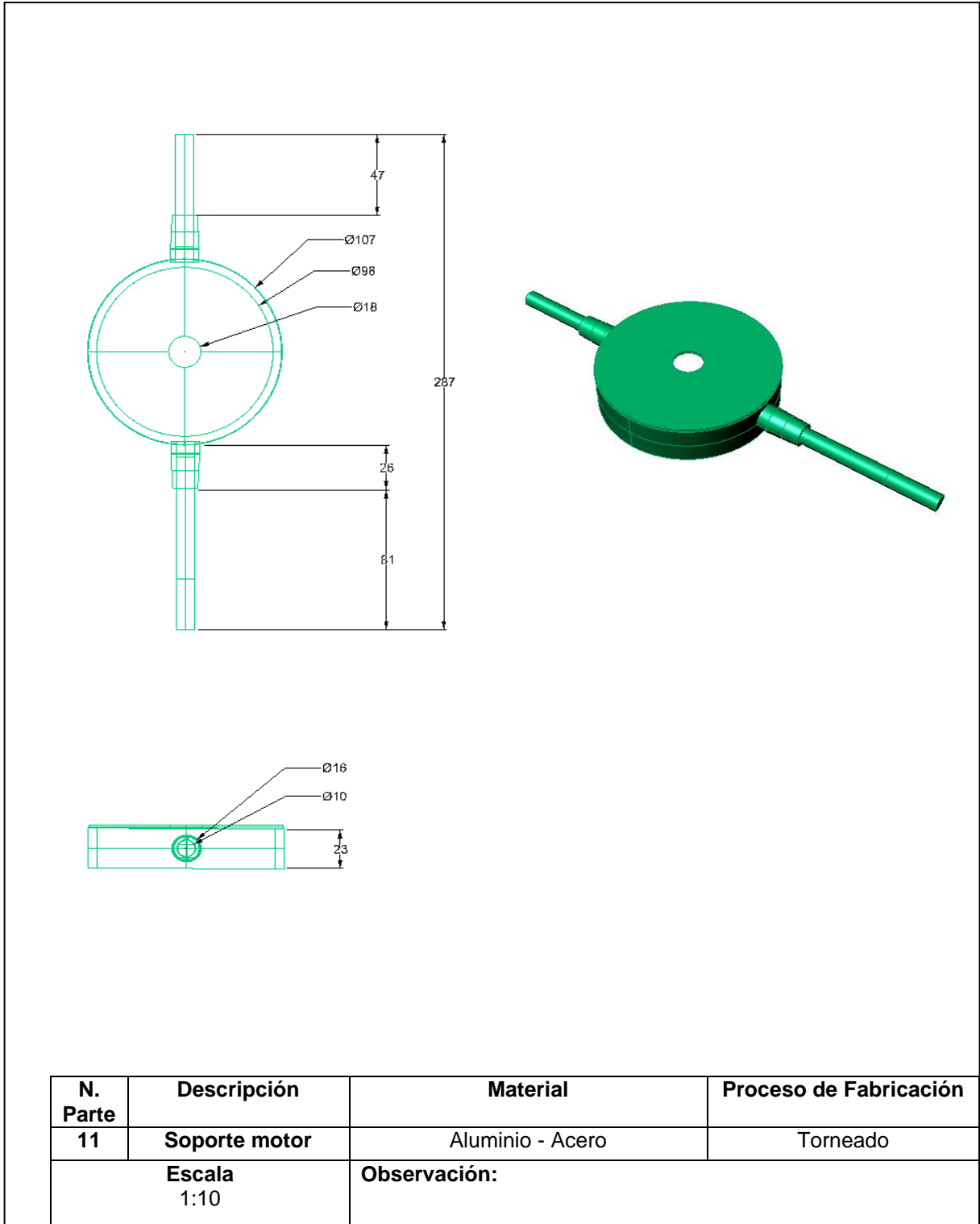


N. Parte	Descripción	Material	Proceso de Fabricación
9	Panel de control	Acrílico – Resina poliéster	Doblado -Soldadura
	Escala 1:10	Observación:	

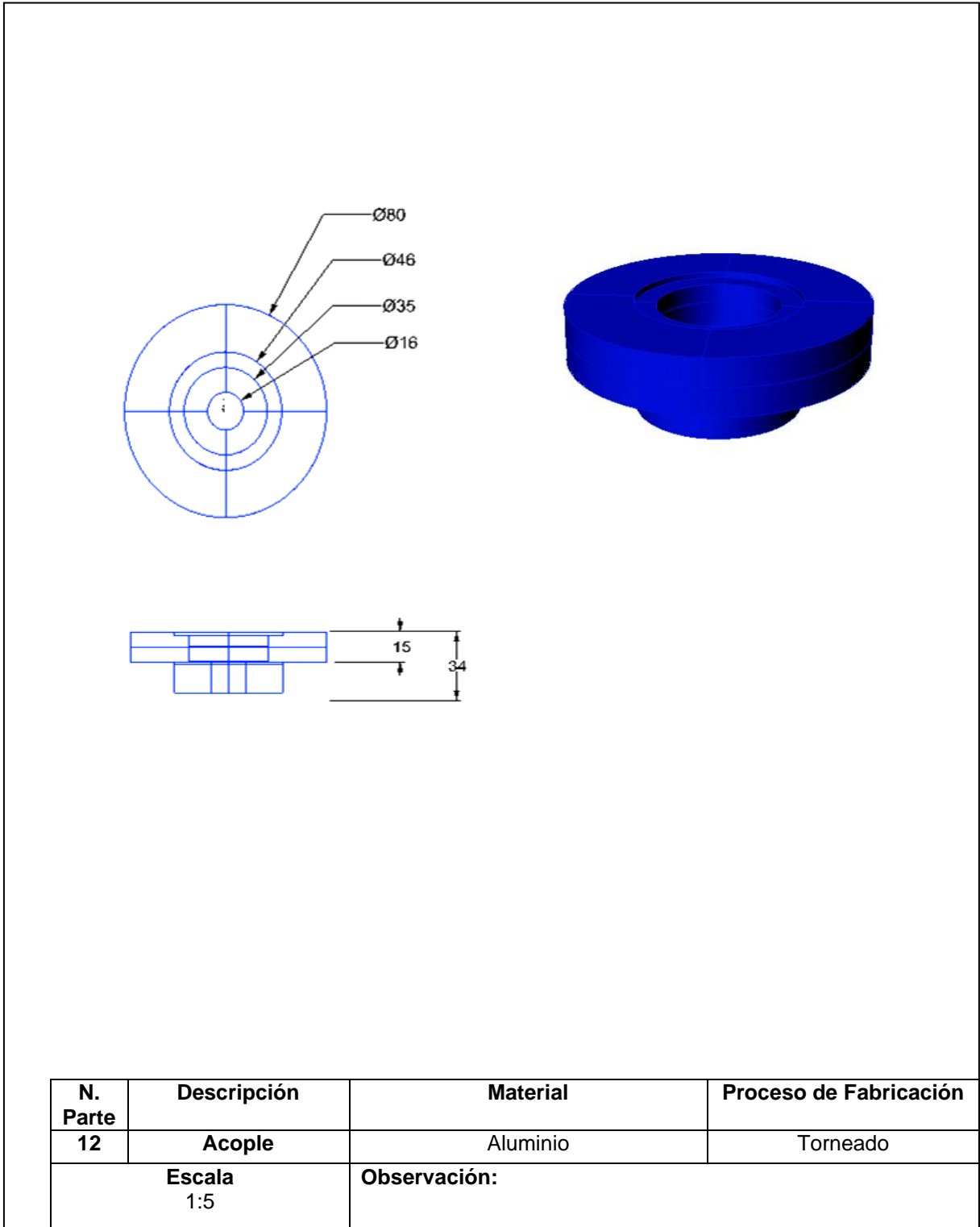
3.1.10 Parte 10. Motor



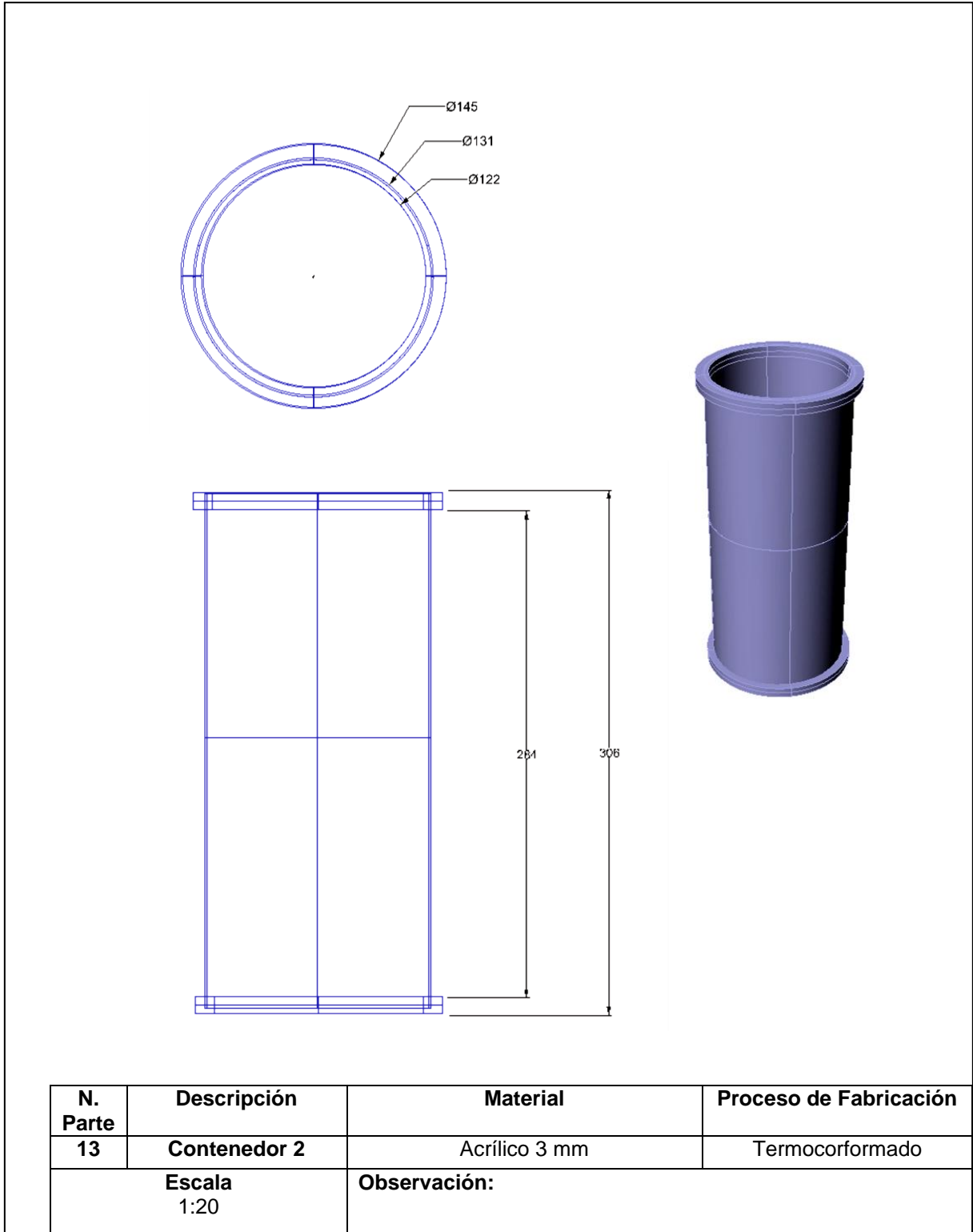
3.1.11 Parte 11. Soporte Motor



3.1.12 Parte 12. Acople



3.1.13 Parte 13. Contenedor 2



3.2 DISEÑO DE LA IMAGEN DEL PROTOTIPO

3.2.1 Selección del nombre. **3D-6**

Para dar le una identidad particular al prototipo de esta propuesta se selecciona el nombre de **3D-6**, que corresponde al modelo último que se efectuó en la sección 2.3.6 y que significa sexto modelo en tres dimensiones.

3.2.2 Selección de los colores.

Los colores se toman de la sección 2.1.2 y corresponden al análisis de color del cuerpo de de las mantis en donde predominan varios tonos de verde.



Figura 58. Gradación de color del cuerpo de la mantis. Fuente: El autor

3.2.3 Diseño del logotipo.

El logotipo se diseña por ser parte de la expresión de la imagen del prototipo. Se parte dos fotografías...véase sección 2.1.2...a las cuales se les realiza modificaciones en el color, contraste, brillo y se realiza una geometrización de la silueta, para conseguir dos módulos con los cuales se diseña el logotipo del prototipo.

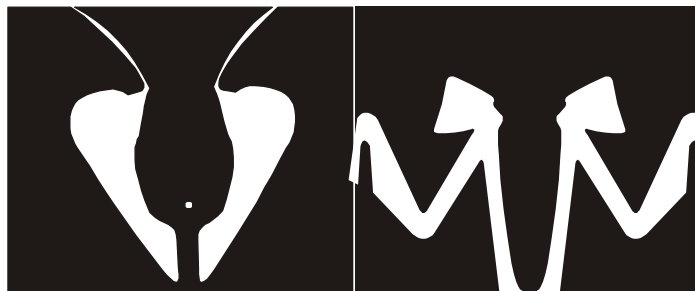


Figura 59. Geometrizacion de siluetas de la mantis

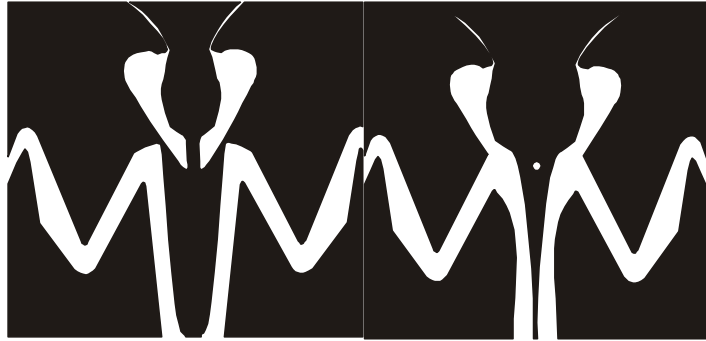


Figura 60. Evolución de la forma



Figura 61. Modulo

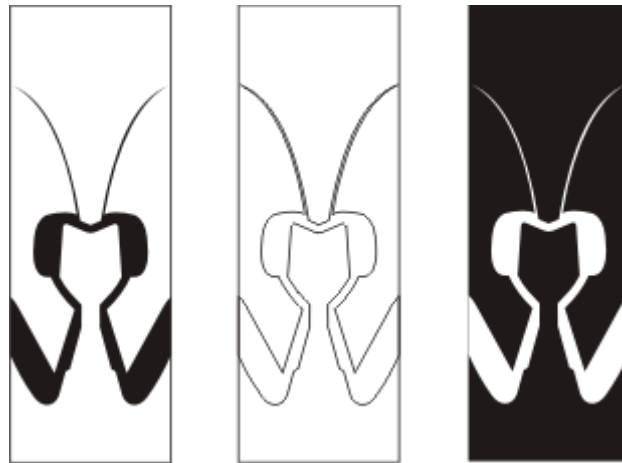


Figura 62. Alternativas logotipo

3.2.4 Prueba de color.

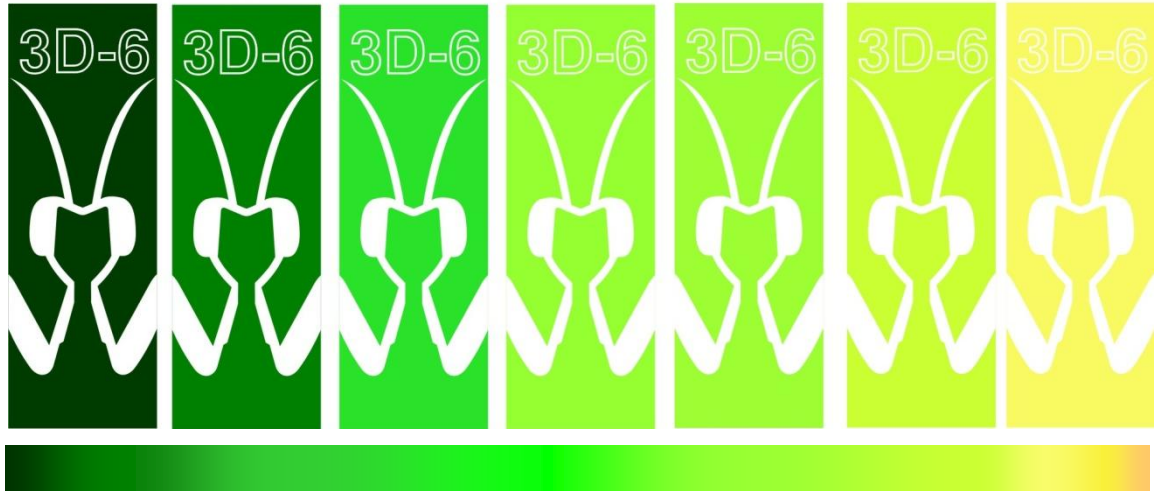


Figura 63. Prueba de color

3.2.5 Logotipo.

COLOR: PANTONE 380 C (RGB: R: 201 G: 255 B: 51 / CMYK: C: 15 M: 0 Y: 72 K: 0).Tipo de letra: SWIS 721 BDOUL BT



Figura 64. Logotipo

4. CALCULOS

4.1 FUERZAS Y ESFUERZOS MODELO 3D-6

Tabla 28. Datos

COMPONENTE	EQUIVALENTE	VALOR
Motor + contenedor + soporte	m_A	7Kg
Barras soporte motor	B AB	$\phi = 9,1875$
Velocidad motor	W_m	800rpm

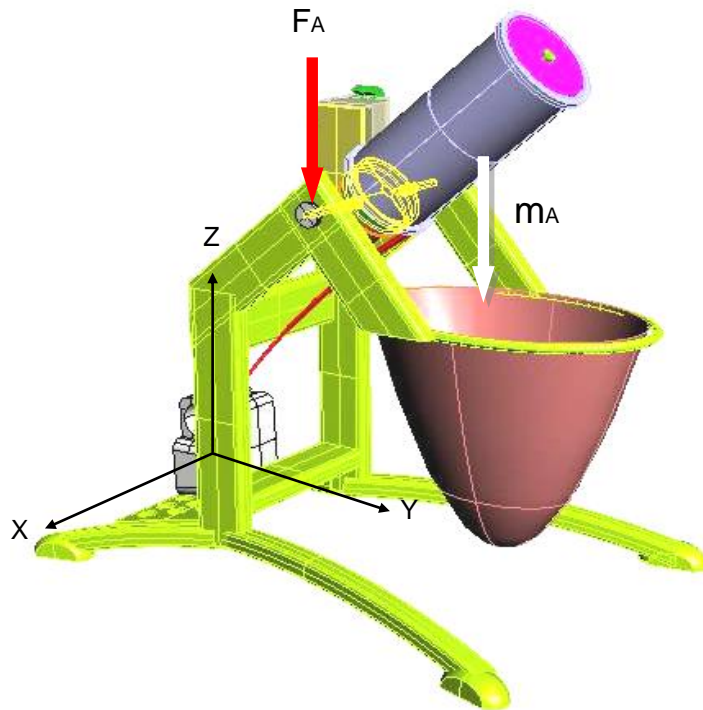


Figura 65. Diagrama de fuerzas

4.1.1 Calculo de esfuerzo cortante para Barra AB.

Es importante calcular el esfuerzo cortante que soportan las barras (Figura 48) que resisten el peso del motor más los componentes para el desmucilaginado y comparar el resultado con el esfuerzo último del material para obtener el factor de seguridad de seguridad.

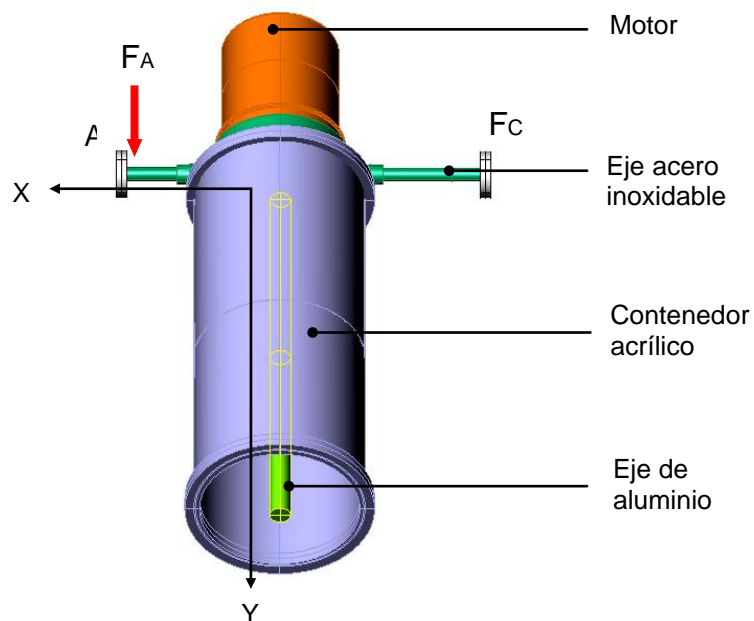


Figura 66. Componentes sobre las barras

- Diámetro Barra AB $\phi = 9,1875$ mm; aproximación = 9,2 mm = 0,0092 m
- $m_A = 7Kg$
- Material Barra AB: Acero inoxidable básico cromo níquel (resistencia ultima $720 \text{ N/mm}^2 = 720 \text{ Mpa}$)¹⁶

¹⁶ ECSC (CECA, Comunidad Europea del Carbón y del Acero).Manual de diseño para acero inoxidable. 2006 Euro Inox y el Steel Construction Institute

$$1. \quad F_A = m_A * a \rightarrow 7 \text{Kg} * 9.8 \text{m/s}^2 = F_A$$

$$F_A = 68,6 \text{N}$$

$$F_C = F_A = 68,6 \text{N}$$

Área Sección Barra

$$\text{Diámetro} - 0,0092 \text{m} = \pi * r^2 = 0,029 \text{m}^2 = A_0$$

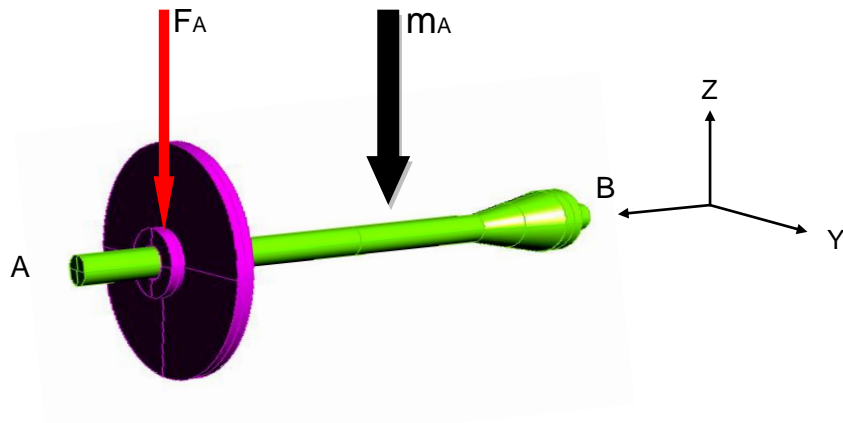


Figura 67. Barra AB

$$2. \quad \text{Esfuerzo corte Medio de la Barra: } \tau_{medio} = \frac{F}{A}$$

$$F_A = 68,6 \text{ N}$$

$$\tau_{medio} = \frac{68,6 \text{N}}{0,029 \text{m}^2} = 2365,517 \text{ N/m}^2 = \tau_{medio} = 2365,517 \text{ Pa}$$

$$= 2,365517 \text{ Mpa} \rightarrow \text{Factor de seguridad: } 720 \text{ Mpa} / 2,3655 = 305$$

Conclusión:

- El material seleccionado para este eje es más que suficiente para soportar los esfuerzos requeridos para este modelo experimental.

4.1.2 Torsión del eje del cepillo (sección 3.1.2)

- Material: Aluminio 2014
- Esfuerzo cortante último: 275 MPa¹⁷

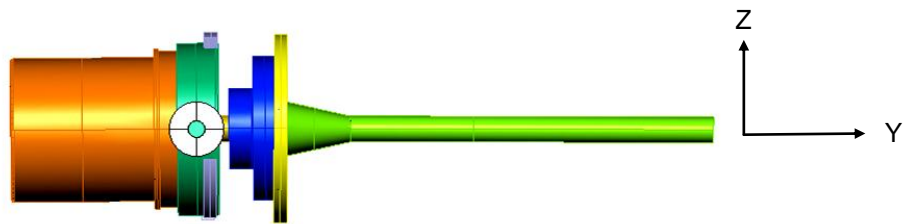


Figura 68. Vista lateral del motor con el acople y el eje de aluminio

$$\text{Esfuerzo cortante del eje } \tau_{\max} = \frac{T_p}{J}$$

Resistencia última cortante

$$\tau_{\max} = \frac{275 \text{ MPa}}{1} = 275 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Momento polar de inercia del eje circular $J = \frac{1}{2} \pi r^4$

$$r = 4,6 \times 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \frac{1}{2} \pi * (4,6 \times 10^{-3} \text{ m})^4 \Rightarrow J = 7.033 * 10^{-10} \text{ m}^4$$

¹⁷ BEER, Ferdinand P. Mecánica Materiales. Editorial McGRAW – HILL .1982 p 701

$$\rho = r \rightarrow 4,6 * 10^{-3} m$$

$$W = 800 Rpm = 83.77 \text{ rad/s}$$

Torque

$$T \Rightarrow \frac{1}{2} I_o W^2$$

$$L = 0.32 m$$

$$I_o = \frac{1}{2} m (r^2 + L^2)$$

$$I_o = \frac{1}{2} [2 \text{ Kg}] [(4.6 * 10^{-3} m)^2 + (0.32 m)^2]$$

$$I_o = \frac{1}{2} [2 \text{ Kg}] [3.48 * 10^{-5} m^2 + 0.1024 m^2]$$

$$I_o = \frac{1}{2} [2 \text{ Kg}] [0.025 m^2]$$

$$I_o = 0.01025 \text{ Kg} m^2$$

$$\text{Fuerza Torque } T = \frac{J_{T \max}}{r} = \frac{7.033 * 10^{-10} m^4 * 275 * 10^6 N/m^2}{4.6 * 10^{-3} m}$$

$$T = \frac{0.9341025 N.m^2}{4.6 * 10^{-3} m} = 42.0457 N.m = T$$

4.1.3 Reacciones dinámicas del soporte para el eje en aluminio.

Peso de cada cerda: 5 gramos

Cantidad = 24

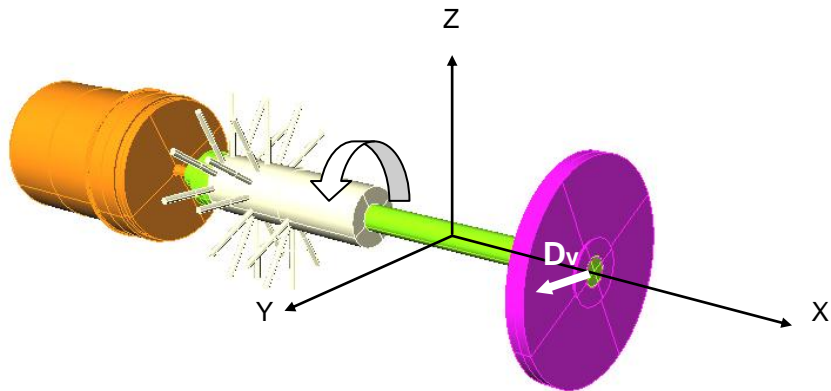
Total = 12 gr

$W = 800 \text{ Rpm} \rightarrow 83.775 \text{ rad/s}$

$M \Rightarrow T' = 42.0457 \text{ N.m}$

$L_{\text{Barros}} = 0.045 \text{ m}$

Ecuación del momento Angular Rotación eje X: $H_o = \left(I_x \dot{\omega}_x - T_{xy} j - I_{xz} K \right) \hat{y}$



- Ecuación de las fuerzas

$$\sum M_o = I_{yx} - (I_y X - I_{zx} W^2) j - \left(I_{xz} X + I_{xy} W^2 \right) \hat{K}$$

- Reacción de la balinera (D)

$$D_x = 0$$

$$D_y = \frac{-3}{16} \left(\frac{M}{r} \right) \hat{y} = \frac{1}{4} m r w^2$$

$$D_z = D_y$$

- Reacción en el Y:

$$Dy = -\frac{3}{16} \left(\frac{M}{r} \right) - \frac{1}{4} mrw^2$$

$$Dy = \frac{3}{16} \left(\frac{42.0457 \text{ N.m}}{4.6 * 10^{-3} \text{ m}} \right) - \frac{1}{4} \left(2 \text{ Kg} * 4.6 * 10^{-3} \text{ m} * 83.775 \text{ rds/s} \right)^2$$

$$Dy = \frac{3}{16} \left(140.3695 * 10^{-3} \text{ N} \right) - \frac{1}{4} \left(0.3308 \text{ N} \right)$$

$$Dy = -1.7138 \text{ N} - 2.5827 \text{ N}$$

$$Dy^z = -4.2965 \text{ N}$$

Reacciones en el soporte del eje central de aluminio = 4.3 N.

Conclusión:

- Se recomienda utilizar una balinera helicoidal para disminuir los esfuerzos en este punto.

5. CONSTRUCCIÓN

5.1 DIAGRAMAS DE PROCESOS

El proceso de elaboración del prototipo experimental se dividió en cuatro etapas principales:

- Construcción de la estructura.
- Elaboración de los elementos de soporte y acople del motor.
- Fabricación de los elementos del principio de desmucilaginado.
- Selección y construcción del panel de control.

Apartir de estas etapas generales se elabora el diagrama de proceso.

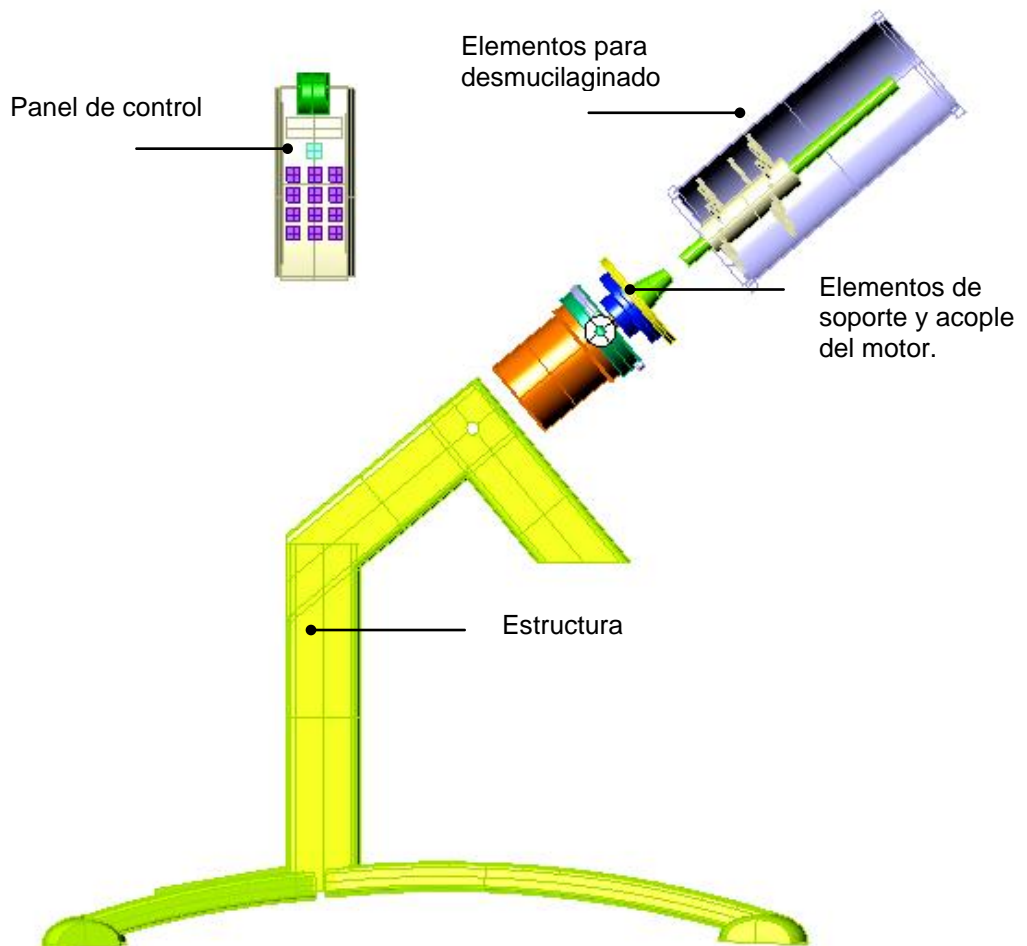
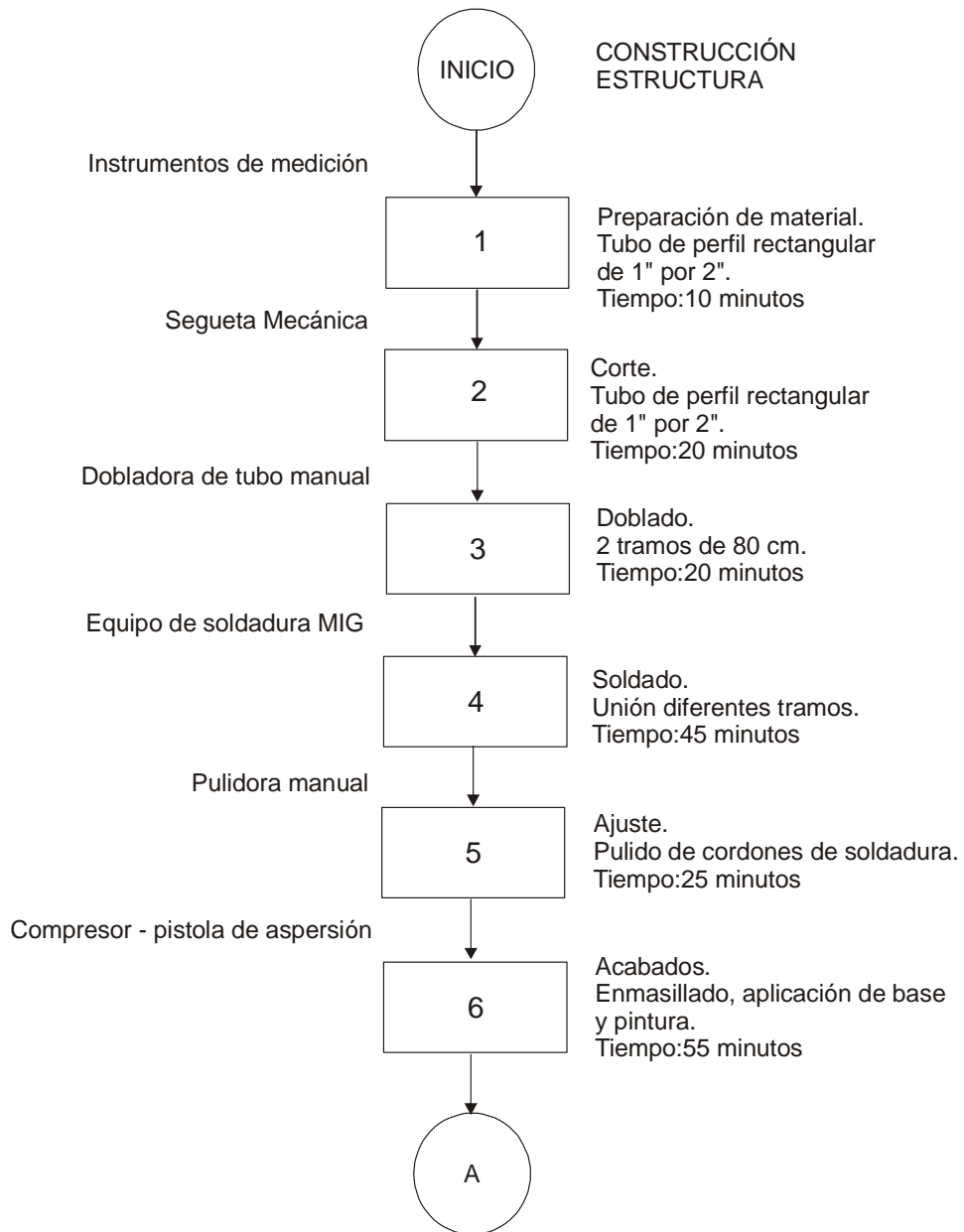
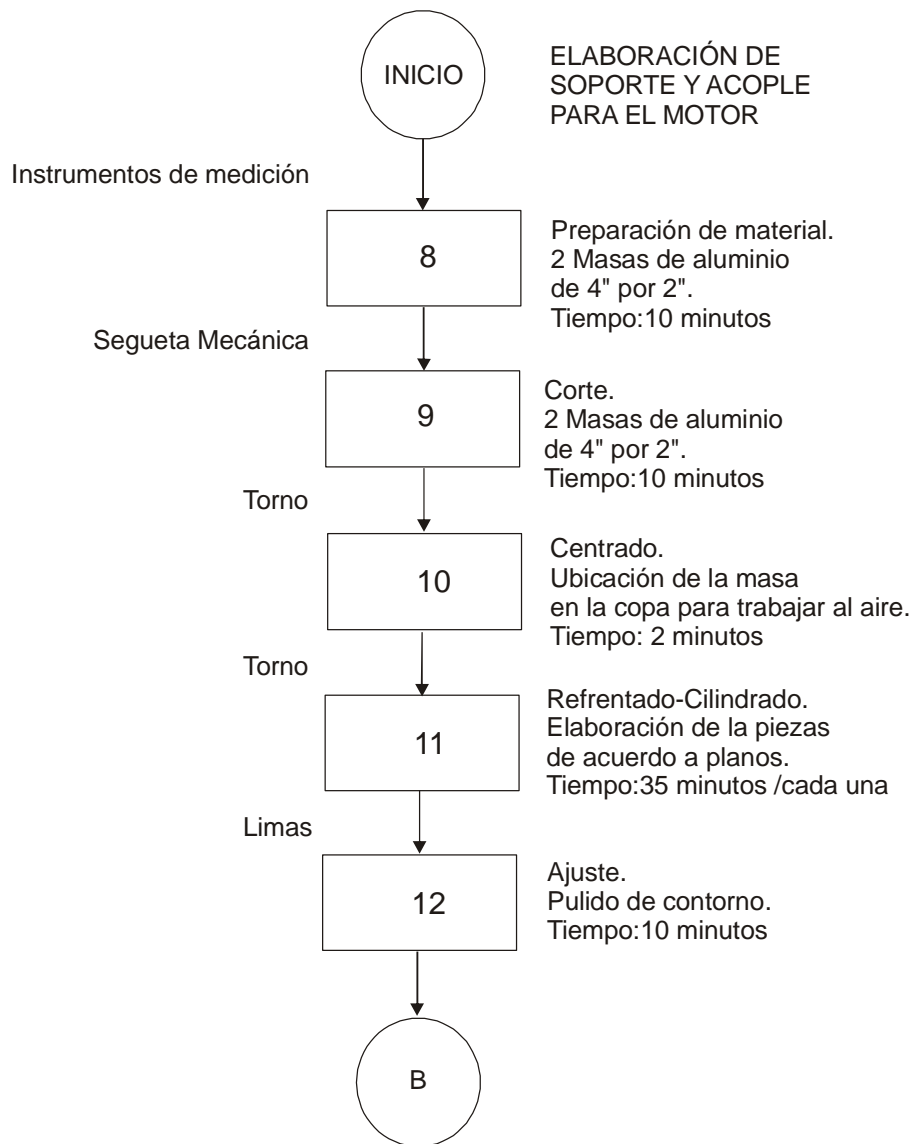


Figura 69. Vista lateral en explosión. Modelo 3D - 6

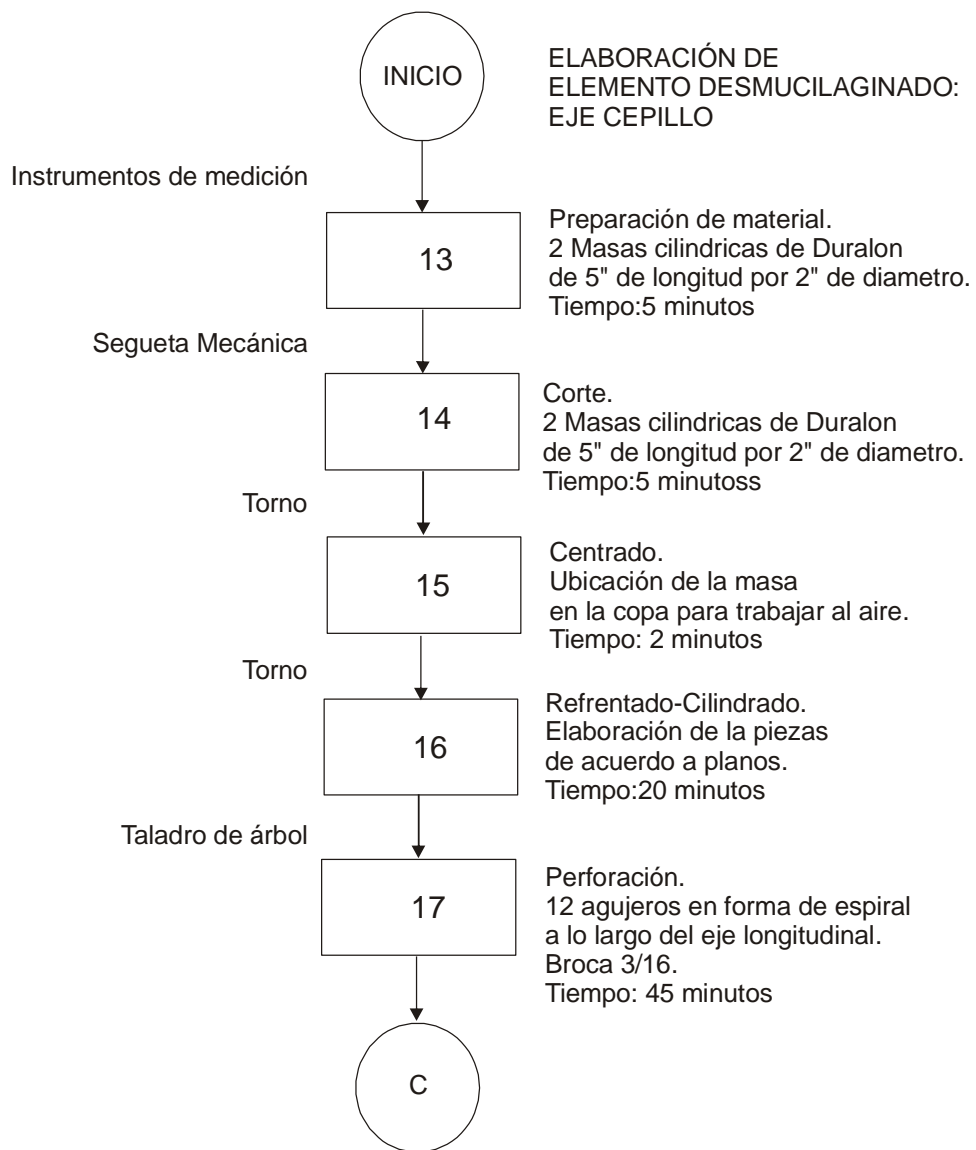
5.1.1 Diagrama de proceso de la estructura.



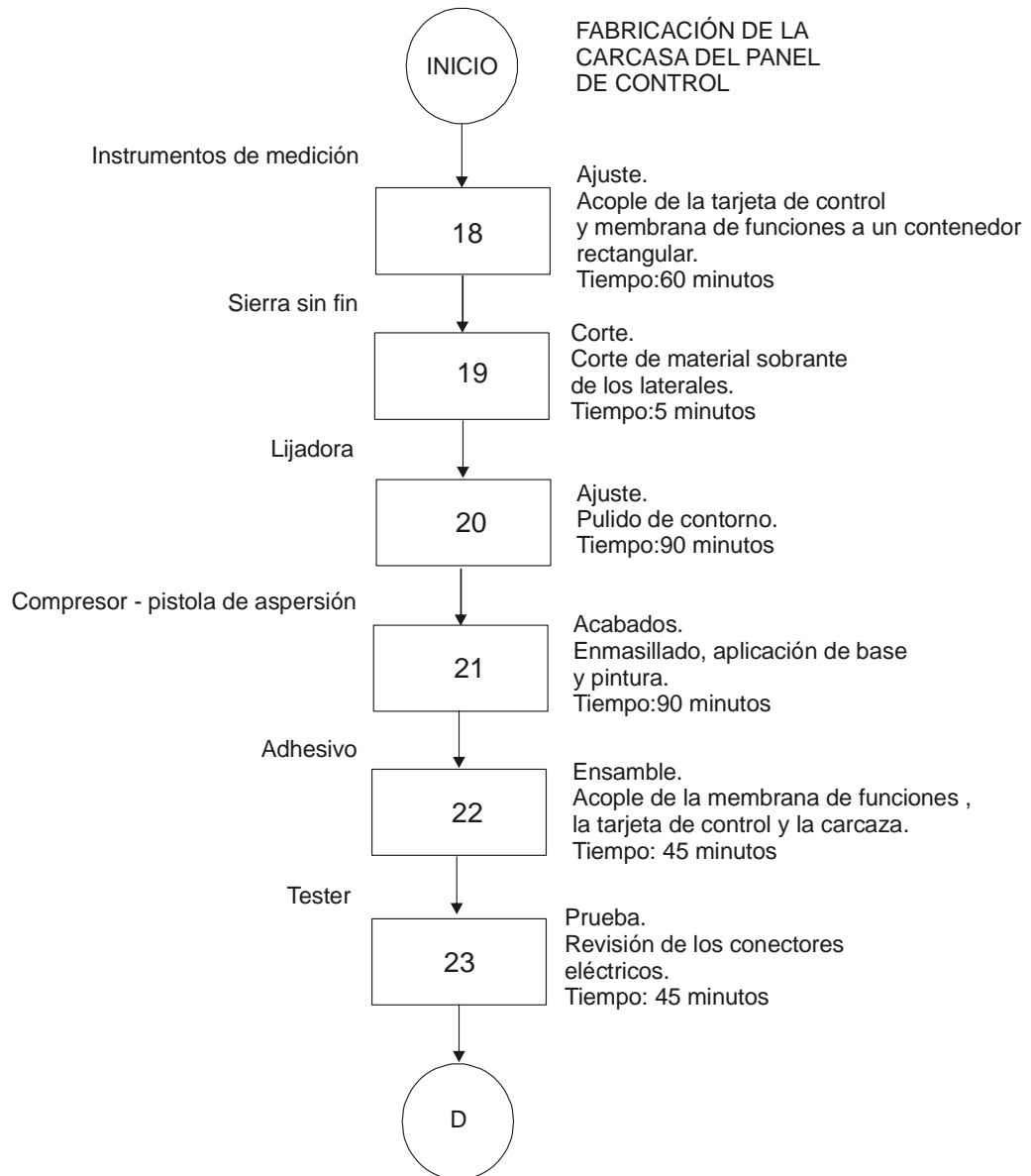
5.2.2 Diagrama de proceso de los elementos de soporte y acople del motor.



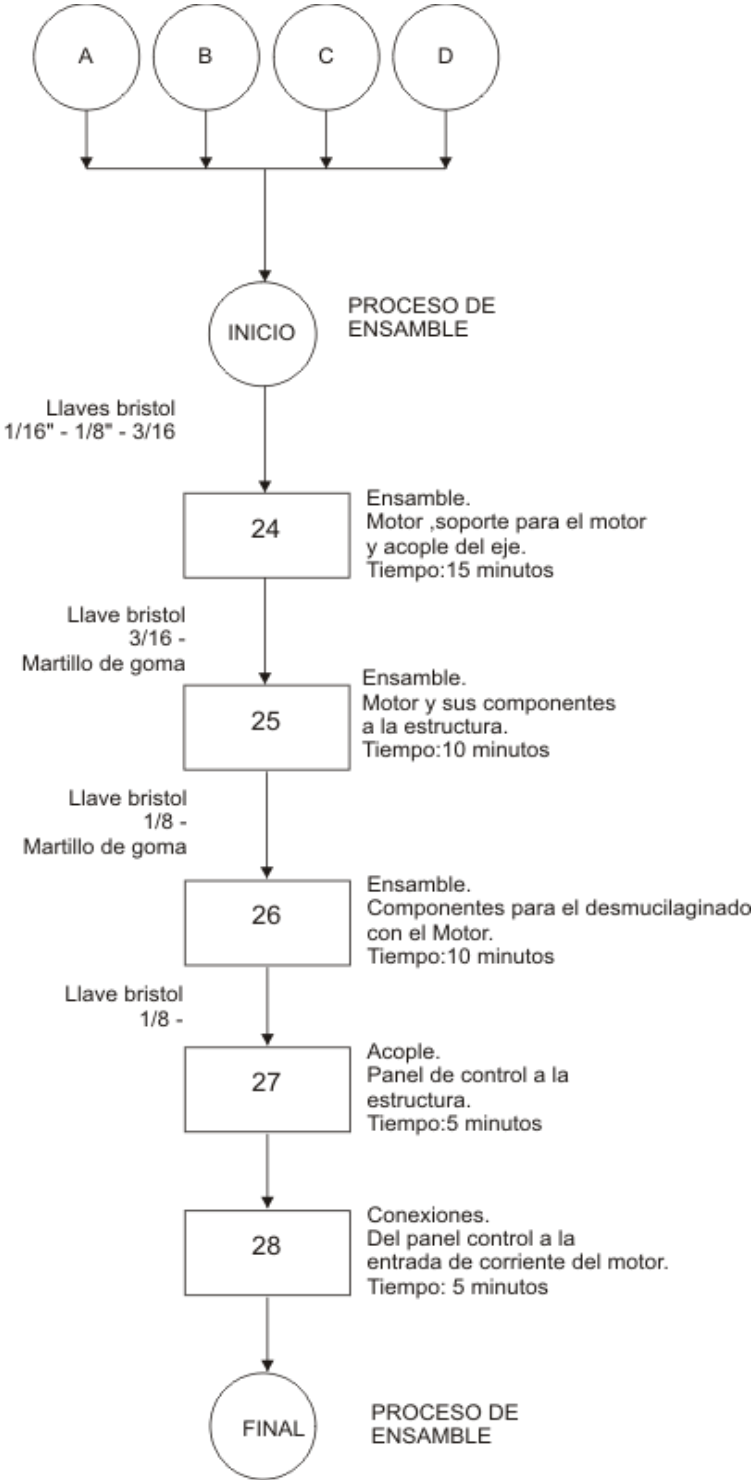
5.2.3 Diagrama de proceso de los elementos del principio de desmucilaginado.



5.2.4 Diagrama de proceso de la selección y construcción del panel de control.



5.2. Diagrama de proceso de ensamble modelo 3D-6.



5.2 COSTO DE FABRICACION

Se calcula el costo de fabricación para un único modelo experimental 3D-6.

Tabla 29. Costos de fabricación

N. Parte	Descripción	Material	Costo Material	Costo Fabricación	Total
1	Tapa 1	Acrílico	5.000 ¹⁸	25.000	30.000
2	Eje central	Aluminio	9.000	40.000	49.000
3	Eje Cepillo	Duralon poliéster	8.700	65.000	73.700
4	Tapa 2	Acrílico	6.500	25.000	31.500
5	Tapa 3	Acrílico	6.500	25.000	31.500
6	Manguera	Polietileno	1.200		1.200
7	Estructura	Acero 1020	24.000	187.000	211.000
8	Contenedor 1	PET	800		800
9	Panel Control	Poliéster	120.000	135.000	255.000
10	Motor	Aluminio	85.000		85.000
11	Soporte motor	Aluminio - acero	5.000	55.000	60.000
12	Acople	Aluminio	12.000	47.000	59.000
13	Contenedor 2	Acrílico	10.000	30.000	40.000
Costo aproximado de la fabricación del modelo 3D -6					927.700

Fuente: el autor

¹⁸ Todos los valores calculados en pesos Colombianos.2009

6. CONCLUSIONES

Finalizado este proyecto de grado surgen una serie de conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados y al desarrollo del mismo.

1. Se cumplió con el objetivo de diseñar y construir un sistema prototipo que permita desmucilaginar las almendras de cacao.
2. El prototipo se fabrico con materiales industriales cercanos a los de la maquinaria agrícola existente.
3. Se seleccionó una tarjeta de funciones y se diseño a partir de la misma, un sistema de panel de control que permite controlar la cantidad de mucilago que se le retira a las almendras de cacao.
4. La introducción de sistemas electrónicos de control simplifica los procesos mecánicos, aumenta la seguridad para el operario y disminuye los costos de fabricación.
5. El costo de fabricación y el peso del prototipo 3D-6, se mantuvo dentro de los parámetros establecidos.
6. El desarrollo de este proyecto permite afirmar que con los recursos adecuados, es viable continuar con el perfeccionamiento de una maquina que contemple el proceso completo de cosecha y beneficio del cacao.
7. La implementación de desarrollos tecnológicos en los procesos del campo colombiano traerá como consecuencia un aumento en la calidad de los productos y el aprovechamiento completo de la materia prima, dando como resultado un incremento en los ingresos con la misma área cultivada.

7. RECOMENDACION

Se debe profundizar en el desarrollo de un sistema que contemple desde el proceso de cosecha, específicamente en el momento en que la mazorca de cacao es desprendida del arbusto.

Es decir, lo ideal sería que el fruto de cacao se ha introducido en el sistema y este entregue por separado las almendras, el mucilago y las cascaras; todos listos para un aprovechamiento industrial específico.

Y como contribución para este futuro desarrollo se entrega este proyecto de grado que contemplo el desmucilaginado de las almendras de cacao.

BIBLIOGRAFIA

ROSS, Nigel. Métodos de Diseño. Métodos creativos – Marcos de referencia lógicos. Clarificación de adjetivos Método del árbol – Procedimientos. México D.F: Editorial Limusa; 1995.190p

GOMÉZ, M. E; RODRIGUÉZ L, Murgueitio E; RÍOS, Carlos; MOLINA C.H. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación Animal como fuente proteica. Cali - Colombia: CIPAV, 1995. 247p.

MONDELO, Pedro. Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo. Capítulos:
2. Relaciones dimensionales. 4. Herramientas manuales y Patologías.
Barcelona: Ediciones UPS, 1998. 267p.

ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Capítulos: Interacción hombre - maquina
5. Análisis del trabajo: Concepto de estaciones de trabajo y fases del estudio ergonómico. Intervención ergonómica – experimentación. Biomecánica: Posturas del cuerpo – movimientos – cargas físicas.13. Antropometría: Seguridad – Confort. Editorial Universidad de Antioquia, segunda edición marzo de 2000. 345p.

FARRER, francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. Manual ergonomía de Mafre. Editorial Mafre, 620 p.

SIGLEY, Joseph. UICKER, Jhon. Teoría de maquinas y mecanismos. Capítulos:5. Análisis de aceleraciones: Mecanismos de manivelas – Aplicaciones. Ruedas dentadas y engranes: Transmisión de engranes.13. Mecanismos diversos: Combinación de movimientos. México: Editorial MCGraw- Hill, 1989. 613p

GONZALES, Carlos. Diseño de elementos de maquinas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1987. 276 p.

SHACKELFORD, James F. Ciencia de materiales. Hal Hispanoamerica SA. Primera edición 1995. 611p.

B y H.H ANDERSON, Centrifugal Pumps. General Hydrodynamic Principles Segunda edición 1977. 235p

JHONS, Willy AND SONS. Bombas y Maquinas soplantes Centrifugas. Principios relativos al movimiento de circulación de fluidos. Editorial Reverte 1987. 320p

MAURICE. Ruth. Sistemática y Biología de los Insectos. Primera edición Madrid: editorial Limos 1973. 128p

GODINEZ RAMIREZ, Lucia. Estudio del comportamiento de azucares y aminoácidos durante la fermentación y tostación del grano. México: Universidad de Puebla, 1970. 53p

Contribución al estudio y mejoramiento del proceso de fermentación del cacao.
Universidad Industrial de Santander. 1989 .

Oficina Comercial de la República Bolivariana de Venezuela.
Informe Mercado España, Sector Cacao y Chocolate, Febrero 2003

KASS, D. Agroforestería en Desarrollo. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo - México: E.A Ch.1994

IITA, Child Labor in the Cocoa Sector of West Africa. Top 100 Global Confectionery Companies. Candy Industry. January 2003.163p

Anuario EFTA: El desafío del Comercio Justo, 2001 - 2003.
IITA, Child Labor in the Cocoa Sector of West Africa, Agosto 2002

CONSULTAS INTERNET

Páginas visitadas:

- www.corpoica.gov.co
Información del cultivo de cacao en Colombia
- www.agrocadenas.gov.com
Recopilación de información económica y cifras, de la cadena productiva del cacao
- www.infoagro.com
Morfología y taxonomía, características del cultivo cacao – tratamientos del fruto
- www.aico.org
Prospectiva tecnológica – tratamientos de residuos contaminantes
- www.eufic.org
Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao
- www.penagos.com
Desmucilaginado mecánico en el beneficio del café
- www.cacaoportal.com
Productos a partir del cacao
- www.prodising.com
Pagina de diseño industria
- www.bombascentrifugassalemanas.com
Tipos industriales de centrifugas
- www.pfnniger.com
Centrifugas
- www.grisanti.com.br
Centrifugas
- www.rowa.com.ar
Centrifugas

- www.tecnika.com.ar
Exprimidores
- www.mecaser.com.ec
Exprimidores
- www.remise.com
Centrifugas
- www.jaelsa.com
Centrifugas
- www.eltiempo.com
Información sobre variedad Cacao Santander
- http://www.bosch.com.co/divisiones/electrico_arranque_caracteristicas.htm
Información sobre motores industriales
- <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006957>
Información acerca del aprovechamiento del mucílago del cacao en la alimentación de animales en Perú.
- http://www.fondopyme.gob.mx/kardex/reportes/ver_proyecto.asp?Fnd Id=1&Cn Id=0&Proy Id=540&idc=11
Información de los usos industriales del mucílago del cacao en México.
- <http://www.simas.org.ni/revistaenlace/articulo/1111>
Información acerca de la cosecha del cacao en Nicaragua.
- <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd66/texto/calidadcacao.htm>
Información acerca del proceso de beneficio del cacao en Venezuela.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular2/fluido.htm>
Ecuaciones dinámicas del movimiento circular.

- www.edualter.org/material/explotacion/unidad5_2.htm

Información general del Cacao.

- www.monografias.com/trabajos7/choco/choco.shtml

Información general del Cacao.

- www.chocolates.com.co/ch_culturachocolombia.htm

Información general del Cacao.

- <http://www.chococao.com/delcacao.htm>

Productos apartir del cacao.

- <http://www.fedecacao.com/pages/afil/Afiliaciones.html>

Información acerca de la cosecha del cacao

- <http://www.ideas.coop/html/OCTcacao6.htm>

Información acerca de la cosecha del cacao

- www.sica.gov.ec/cadenas/cacao/index.html

Información acerca de la cosecha del cacao

- <http://www.indcresa.com/esp/product.htm>

Información del cultivo de cacao

- http://www.corpoica.org.co/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=681

Información del cultivo de cacao

- www.agrocadenas.gov.co/cacao/c_cacao.htm

Información de la cadena productiva del cultivo de cacao

- <http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/cocoa/market.htm> UNCTAD 2003, basado en datos de International Cocoa Organization, Quaterly Bulletin of Cocoa Statistics, 2003

Estadísticas del cultivo de cacao

- http://www.consumer.es/web/es/especiales/2003/09/22/65864_5.php
[Miguel Domec para Consumer.es , Septiembre 2003](#)

Estadísticas del cultivo de cacao

- <http://www.icco.org>

Estadísticas del cultivo de cacao

- http://es.wikipedia.org/wiki/Mantis_religiosa

Información mantis religiosa

- <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/boletines/costosIV/Agricolas/Antioquia/EC%20Cacao-peque%C3%B1o.pdf>

Costos del cultivo de cacao en Colombia – Antioquia

- http://www.progen.com.co/index.php?option=com_extend&view=article&id=27&Itemid=321

Envases plásticos

- <http://www.envasesltda.com/plasticos.html>

Envases plásticos

ANEXOS

ANEXO A COSTOS DEL CACAO.

COSTOS DE PRODUCCION CACAO TECNIFICADO RISARALDA

Observaciones: Costo del jornal: \$20.584

COSTOS DIRECTOS

Labores	Unidad	Precio Unitario	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
			Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor
Preparación de terreno.	Jornal	20584	13.3	273,767	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Trazado, ahoyado y siembra.	Jornal	20584	27.6	568,118	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Desyerbas	Jornal	20584	17	349,928	15.7	323,169	12.3	253,183	10	205,840
Poda	Jornal	20584	6	123,504	9.7	199,665	12.7	261,417	14.7	302,585
Fertilización	Jornal	20584	8.7	179,081	6.7	137,913	6.7	137,913	8.3	170,847
Fertilización foliar	Jornal	20584	15.7	323,169	10.3	212,015	11.3	232,599	14.7	302,585
Cosecha	Jornal	20584	0	0.00	0	0.00	16.3	335,519	52.7	1,084,777
Beneficio	Jornal	20584	0	0.00	0	0.00	1.3	26,759	5.3	109,095
Aplicación Insecticidas	Jornal	20584	2.3	47,343	3.3	67,927	4.7	96,745	5	102,920
Aplicación Fungicidas	Jornal	20584	1.3	26,759	2	41,168	3	61,752	3.3	67,927

			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4
Subtotal Labores			1,891,669		981,857		1,405,887		2,346,576

Insumos	Unidad	Precio Unitario	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
			Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor
fertilización orgánica (HUMUS)	Kg.	0.34	1093.3	372.00	1133.3	385.00	1200	408.00	2200	748.00
Enmiendas	Kg.	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Fungicidas	Kg.	15.2	1.2	18.00	1.7	26.00	2.2	33.00	3	46.00

Fertilizante foliar (biopreparado)	Lt.	0.2	66.7	13.00	66.7	13.00	66.7	13.00	66.7	13.00
Fertilizante Completo	Kg.	1.325	56	74.00	75	99.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL COSTOS		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		
		1,894,101		982,399		1,406,376		2,347,418		
Insecticida	Un	17	0.3	5.00	0.3	5.00	0.5	8.00	0.5	8.00
Fumigadora de espalda	Un	232	0.2	46.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Herramientas	Un	6.81	2	14.00	2	14.00	4	27.00	4	27.00

Subtotal Insumos	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
	542.00	542.00	489.00	842.00

	Unidad	Precio Unitario	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
			Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor
Materia Prima	Un	1.35	1400	1,890	0	0.00	0	0.00	0	0.00

			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4
Subtotal Materia Prima			1,890.00		0.00		0.00		0.00

AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4	
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		1,894,101.00		982,399.00		1,406,376.00				2,347,418.00

Fuente: Secretaria de desarrollo Agropecuario Departamento de Risaralda

ANEXO B
 MODELO ENCUESTA CULTIVADORES.

Encuesta aplicada a 20 cultivadores de la región de Rionegro -Santander

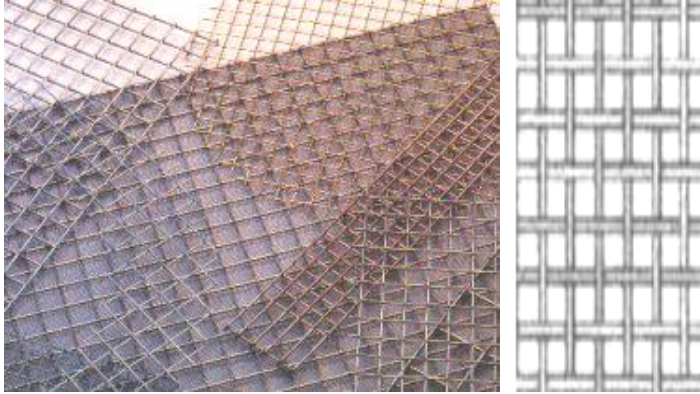
FECHA	01 -2007	MUNICIPIO	RIONEGRO	DEPARTAMENTO	SANTANDER
NOMBRE					

	PREGUNTA	1	2	3	4
1	Su nivel de escolaridad es:	Primaria	Secundaria	Técnico	Superior
2	Pertenece a alguna asociación o cooperativa	SI	NO		
3	Es propietario de finca	SI	NO		
4	Número de hectáreas de la finca	1-5 hectáreas.	5-10 Hectáreas.	10-15 Hectáreas.	Mas de 15 hectáreas.
5	Cultiva cacao	SI	NO		
6	Número de hectáreas dedicadas al cacao	1-3 hectáreas.	3-5 Hectáreas.	5-10 Hectáreas	Mas de 10 hectáreas.
7	Los ingresos mensuales promedio de su finca están entre:	500 mil – 1.5 millones	1.5 millones - 2.5 millones	2.5 millones – 3 millones	Mas de 3millones
8	Cuenta con servicio de energía eléctrica	SI	NO		
9	Utiliza algún tipo de maquinaria agrícola.	SI	NO		
10	Utiliza Despulpadora de café	SI	NO		
11	Utiliza Picapasto	SI	NO		
12	Utiliza trapiche	SI	NO		
13	Utiliza despulpadora de fruta.	SI	NO		
14	Utiliza al algún tipo de maquinaria agrícola para la cosecha del cacao.	SI	NO		
15	Implementaría maquinaria agrícola para la cosecha del cacao	SI	NO		
16	Cuanto estaría dispuesto a invertir en maquinaria agrícola para el cultivo de cacao.	0 – 500.000 pesos.	500.000 – 1.000.000 pesos	1.000.000 – 2.000.000 pesos	2.000.000-5.000.000 pesos

Fuente: el autor

ANEXO C. MALLAS.

Mallas soldadas. Mallas Lisas en Acero Inoxidable Norma ISO 9002



Código	F	Descripción	Nº	Alamb.	Luz	%Libre
0980	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.000 MM	4	1,200	5,150	65,78
1000	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.000 MM	5	1,000	4,080	64,50
1020	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.016 MM	6	0,890	3,343	62,37
1042	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.220 MM	7	0,810	2,819	60,34
1050	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.016 MM	8	0,810	2,365	55,48
1060	22	TELA INOX. 304 ANCHO 1.016 MM	10	0,500	2,040	64,50

Código	F	Descripción	Nº	Alamb.	Luz	% Libre
0050	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-5020	2.000	50.80	92.57
0060	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-4820	2.000	48,8	92,28
0100	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-2520	2.000	25.00	85.73
0150	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-2020	1.500	20.00	82.64
0200	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-2015	1.200	20.00	86.53
0250	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-1612	1.000	16.00	86.53
0300	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-1210	1.600	12.00	85.21
0350	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-1116	1.000	11.10	76.39
0400	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-1010	1.000	10.00	82.64
0450	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-0810	1.000	8.00	79.01
0500	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-0610	1.000	6.00	73.47
0550	20	MALLA.INOX-304 SOLDADA	S-0510	1.000	5.00	73.47

Fuente: www.perfomallas.com

ANEXO D. MANTIS.

La mantis religiosa (*Mantis religiosa*), también llamada santateresa, tatadiós, campamocha, mamboretá, cerbatana, usamico, comepiojos o matapiojos, es un insecto de la familia Mantidae, orden Mantodea. Originaria de sur de Europa, fue introducida en Norteamérica en 1899 en un barco.



Fotografía 52. Mantis fuente: wikipedia

La Mantis religiosa es un insecto. En comparación con otros insectos, su tamaño es mediano, posee un tórax largo y unas antenas delgadas. Tiene unos grandes ojos compuestos en la cabeza la cual puede girar hasta 180° y tres ojos sencillos entre los ojos compuestos. Sus patas anteriores, que mantiene recogidas ante la cabeza en actitud orante, están provistas de fuertes espinas para sujetar las presas de que se alimenta. Es voraz y muy común en lugares cálidos.

Casi siempre vive sola pero en la época de reproducción, macho y hembra se aparean. Normalmente hay más de un macho y se pelean para ver que macho se queda con la hembra o lo contrario. Las hembras son mayores que los machos, lo que puede provocar problemas cuando se aparean.

La Mantis religiosa, la especie más representativa de la familia Mantidae en Europa, puede ser verde o parda con distintos matices. El color del medio en el que habita durante su última muda (si se trata por ejemplo de paja seca o hierba verde) determina el color del adulto.

Es el único animal conocido que cuenta con un único oído y lo tiene localizado en el tórax.

ANEXO E

MOTORES. Motores monofásicos.

Motores IEC uso general 1 fase 1LF7.

- 50-60Hz
- 1 fase
- Aislamiento F
- Carcasa aluminio

Ventaja

- Aislamiento tropicalizado
- Alto par de arranque
- IP55 y tipo bomba



Motores IEC / NEMA uso general 1 fase 1RF3.

- 115/230V
- 60Hz
- 1 fase
- Aislamiento F
- Carcasa en lámina

Ventajas

- Aislamiento tropicalizado
- Alto par de arranque
- IP23 B3 y tipo bomba



Fuente: Siemens de Colombia.

ANEXO F

ENVASE PLASTICO. 67 PGAR4240

FICHA DE ESPECIFICACIONES

ELABORÓ: IAC

APROBÓ: GDO

FECHA: 2001-0-08



- CAPACIDAD 4 LITROS
- MATERIAL: 100 % POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA SOPLADO
- DIMENSIONES: Alto: 231 mm Ancho: 125 mm Largo: 190 mm
- PESO: 240 gramos \pm 12 gramos
- ESPESOR: El espesor mínimo de la pared es de 0.6 mm
- COLOR: Transparente
- AFORADO: Línea de graduación en 4 litros y 1 galón
- ACCESORIOS: Tapa de seguridad
- ENSAYOS: HERMETICIDAD Según Norma Técnica Colombiana NTC 844 numeral 4.2
- RESISTENCIA AL IMPACTO: Según Norma Técnica Colombiana NTC 844 numeral 4.3
- RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO: Según Norma Técnica Colombiana NTC 844 numeral 4.5

Fuente: Progen S.A transversal 6 12-21 .Zona Industrial Cazuca entrada 2
Soacha Cundinamarca tel.: 57 177 67880