

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA  
PARA CORTAR DEDOS DE CAUCHO DE LOS  
TUNELES DESPLUMADORES DE POLLO DE LA  
EMPRESA CAMPOLLO SA.**

**LUIS FABIAN ROBLES MENDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2.006**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA  
PARA CORTAR DEDOS DE CAUCHO DE LOS  
TUNELES DESPLUMADORES DE POLLO DE LA  
EMPRESA CAMPOLLO SA.**

**LUIS FABIAN ROBLES MENDEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Diseñador Industrial**

**Director**

**JOHN FABER ACHILA**

**Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2.006**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es el que guía mi destino y sin su ayuda no hubiese podido finalizar este proyecto.

A mis padres, por su confianza, paciencia y colaboración y además porque día a día estuvieron animándome a continuar.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Florentino Torres, ingeniero Industrial, patrocinador del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A John Faber Achila, ingeniero Mecánico, director del proyecto, por su atención y colaboración.

A Jose Pérez y Elvira de Pérez, por su colaboración y apoyo incondicional.

A todos aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para que este proyecto se completara.

**Luis Fabian Robles Méndez .**

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1. EL PROYECTO</b>	17
1.1. ANTECEDENTES	7
1.1.1. Planteamiento del problema	18
1.1.2 Formulación del problema	18
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	21
1.2.1. Objetivo General	21
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3 EL PROCESAMIENTO AVICOLA	22
1.3.1 Recepción y colgado	22
1.3.2 Matanza	22
1.3.3 Sacrificio	23
1.3.4 Escaldado por inmersión	23
1.3.5 Desplumado	23
1.3.6 Corte de patas	25
1.3.7 Descloacado	25
1.3.8 Remoción de cabezas	26
1.3.9 Eviscerado	26
1.3.10 Lavado	26
1.3.11 Preenfriado	27
1.3.12 Desprese	27
1.3.13 Selección	28

1.3.14 Suavizado	28
1.3.15 Congelación	29
1.3.16 Empaque	29
1.3.17 Pesaje	29
<b>2. LOS TÚNELES DESPLUMADORES DE POLLOS Y LOS DEDOS DE CAUCHO</b>	<b>30</b>
2.1. MANTENIMIENTO DEL TUNEL DESPLUMADOR DE POLLOS	30
2.1.1 Diagrama de procesos	32
2.1.2. Análisis ergonómico del corte de los dedos a través del método RULA	33
2.1.3 Patologías relacionadas	34
2.1.4 Tiempo y costo	34
2.2. ANÁLISIS DE LOS DEDOS DESPLUMADORES DE POLLO	35
2.3 HERRAMIENTAS EXISTENTES	36
<b>3. INVESTIGACIÓN</b>	<b>37</b>
3.1 PRUEBAS DE CORTE	37
3.1.1 PRUEBA DE CORTE CON VARIEDAD DE FORMAS	37
3.1.2 PRUEBA DE CORTE VARIANDO EL ANGULO DE AFILADO	38
3.2 PRUEBAS DE DUREZA SHORE A	40
3.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	42
<b>4. DISEÑO</b>	<b>44</b>
4.1 LLUVIA DE IDEAS	44
4.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	46
4.2.1 Alternativa 1	46
4.2.2 Alternativa 2	50
4.2.3 Alternativa 3	54
4.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	57
4.4 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVA ESCOGIDA	58

<b>5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b>	<b>59</b>
5.1 ANÁLISIS DE LA CUCHILLA	59
5.2 ANÁLISIS DEL PORTACUCHILLA	62
5.3 ANÁLISIS DEL ACOPLÉ VÁSTAGO-PORTACUCHILLA	67
5.4 ANÁLISIS DE LA SOPORTE-BASE	69
5.5 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES NEUMÁTICOS	73
<b>6. ASPECTOS DE DISEÑO</b>	<b>76</b>
6.1 ANALISIS ERGONÓMICO	76
6.1 ANÁLISIS FORMAL ESTÉTICO	79
6.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE MARCA	81
6.3 EMPAQUE	83
<b>7. FABRICACIÓN Y COSTOS</b>	<b>90</b>
7.1 DIAGRAMAS DE PRODUCCIÓN Y MOVIMIENTOS	91
7.1.1 Soporte base y portacuchilla	91
7.1.2 Bujes y acople vástago-portacuchilla	92
7.1.3 Cubierta transparente	93
7.1.4 Mango	94
7.1.5 Gatillo	95
7.1.6 Cuchilla	96
7.1.7 Empaque y base de jumbolón	97
7.1.8 Ensamble de la herramienta	98
7.2 MODELO TERMINADO	101
7.3 ANÁLISIS DE COSTOS	103
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cuchillo de corte	17
Figura 2. Platos de aluminio	18
Figura 3. Llegada de pollos	21
Figura 4. Escaldado por inmersión	22
Figura 5. Desplumado	23
Figura 6. Extracción de vísceras	24
Figura 7. Lavado	25
Figura 8. Enfriado	26
Figura 9. Selección	27
Figura 10. Empaque	28
Figura 11. Retiro de bandas de transmisión de potencia	29
Figura 12. Apertura de las paredes del túnel	29
Figura 13. Selección y corte de los dedos	30
Figura 14. Ubicación de los dedos	30
Figura 15. Montaje de las bandas de transmisión de potencia	31
Figura 16. Dedo desplumador de pollo	34
Figura 17. Variación de los ángulos de corte	38
Figura 18. Dispositivo para pruebas de corte	38
Figura 19. Presión y tipo de corte	39
Figura 20. Resultados angulos de corte vz. Fuerza	39
Figura 21. Durómetro	40
Figura 22. Toma de muestras	41
Figura 23. Zonas de tomas de muestras	41

Figura 24. Alternativa 1	46
Figura 25. Tipo de corte A1	47
Figura 26. Zonas de agarre	47
Figura 27. Sección transversal del mango	48
Figura 28. Alternativa 2	50
Figura 29. Tipo de corte A2	51
Figura 30. Zonas de agarre A2	52
Figura 31. Alternativa 3	54
Figura 32. Trayectoria y tipo de corte	55
Figura 33. Zona de agarre y ángulo de inclinación	55
Figura 34. Evolución de la alternativa	58
Figura 35. Cuchilla	59
Figura 36. DCL cuchilla	59
Figura 37. Deformación total de la cuchilla	60
Figura 38. Máxima resistencia al esfuerzo cortante	61
Figura 39. Factor de seguridad	62
Figura 40. Perspectiva y vista lateral del portacuchilla	62
Figura 41. DCL portacuchilla	63
Figura 42. Relación fuerza distancia	64
Figura 43. Deformación total del portacuchilla	65
Figura 44. Máxima resistencia al esfuerzo cortante del portacuchilla	66
Figura 45. Factor de seguridad del portacuchilla	66
Figura 46. Perspectiva y vista frontal del acople	67
Figura 47. DCL acople vástago portacuchilla	67
Figura 48. Máxima deformación del acople	68
Figura 49. Máxima resistencia al esfuerzo cortante	68
Figura 50. Factor de seguridad del acople	69
Figura 51. Vistas principales del soporte	69

Figura 52. DCL soporte base	70
Figura 53. Máxima deformación del soporte	71
Figura 54. Máxima resistencia al esfuerzo cortante	72
Figura 55. Factor de seguridad	72
Figura 56. Cilindro compacto Festo	74
Figura 57. Válvula R-3-M5	75
Figura 58. Modelo de análisis ergonómico	76
Figura 59. Mangos diseñados	77
Figura 60. Modelo de la encuesta ergonómica	78
Figura 61. Perfiles gallina y gallo	79
Figura 62. Perfil de la cabeza de un pollo	80
Figura 63. Geometrización y composición de la herramienta	80
Figura 64. Composición aplicada a la herramienta	81
Figura 65. Logotipo avica	82
Figura 66. Símbolos	83
Figura 67. Desarrollo del empaque	83
Figura 68. Composición gráfica sobre caras principales	84
Figura 69. Vistas principales del empaque	84
Figura 70. Caras principales del empaque	85
Figura 71. Soporte de Jumbolón	85
Figura 72. Vista superior y frontal del empaque	86
Figura 73. Empaque abierto	87
Figura 74. Empaque impreso	88
Figura 75. Empaque	101
Figura 76. Apertura	101
Figura 77. Agarre	102
Figura 78. Herramienta en uso	102

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ponderación inicial	31
Tabla 2. Herramientas existentes	34
Tabla 3. Metodología del desarrollo proyectual	36
Tabla 4. Ensayo de corte con variedad de formas	39
Tabla 5. Resultados de la prueba SHORE A	41
Tabla 6. Requerimientos y parámetros de diseño	42
Tabla 7. Métodos de corte	44
Tabla 8. Matriz de relaciones QFD	57
Tabla 9. Valores para la fuerza del cilindro	63
Tabla 10. Factores de corrección de carga	73
Tabla 11. Selección de fuerza	74
Tabla 12. Pesos de cilindros compactos	74
Tabla 13. Materiales	89
Tabla 14. Maquinaria	103
Tabla 15. Elementos no fabricados en el taller	103
Tabla 16. Manos de obra	104
Tabla 17. Costo de personal	104
Tabla 18. Costos directos de herramienta	105
Tabla 19. Costos indirectos	106

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Bocetos	113
Anexo B. Metodología del desarrollo proyectual	116
Anexo C. Ensayo de dureza SHORE A	119
Anexo D. Antropometría de la mano según Norma DIN 33402 2ª parte	123
Anexo E. Método RULA.	127
Anexo F. Catálogo músculos neumáticos FESTO	131
Anexo G. Manual del Usuario	135
Anexo H. Planos	139

## RESUMEN

### TÍTULO:

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA CORTAR DEDOS DE CAUCHO DE LOS TÚNELES DESPLUMADORES DE POLLO PARA LA EMPRESA CAMPOLLO SA. \***

### AUTOR

LUIS FABIAN ROBLES MÉNDEZ. \*\*

### PALABRAS CLAVES

Dedos de caucho, Túneles desplumadores, Herramienta, Diseño.

### DESCRIPCIÓN

El objetivo de este proyecto diseñar y fabricar una herramienta que permita cortar los dedos de caucho vulcanizado de los tuneles desplumadores de Campollo SA. A su vez facilitar la labor de cambio de los dedos desgastados, labor en la cual el trabajador se encuentra expuesto a sufrir desordenes de trauma acumulativo y que posteriormente le pueden generar gastos a la empresa.

La herramienta se diseñó a partir de parámetros ergonómicos y del análisis del entorno de trabajo, considerando los factores internos y externos que afectan la labor de corte. Se utilizaron como ayudas para el diseño mecánico las pruebas de resistencia al corte y dureza realizadas a los dedos; como ayudas para el diseño ergonómico el método RULA. Como apoyo para el desarrollo proyectual en los aspectos Funcional y formal-estético, se usaron software para modelado tridimensional como lo son: Solid Edge V11 y Cinema 4d respectivamente, para el diseño de etiquetas y demás señales se usaron Adobe Illustrator y Corel Draw 11, principalmente.

El resultado es una herramienta que permite cortar los dedos de caucho vulcanizado (cuya dureza oscile entre 60-65 SHORE A), con solo ejecutar una acción la cual es presionar un pulsador, permitiendo así que el corte de los dedos se realice rápidamente y que el corte se reduzca de 960 a 320 repeticiones por sesión de mantenimiento.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Ing. John Faber Achila.

## SUMMARY

**TITLE:**

**DESIGN AND PRODUCTION OF A TOOL TO CUT FINGERS OF RUBBER OF THE TUNNELS PICKING OF CHICKEN FOR THE COMPANY CAMPOLLO SA.\***

**AUTHOR:**

LUIS FABIAN ROBLES MÉNDEZ.\*\*

**KEY WORDS:**

Fingers of rubber, tunnels picking, tool, design.

**DESCRIPTION:**

The objective of this project is to design and to manufacture a tool that permit to cut the fingers of rubber vulcanized of the tunnels picking of Campollo SA. At the same time facilitate the work of change of the fingers eroded, work in which the worker is found exposed to suffer disorders of cumulative trauma and that subsequently can generate expenses to the business.

The tool was designed from ergonomic parameters and of the analysis of the work environment, considering the external and internal factors that affect the work of cut. They were utilized as aids for the mechanical design the tests of resistance to the cut and hardness carried out to the fingers; as aids for the ergonomic design the method RULA. As support for the projectual development in the aspects formal-esthetic and functional , they were used software for three-dimensional shaped such as: Solid Edge V11 and Cinema 4d respectively, For the design of labels and signs were used Adobe Illustrator and Corel Draw 11, principally.

The result is a tool that permits to cut the fingers of rubber vulcanized (whose hardness oscillate among 60-65 SHOREA), with alone to execute an action which is to pressure a push-button, permitting that the cut of the fingers be carried out quickly and that the cut be reduced from 960 to 320 repetitions by session of maintenance.

---

\* Degree Work.

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Industrial Design, Ing. John Faber Achila.

## INTRODUCCIÓN

La industria avícola en Santander, es uno de los pilares fundamentales en la economía de la región y en especial de Bucaramanga, encontrándose aquí los principales centros de procesamiento de pollos para la industria nacional; en esta región podemos encontrar empresas tales como Mac Pollo, Campollo SA, Distraves, Pimpollo, Avisan, entre otras.

La empresa Campollo SA se encuentra posicionada como la segunda productora con mayor aceptación en el mercado nacional.

En los últimos años y a partir de la certificación de otorgada por la HACCP, la empresa ha decidido emprender proyectos que le permitan consolidarse como una empresa altamente competitiva en el mercado nacional. Uno de esos proyectos es el que presento a continuación el cual esta encaminado a favorecer y a optimizar la etapa de corte de los dedos en el proceso de mantenimiento de los túneles desplumadores de pollo. Esta labor se estaba desarrollando de una manera rudimentaria y sin tener en cuenta el impacto que puede generar en el operario, exponiendolo a desarrollar traumatismos de tipo acumulativo y que posteriormente van a ocasionar problemas con el desempeño del mismo.

El diseño industrial juega un papel importante en el aporte de soluciones a esta problemática, ya que realiza estudios de los factores de riesgo e identifica los principales problemas en la operación de mantenimiento del tunel desplumador y no solo se queda en allí sino que también propone soluciones objetuales a las

necesidades encontradas, teniendo en cuenta factores como: Factor humano, Factor técnico-productivo, Factor económico y Factor formal-estético.

Debido a las razones expuestas he desarrollado el presente trabajo de grado, titulado "Diseño y fabricación de una herramienta para cortar dedos de caucho de los túneles desplumadores de pollo para la empresa Campollo SA." Esta herramienta permite que se reduzcan los riesgos en la labor de mantenimiento y además que se agilice este trabajo, es muy útil para los técnicos y además se ha fabricado con tecnologías de la región.

## 1. EL PROYECTO

### 1.1. ANTECEDENTES:

La industria avícola es uno de los mayores frentes agroindustriales del país, con ventas por cerca más de \$1,6 billones en el año 2001. Son ocho millones de ponedoras, 11 millones de pollos de engorde y 1.5 millones de reproductoras. Sólo en la Mesa de los Santos, núcleo avícola que representa el 22% de la producción santandereana, se producen 44 mil toneladas anuales de pollinaza y gallinaza. El consumo per cápita alcanza 158 unidades de huevo por año, mientras el consumo de pollo llega a 15.2 kilogramos para el mismo período.

La industria avícola del departamento genera el 83% de la carga que se mueve desde los puertos nacionales, esto equivale a 35.000 toneladas mensuales, representados aproximadamente en \$1.785 millones por mes.

El sector avícola reúne unas características muy importantes; genera alrededor de 40.800 empleos directos y 75.000 indirectos, la producción departamental de huevos alcanza los 180 millones mensuales, lo cual equivale al 25% de la producción nacional; de igual manera, produce 10.620 toneladas de pollo al mes, que representa el 24% del total producido por el país.

Es por esto que la producción avícola en Santander es muy importante en el país, y además en la medida que se procesen mas pollos mayor será la demanda de los mismos a nivel nacional, es por esto que cada etapa del procesamiento de los pollos debe ser eficiente y eficaz por lo cual es necesario analizar y diagnosticar factores importantes en el proceso productivo, que de una u otra manera afecten el procesamiento de los pollos y así proponer soluciones que permitan mejorar en cierto grado la eficacia y/o la eficiencia de dichos procesos.

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Teniendo en cuenta los datos iniciales mencionados por la empresa y además considerando los factores económicos y técnico-productivos, en la actualidad las empresas avícolas y en particular la empresa Campollo S.A, emplea cuchillos de uso domestico para desprender los dedos de caucho de los túneles desplumadores.

**Figura 1. Cuchillo de corte**



La empresa ha manifestado su inconformidad respecto a la adquisición de herramientas que permitan agilizar el proceso de mantenimiento de los túneles desplumadores, ya que estas no son de producción nacional lo cual implica que se deben importar, generando altos costos de adquisición de los mismos.

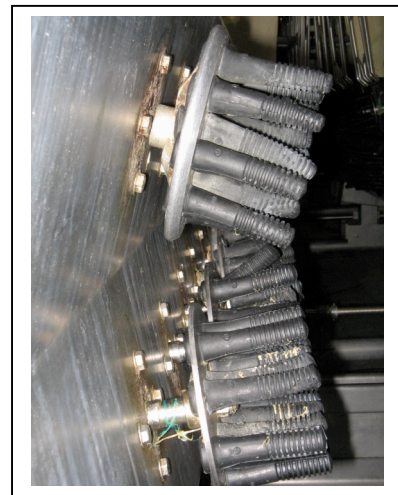
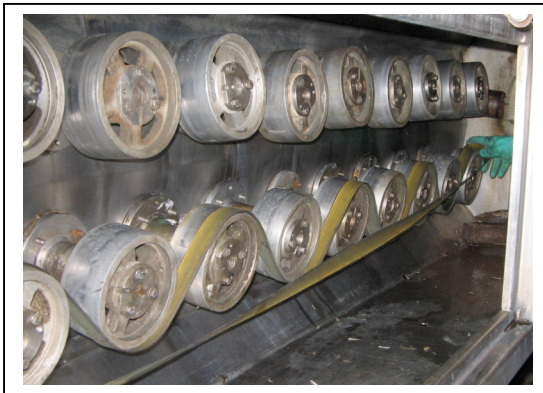
### **1.1.2. Formulación del problema**

Después de haber visitado la empresa Campollo y de consultar diferentes opiniones de expertos en el tema, encontré los siguientes indicios:

- En la empresa Campollo se cambian semanalmente una cantidad aproximada de 300 - 380 dedos de caucho.

- La labor de mantenimiento de los túneles desplumadores incluye operaciones como:
  - Montaje y desmontaje de los diferentes componentes de los túneles.
  - Aplicación de lubricantes de los componentes.
  - Corte y cambio de los dedos de caucho desgastados.
  - entre otras operaciones.
- Los dedos desplumadores de pollo están sujetos a unos platos de aluminio que rotan por medio de unas bandas planas (ver figuras 2).

**Figura 2. Platos de aluminio**



- Para la operación de mantenimiento de los dedos se involucran seis operarios por sesión, estos deben realizar todas las operaciones anteriormente descritas en tres horas.
- Los cambios en los precios de las herramientas están condicionados por el alza o la baja del precio del dólar y por las condiciones de frontera con los Estados Unidos.
- Los dedos desplumadores de pollo, son fabricados de caucho vulcanizado.

- Los pollos pasan por dos tuneles desplumadores el primero despluma el pollo con mas firmeza que el segundo, esto con el fin de evitar que queden residuos de plumas en el pollo procesado, y asi evitar posibles focos de contaminación.
- Los dedos desplumadores de pollos vienen en diferentes tamaños y durezas. Estos valores varian de acuerdo a la etapa de desplumado en que se vaya a utilizar, por ejemplo si los pollos pasan por el primer túnel desplumador, la dureza correspondiente para estos dedos es de 50-55 SHORE A, y cuando pasan por el segundo tunel desplumador, la dureza de los dedos es de 60-65 SHORE A.
- En la operación de cambio de los dedos se requiere un alto grado de higiene.
- Actualmente en Bucaramanga, existe solo un proveedor con amplia experiencia en el campo de la comercialización de los dedos desplumadores, sin embargo carece de estandarización de los mismos lo cual hace que se dificulte hacer compras específicas de los dedos.
- El costo de cada dedo esta entre \$750 y \$820.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar y fabricar un prototipo de una herramienta para cortar dedos de caucho de los túneles desplumadores de pollo de la empresa Campollo SA.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico en cuanto al proceso de mantenimiento de los túneles desplumadores. (diagrama de proceso, tiempos, costos, problemas ergonómicos del proceso).
- Estudiar las normas ISO y HACCP asociadas al proceso y aplicables al diseño de la herramienta.
- Hacer el análisis técnico y ergonómico de la forma en que se realiza la tarea del cambio de dedos desplumadores.
- Utilizar herramientas CAD-CAE en el diseño del prototipo.
- Realizar pruebas ergonómicas del modelo diseñado.
- Establecer un nombre de marca y un empaque para el prototipo diseñado.

### **1.3. EL PROCESAMIENTO AVICOLA**

El procesamiento de pollos incluye procedimientos como:

#### **1.3.1 Recepción y colgado**

Los pollos llegan a la planta en jaulas plásticas (guacales), las cuales son descargadas manualmente por arrastre y transferidas al área de colgado, esta transferencia es efectuada por medio de una banda transportadora. En el área de colgado las aves son retiradas manualmente de las jaulas y son colgadas en los ganchos de la línea de matanza y desplume.

**Figura 3. Llegada de los pollos**



#### **1.3.2 Matanza**

Insensibilización o atontado

Con el atontado de baño convencional, las aves son colgadas de los ganchos del transportador aéreo por sus patas, y sus cabezas son pasadas a través del baño. Los electrodos ubicados en el baño de agua y en la guía de los ganchos entregan los golpes de atontado a medida que las aves ingresan al agua, completando efectivamente el circuito, produciendo en las aves el aturdimiento y la paralización de los músculos por el efecto de la corriente en el cerebro.

### **1.3.3 Sacrificio.**

Una vez atontadas, las aves son matadas expertamente, esto puede hacerse manualmente o por medio de un matador de una o dos cuchillas. Debe haber una distancia mínima entre el atontador y el matador (generalmente 10 seg), ya que después del choque eléctrico el pollo tiene las alas pegadas al cuerpo y la cabeza entre los hombros y 3-4 segundos después de la salida empieza a estirar el cuello, condición necesaria para un correcto sacrificio.

### **1.3.4 Escaldado por inmersión**

Como preparación para el posterior retiro de las plumas, la piel superficial del ave necesita ser sometida a un tratamiento de calor durante un tiempo y a una temperatura determinada. Este proceso se lleva a cabo en una escaldadora en donde las aves son sumergidas en agua caliente. La transferencia de calor y la agitación del agua se efectúan usando el principio de Jacuzzi, por medio del cual se inyecta aire dentro del agua.

**Figura 4. Escaldado por inmersión**



### **1.3.5 Desplumado**

El retiro de las plumas se lleva a cabo en las máquinas desplumadoras, las cuales están equipadas con dos gabinetes opuestos, cada uno conteniendo

dos o tres corridas de discos rotatorios con dedos especiales de goma. Los discos siguen estrechamente los contornos del ave y los dedos remueven las plumas por fricción. En esta operación se utiliza una ducha de agua caliente la cual puede variar entre 60-65 °C, por un tiempo aproximado de 15 seg. Cada corrida de discos es comandada por una correa. Ajustes fáciles y simples en la altura y el ancho, aun durante la producción permiten excelentes resultados de desplumado, ya que estos ajustes son esenciales para asegurar que las plumas se eliminen correctamente sin dañar las aves, ya que se puede romper la piel e incluso romper las alas. Algunas desplumadoras llevan un banco inferior para el desplumado adicional de las áreas del cuello y de los hombros.

**Figura 5. Desplumado.**



### 1.3.6 Corte de patas

Las patas son cortadas de las aves como parte del proceso de matanza, siendo este el paso final de la línea de matanza antes de entrar a la sala de eviscerado.

**Figura 6. Extracción de las vísceras**



### 1.3.7 Descloacado

Su propósito es la remoción del ano y de la bolsa de Fabricious de tal manera que queden colgando sobre la espalda del ave para no contaminar el pollo, ni obstruir el trabajo en la apertura del abdomen, el proceso debe ser realizado de manera precisa sin tocar los intestinos para evitar la contaminación fecal.

A la salida del descloacado se encuentran rociadores de agua a presión que contienen desinfectante (hipoclorito de sodio) entre 20 y 30 ppm, que arrastran la suciedad.

### **1.3.8 Remoción de cabezas**

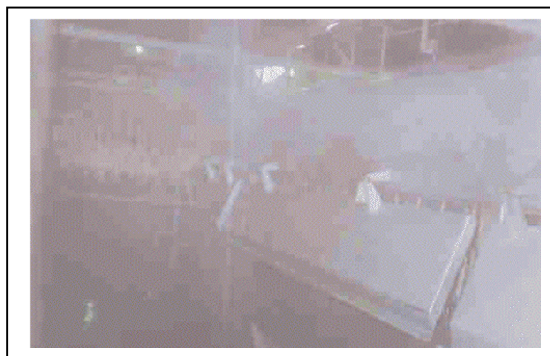
Al salir de las desplumadoras es necesario remover la cabeza del ave, ya que es considerado un producto de desecho, para lo cual los pollos son orientados a pasar por una guía de acero inoxidable en forma de “U” (ubicada al nivel de la cabeza) la cual termina en una cavidad más estrecha en donde queda atorada la cabeza y mediante el estiramiento ocasionado por el movimiento de la cadena de colgado se produce el arranque de esta.

### **1.3.9 Evisceración**

El proceso de evisceración es una de las etapas más importantes en la producción avícola, por el gran riesgo de introducción y diseminación de la contaminación. Conseguir la entrada a la cavidad abdominal del animal y separar las vísceras son los pasos más importantes del proceso. La evisceración hay que hacerla en condiciones muy higiénicas sin que se contamine la canal ni las vísceras con el contenido del tracto digestivo, por todo esto es necesario que las aves ayunen antes del sacrificio.

### **1.3.10 Lavado**

**Figura 7. Lavado**



### 1.3.11 Preenfriado

La sanidad y una prolongada vida útil de los alimentos dependen de la implementación de altos estándares de higiene de los procesos, combinados con eficientes métodos de enfriamiento, que permitan disminuir la temperatura de las aves tan rápidamente como sea posible, de  $+39^{\circ}\text{C}$  a  $+4^{\circ}\text{C}$ , para obtener esto, hay varias opciones de enfriamiento, de las cuales el enfriamiento por agua en un enfriador de tornillo es comúnmente el más usado. Se usa como medio de enfriamiento el agua fría o una combinación de agua y hielo en escamas. La estadía de las aves en este medio es de 30 a 45 minutos, dependiendo del paso de las aves evisceradas.

**Figura 8. Enfriado**



### 1.3.12 Desprese.

La exactitud del proceso de desprese, no solo influye en la apariencia y el mercadeo del producto final, sino que también es crítica en el rendimiento y rentabilidad de la línea de desprese.

### 1.3.13 Selección

A continuación las aves tomadas de la salida de los enfriadores y son colgadas a la línea de pesaje y selección donde por medio de un pesaje en línea se determinará el pollo apto para desprese y el pollo para empaque como pollo entero, dependiendo del peso estipulado. Ver fig.9

**Figura 9. Selección**



### 1.3.14 Savizado

En esta parte del proceso es inyectado al pollo una solución al 10% de agua, sal y fosfato, como agente retenedor de humedad para resaltar características de sabor, jugosidad, textura y frescura de la carne, también se conoce como proceso de marinado. Este procedimiento es realizado tanto a las diferentes presas como al pollo entero, por medio de una inyectora neumática, con inyección en línea.

Cuando se termina el proceso de marinado, es importante que todo el exceso de agua sea retirado del ave usando una mesa de goteo o un tambor separador de exceso de agua.

### **1.3.15 Congelación**

Luego de suavizado el pollo es congelado para su conservación y su posterior empaque y comercialización como producto fresco o congelado. Este procedimiento es realizado por congelamiento continuo, en un túnel de congelamiento para el pollo entero donde se alcanza una temperatura de  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  en 45 min y en un I.Q.F (Individual Quick Frost) para el pollo despresado donde se alcanza una temperatura de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  en 23 min.

### **1.3.16 Empaque**

Se pueden empaquetar aves completas o sus presas en bolsas de polietileno usando varios conos de empaque montados en una mesa, o usando la empacadora neumática semiautomática que sella la bolsa con una grapa metálica.

**Figura 10. Empaque de los pollos.**



### **1.3.17 Pesaje**

Se realiza un conteo en cada canasta, verificando que las aves o sus presas vayan bien empaquetadas y con cantidades correctas. Se sube la canasta a la báscula, se pesa, se registra y se identifica el destino.

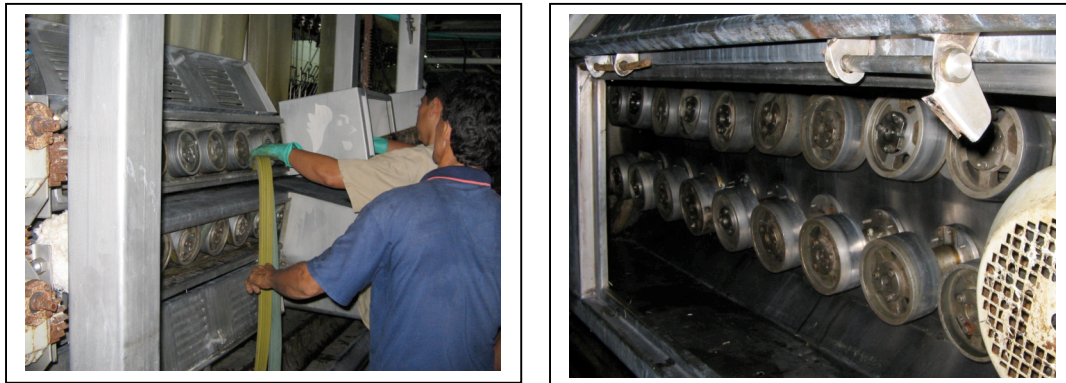
## 2. LOS TÚNELES DESPLUMADORES DE POLLO

### 2.1 EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento del tunel desplumador consta de varias etapas que se describen a continuación:

1. Desmontar las bandas de transmisión de potencia.

**Figura 11. Retiro de bandas de transmisión de potencia**



2. Apertura de las paredes del túnel.

**Figura 12. Apertura de las paredes del túnel**



3. Selección y corte de los dedos desgastados.

**Figuras 13. Selección y corte de dedos**



4. Ubicación de los nuevos dedos.

**Figura 14. Ubicación de dedos**

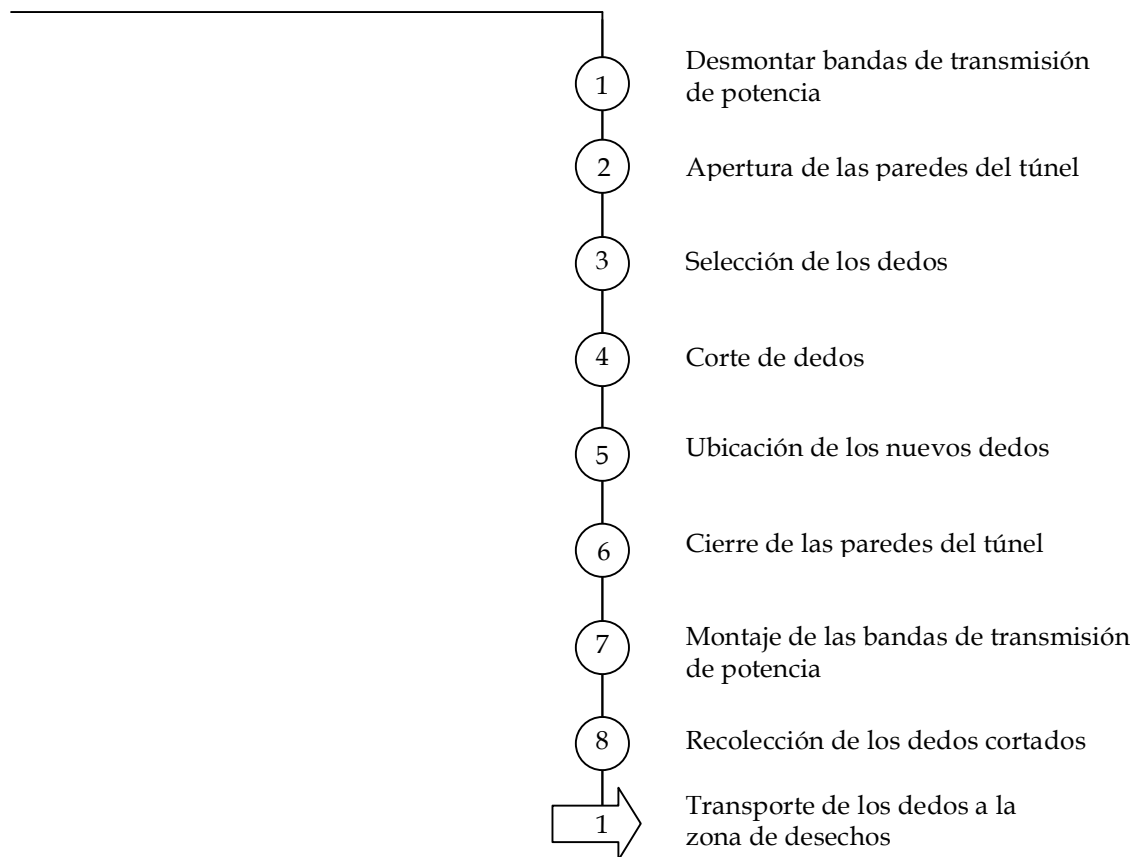


5. Cierre de las paredes del túnel.
6. Montaje de las bandas de transmisión de potencia.

**Figura 15. Montaje de bandas de transmisión**



## 2.2 DIAGRAMA DE PROCESOS



### 2.3 ANALISIS ERGONÓMICO DEL CORTE DE LOS DEDOS A TRAVES DEL METODO RULA

Para el análisis postural se empleó el método RULA, este método nos permite evaluar y detallar diferentes factores simultáneamente de manera rápida. Su principal ventaja es que no necesita un equipamiento especial por lo cual el diagnóstico puede ser realizado por personal no especializado.

La evaluación se realizó para el lado derecho, ya que es el lado en que está sometido a cargas.

Entre las porturas que adopta el operario para cortar los dedos están:

- Postura de trabajo de pie
- Flexión y extensión del brazo.
- Flexión del antebrazo.
- Agarre del mango.
- Flexión y extensión del cuello.
- Algunas veces giro de tronco.
- Flexión y extensión de las piernas.
- El peso esta irregularmente balanceado sobre las piernas.

**Tabla 1. Ponderación inicial**

GRUPO A				GRUPO B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
3	1	1	1	1	2	2
<b>6</b>				<b>5</b>		

Calificación según tabla de la postura A: **3**

Calificación según tabla B: **3**

Los anteriores puntajes están calculados para cada uno de los grupos A y B registrado en las tablas A y B del anexo E.

Después de calcular los puntajes A y B, es necesario deducir los puntajes C y D, los cuales nos darán los indicadores para obtener el puntaje principal y la lista de acción.

Los puntajes C y D se calculan mediante las siguientes relaciones:

**Puntaje C** = Puntaje A + puntuación del uso muscular y la fuerza para el grupo A.

**Puntaje D** = Puntaje B + puntuación del uso muscular y la fuerza para el grupo B.

$$\text{Puntaje C} = 6 + 2 = 8$$

$$\text{Puntaje D} = 5 + 2 = 7$$

De acuerdo a este resultado me dirijo a la tabla C del anexo E, se concluye que es necesario investigar y realizar cambios para evitar problemas posteriores.

## **2.4 PATOLOGIAS RELACIONADAS**

Este trabajo no produce traumatismos inmediatos pero si a corto y mediano plazo; las principales patologías asociadas con estos procesos están: Tenosinovitis, Síndrome De Quervain, Ganglión.

## **2.5 TIEMPO Y COSTO**

El cambio de los dedos desplumadores se realiza en tres horas dos veces por semana, se emplean cuatro operarios, el numero aproximado de dedos a cortar son 280-320.

Lo cual permitió concluir que:

1. El costo total de la mano de obra\* es de \$53550 por sesión de mantenimiento, lo cual nos da un resultado semanal de \$ 107100, mensualmente de \$428000, y anualmente 5'140800.
2. El número de dedos cortados por minuto equivale a 1,778. Este resultado fue calculado considerando que el mayor número de dedos cortados es 320 en tres horas.
3. El costo total de desperdicios (dedos cortados), equivale a \$256000 semanalmente, \$1'024.000 mensualmente, \$12'288.000 anualmente.

## 2.6 ANÁLISIS DE LOS DEDOS DESPLUMADORES DE POLLO

Los dedos desplumadores de pollo , son fabricados de caucho vulcanizado, tienen una dimension que varia entre 93mm y 95mm. Presentan unas ranuras en su parte inferior, esto con el objetivo de tener un mejor contacto y facilitar el desplumado de los pollos.

Cada dedo pesa aprox 25 grs.

**Figura 16. Dedo desplumador de pollo**



---

\* Liquidación de acuerdo al salario mínimo legal vigente 2006

## 2.7 HERRAMIENTAS EXISTENTES

Por lo específico de la tarea encontramos que existen pocas empresas reconocidas y con proyección internacional, que fabrican este tipo de herramientas. En el proceso de investigación encontré que la principal empresa productora de este tipo de herramientas se llama JARVIS products, esta empresa es reconocida a nivel internacional por producir máquinas y herramientas para la industria avícola.

Esta empresa tiene dos modelos en el mercado y sus especificaciones son:

**Tabla 2. Herramientas existentes**

MODELO	CARACTERÍSTICAS
	<p>Referencia: FPC- 1.</p> <p>Procedencia: Australia, y Estados Unidos.</p> <p>Peso de 5.5 lb (2,5 kg) Accionamiento neumático.</p> <p>Longitud máxima de la herramienta de 203mm.</p> <p>Fabricada en acero inoxidable y aluminio.</p> <p><u>Costo:</u> \$ 798 US + gastos de envío importación.</p> <p><u>Fabricante:</u> Jarvis Products Corp.</p> <p><u>Componentes:</u> Cuchilla de acero inoxidable intercambiable (1). - Pistón o cilindro neumático (2). - Conexión de aire (3). - Pulsador (4). - Porta cuchilla (5). - Contrapeso (6).</p>

Por medio de la investigación de campo que se realizó, se encontró que el modelo FPC -2 fué adquirido por la empresa Avidesa Mac Pollo, pero hoy en día no es utilizada debido a que los operarios manifiestan que es pesada (su peso oscila entre 2,5 kgs y 3 kg).

Los aspectos positivos de esta herramienta son: permite cambiar cuchillas, es de accionamiento neumático. Sus aspectos negativos son el peso y el costo.


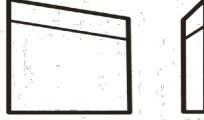
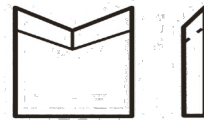
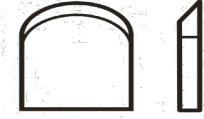
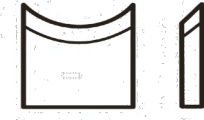
### 3. INVESTIGACION

#### 3.1 PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CORTE:

Para la ejecución de esta prueba se consideraron factores como son: La forma de las cuchillas, y el ángulo de afilado, por tal razón el ensayo se dividió en dos etapas y los resultados se describen a continuación:

##### 3.1.1 Ensayo de corte con variedad de formas:

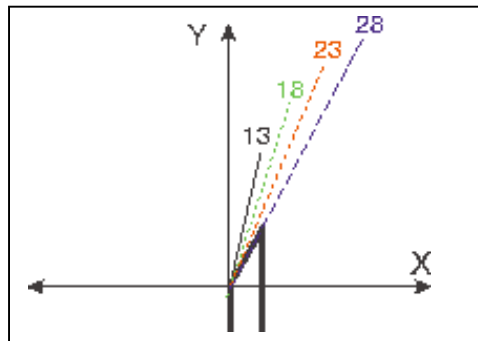
Tabla 4. Ensayo de corte con variedad de formas

TIPOS DE CUCHILLAS	OBSERVACIONES
Recta	 <ul style="list-style-type: none"><li>- Facilidad para afilar.</li><li>- Se puede afilar en fresadora.</li><li>- Por la geometría el corte se da perpendicularmente a la pieza.</li></ul>
Angular	 <ul style="list-style-type: none"><li>- Se puede obtener uniformidad en el afilado.</li><li>- Por su geometría genera un desplazamiento tangencial al dedo.</li></ul>
Doble Angular	 <ul style="list-style-type: none"><li>- Dificultad media para afilado.</li><li>- No se obtiene uniformidad para el ángulo afilado.</li></ul>
Cóncava	 <ul style="list-style-type: none"><li>- Dificultad media para afilado.</li><li>- Se puede obtener uniformidad para el afilado.</li></ul>
Convexa	 <ul style="list-style-type: none"><li>- Dificultad media para afilado.</li><li>- No se obtiene uniformidad para el ángulo afilado.</li></ul>

### 3.1.2 Ensayo de corte variando los ángulos de afilado

Para determinar el ángulo óptimo de afilado, se fabricaron cuchillas con ángulos que varían desde los  $13^\circ$  a los  $28^\circ$  con un incremento de  $5^\circ$ . Para la realización de esta prueba se diseñó un dispositivo (ver imagen..) que permite mayor precisión en el montaje de los dedos.

**Figura 17. Variación de ángulos de corte**



**Figuras 18. Dispositivo para pruebas de corte**



Esta prueba es una aproximación a la fuerza real de corte de los dedos, ya que se ejerce una presión, hasta ver que se abra el dedo, y no es una prueba de impacto, como realmente funcionará la herramienta.

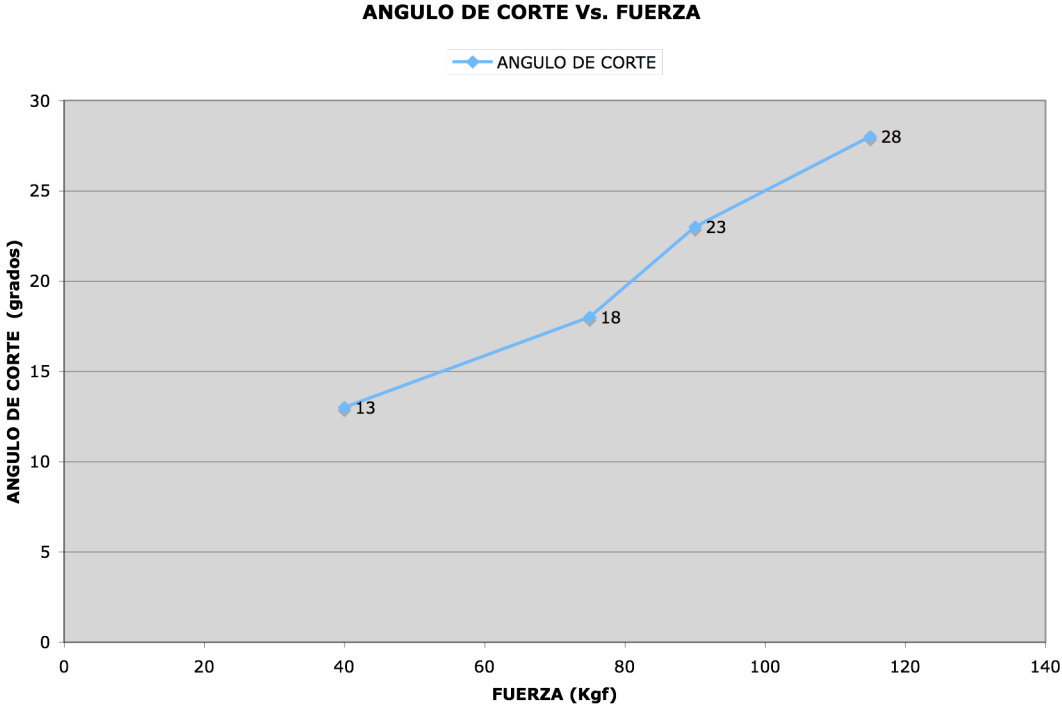
La presión generada por la cuchilla y la calidad del corte las se pueden detallar en la figura 19.

Figura 19. Presión y tipo de corte



Los resultados de esta prueba se pueden ver en la figura 20:

Figura 20. Resultados ángulo de corte vs. Fuerza



Con base en los resultados, se concluyó que a mayor ángulo de corte, mayor es la fuerza necesaria para el corte de los dedos y que el ángulo necesario para un corte óptimo se encuentra entre los 13° y 18°.

### 3.2 ENSAYO DE DUREZA SHORE A

Este ensayo es usado para medir la dureza de cauchos suaves y de polimeros, como instrumento de medida se utilizó un durómetro marca Shore en forma de cuadrante.

**Figura 21. Durómetro marca SHORE**



Esta prueba se encuentra estandarizada en la norma ASTM D-2240 y en la norma DIN 53 505.

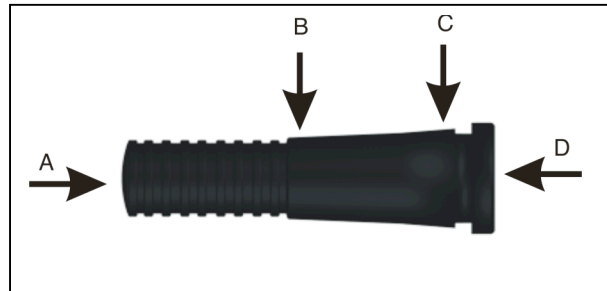
Para obtener los resultados se realizaron mediciones en diferentes partes del dedo, para luego hacer un promedio final, esto debido a que no se sabe si la dureza es uniforme para todos las partes de los dedos.

**Figura 22. Toma de muestras**



Para estandarizar la prueba se tomaron muestras en 8 dedos, sobre los cuales se ubicaron en cuatro zonas para establecer un patrón comparativo entre los dedos estudiados.

**Figura23. Zonas de toma de muestra**



Los resultados obtenidos los podemos ver en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Resultados de la prueba SHORE A**

	DEDOS								
	PUNTOS	1	2	3	4	5	6	7	8
DUREZA	A	55	50	60	55	50	60	65	55
	B	45	55	65	50	65	55	65	60
	C	50	50	60	45	55	55	60	65
	D	55	65	60	65	65	60	55	60
	Promedio	50	55	61,25	53,75	58,75	57,65	57,5	60

De acuerdo a la tabla 5, los valores de dureza SHORE A para los dedos de caucho, estan comprendidos entre 50 y 65. Sin embargo esto es solo una aproximación y por lo tanto se trabajó con el valor más alto, para abarcar la mayor cantidad de valores posibles.

### 3.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Con el objetivo de ser mas especifico, se han clasificado en requerimientos y parámetros según lo contemplado en el manual de diseño industrial\*.

**Tabla 6. Requerimientos y parámetros de diseño**

CLASIFICACIÓN	REQUERIMIENTOS Y/O PÁRAMETROS
REQUERIMIENTOS DE USO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debe ser usada tanto por derechos como por zurdos.</li> <li>- La herramienta deberá favorecer el trabajo dinámico, es decir, se debe evitar que durante el uso se mantengan los dedos en una sola posición por periodos prolongados de tiempo.</li> </ul>
REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El material o los materiales por los cuales estará compuesta la herramienta deberán ser resistentes a la corrosión y a la deformación debida a cambios bruscos de temperatura.</li> <li>- El empaque deberá ser liviano y de fácil transporte.</li> </ul>

---

\* RODRIGUEZ, Gerardo, Manual de Diseño industrial. México: ediciones G. Gilli s.a- p.52

<p style="text-align: center;">REQUERIMIENTOS TÉCNICO-PRODUCTIVOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las piezas deben ser fabricadas con tecnologías existentes en santander.</li> <li>- En lo posible usar materiales como acero inoxidable, aluminio, UHMW, acrílico, ya que son reciclables y de bajo impacto ambiental y además por ser higiénicos reducen eventualmente una contaminación bacteriana.</li> <li>- Los materiales deben ser de altas propiedades antioxidantes esto debido a lo establecido en al NTC 3075.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">PARÁMETROS ESTRUCTURALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La herramienta debe ejercer una fuerza de corte mínimo de 40kgs.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">PARÁMETROS ERGONÓMICOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El diámetro del mango de la herramienta debe estar entre los 40mm y los 65mm. El peso total de la herramienta no deberá sobrepasar los 3kgs.</li> </ul>

## 4. DISEÑO

### 4.1 LLUVIA DE IDEAS

En esta etapa de diseño he contemplado diferentes opciones para el corte de los dedos desplumadores, como se muestra a continuación:

**Tabla 7. Métodos de corte ventajas y desventajas**

METODO DE CORTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Corte con calor		No se puede implementar, por las características del material de los dedos (caucho vulcanizado).
Corte con sistemas eléctrico-mecánicos	Solo necesitan una terminal para la entrada de energía y así accionar el sistema.	Los componentes con los que se obtienen grandes fuerzas son costosos.
Corte con sistemas neumáticos	Se pueden generar grandes fuerzas con pequeños componentes como lo son los cilindros y demás componentes. Los componentes que componen el circuito son más económicos. Los componentes son de menor peso y de menor volumen que los hidráulicos. Los movimientos generados son rápidos. En muchos casos no necesitan de componentes eléctricos, ni de ningún otro tipo.	Necesitan de una línea de aire comprimido y de energía eléctrica, para poner en funcionamiento el sistema. Su costo es el más alto de todos, sin embargo es más factible su adquisición en lo que respecta a los componentes tales como válvulas, actuadores, etc.

Corte con sistemas oleohidráulicos	Se pueden generar fuerzas aun mayores que en los sistemas neumáticos y eléctricos.	Requieren de un mantenimiento riguroso Sus componentes tales como cilindros, valvulas, entre otros, son los de mas alto costo en el mercado.

De acuerdo a la anterior comparación, se determina que el sistema el accionamiento de la herramienta será neumático.

En esta lluvia de ideas, los bocetos correspondientes se encuentran en el anexo A.

Para tener datos reales en lo que respecta al dimensionamiento y selección de los elementos neumáticos y además para la selección de la alternativa, se cotizaron componentes con diferentes fabricantes de actuadores neumáticos tales como Bosch, Festo, y otros (productores nacionales), de estos se escogió Festo, debido a que ofrece un precio mas asequible y además por la calidad y confiabilidad de sus componentes. Por lo tanto las alternativas que se presentan a continuación se basan componentes neumáticos tales como cilindros, músculos, válvulas, racores. Marca Festo.

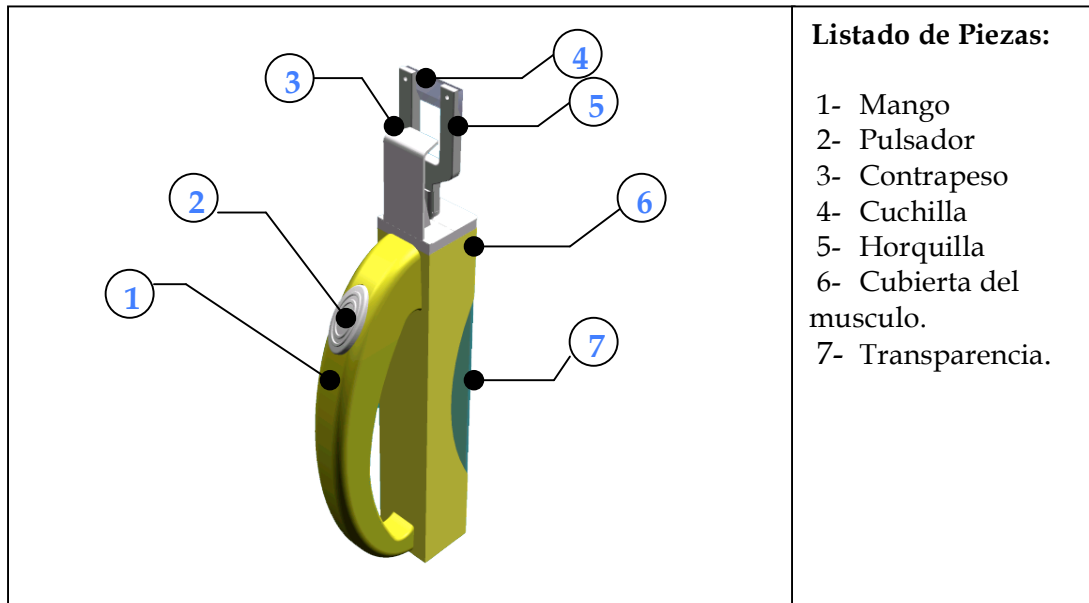
## 4.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

### 4.2.1 Alternativa N°1

Herramienta de accionamiento por músculo neumático MAS.

Esta herramienta esta compuesta como se muestra a continuación:

**Figura 24. Alternativa 1**



Funcionamiento:

La herramienta es accionada por un pulsador, este pulsador envia la señal para conmutar la válvula y asi generar movimiento através del músculo neumático. La horquilla que esta unida simultáneamente a uno de los terminales del músculo neumático y a la cuchilla, realiza el corte deseado.

Secuencia de uso:

1. Sujetar la herramienta por el mango.
2. Introducir el dedo por el espacio generado entre la horquilla y la superficie de apoyo para los dedos.
3. Presionar el pulsador.

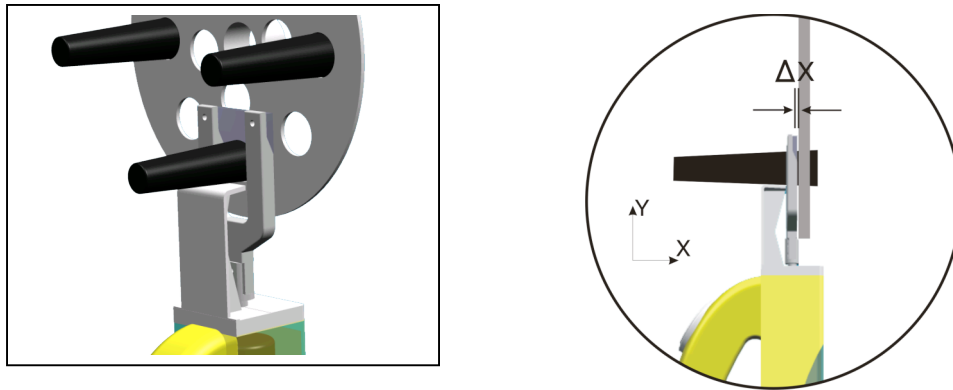
4. Retirar el dedo cortado.

Entre las principales características de esta herramienta estan:

**Corte con mayor aproximación al punto de ajuste del dedo sobre el plato.**

La distancia  $\Delta X$ , es minima, por lo tanto el corte generado es a ras. Ver grafico

**Figura 25. Tipo de corte A1**

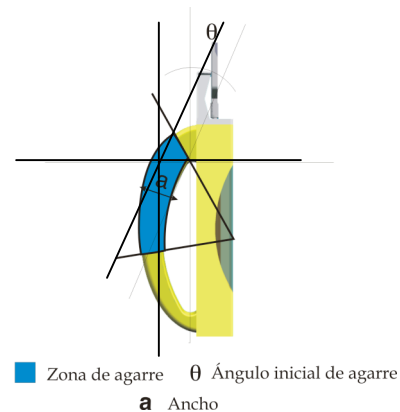


### **Ergonomía del mango.**

A pesar de que el mango es una superficie generada a partir de dos arcos, se tuvo en cuenta que el angulo de agarre se ajustara con la zona de agarre. Ver figura 26.

La inclinación del mango es  $\theta=30^\circ$  respecto al eje vertical , que según lo contemplado en el manual de ergonomía Mapfre, es considerado como adecuado para este tipo de herramientas.

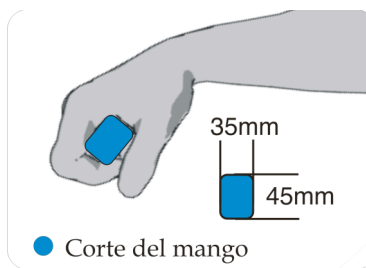
**Figura 26. Zonas de agarre A1**



La sección transversal del mango tiene rectangular con bordes redondeados para una mejor adaptación a la mano.

El botón de accionamiento o pulsador, se le añadió textura en alto relieve, con el objetivo de facilitar el contacto.

**Figura 27. Sección transversal del mango**



### **Mecanismo**

Por la alineación del acople de la cuchilla con el músculo neumático, no se obtiene ninguna ventaja mecánica por lo cual la fuerza de corte se conserva a con 392N.

Por lo tanto la carrera del músculo neumático es equivalente la medida del diámetro del dedo de caucho, y esta es 25mm.

Ya con la carrera definida y el valor de fuerza se consultó en manual Festo para músculos neumáticos ( ver anexo D) y los datos son los siguientes:

Músculo neumático MAS -20-240N- AA

Presión de funcionamiento: 0- 6 bar

Fuerza teórica\* 1500 N

Peso\*\* 683 grs.

---

\* Fuerza con la presión máxima de funcionamiento

\*\* Peso calculado sin considerar los elementos de fijación y los de acople.

Longitud 262mm

Válvula: Válvula de conexión roscada G 1/8 de accionamiento indirecto.

Peso: 110 grs

Elementos adicionales : Horquilla SG1

Racores rápidos G 1/8

Manguera Festo N° 6

2. Número de componentes

El número total de los componentes de sistema son 11.

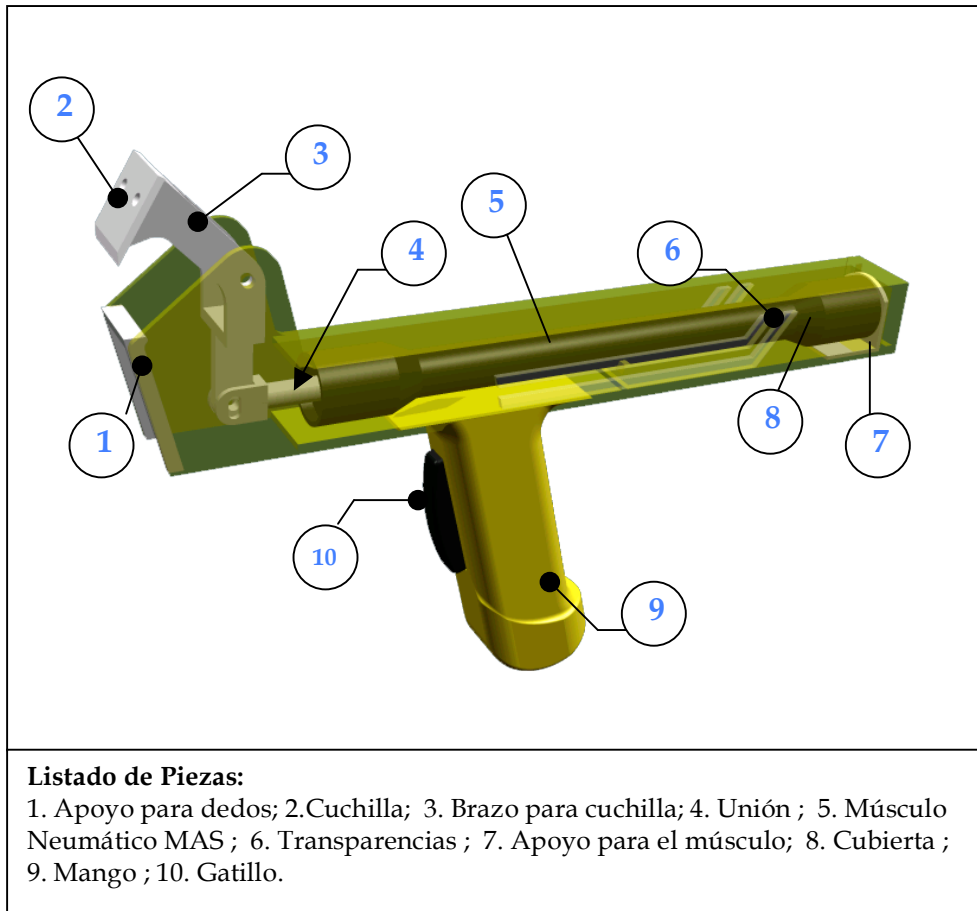
3. Peso total aproximado

Teniendo en cuenta los manuales Festo (ver anexo D) y los datos obtenidos con el software Solid Edge, el peso aproximado de la herramienta oscila entre 1700 y 1870 grs.

### 4.2.2 Alternativa N° 2

Herramienta de accionamiento por músculo neumático MAS.

Figura 28. Alternativa 2



Funcionamiento:

Al presionar del gatillo, se conmuta la electro-válvula 3/2 posiciones, esta envía la señal que acciona el músculo neumático, simultáneamente por el movimiento de contracción del músculo, se activa el brazo que soporta la cuchilla realizando así el corte.

Secuencia de uso:

1. Sujetar la herramienta por el mango.

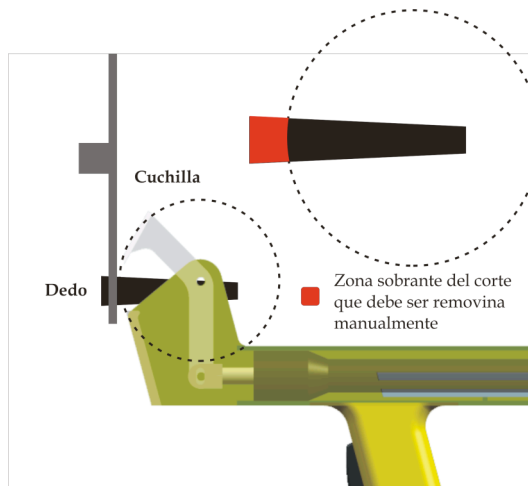
2. Introducir el dedo de caucho a través de la superficie de apoyo para el dedo y la cuchilla.
3. Presionar el gatillo con el dedo índice.
4. Retirar el dedo cortado.

Características principales:

### 1. Tipo de corte

El corte realizado se da en la dirección tangencial a la trayectoria del desplazamiento de la cuchilla como se muestra en la figura. Esto genera dos zonas que no van a ser cortadas a ras. Sin embargo esto requiere que el operario presione la zona que quedó aún pegada al dedo.

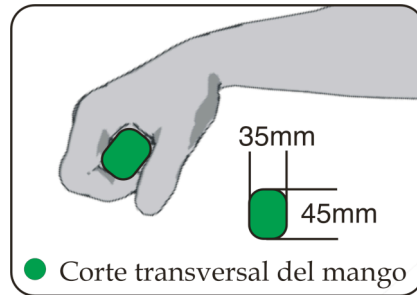
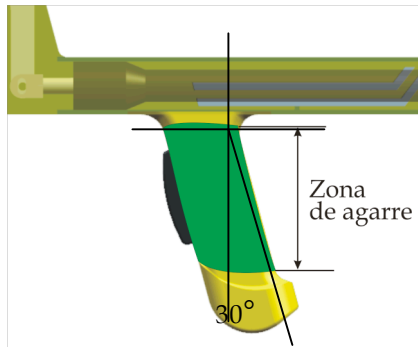
**Figura 29. Tipo de corte A2**



### 2. Ergonomía del agarre:

El eje del mango tiene una inclinación de 30° respecto a al eje vertical, y presenta una zona de agarre de 12 cms, esta medida se consideró, teniendo en cuenta que el percentil 95 corresponde a 11,6cms. (ver anexo D).

Figuras 30. Zona de agarre A2



#### 4. Mecanismo:

Debido a que el sistema contempla la fabricación de un brazo que trabaja con el principio de palanca de primer grado, se obtiene ventaja mecánica y la fuerza de corte que estaba en 392N, se logró reducir a 241N. Sin embargo a esta fuerza se debe multiplicar por un factor de carga para trabajo continuo de 1,5 por lo tanto la reducción que obtenida se convierte en 361,5 N.

La carrera necesaria para ejecutar el corte es de 40mm.

Al consultar el manual FESTO los componentes que se adaptan a esta alternativa son:

- Músculo neumático MAS- 20- 200N-AA

Peso: 943 grs

Longitud: 308 mm

Fuerza tórica: 0-6 bar

- Válvula: Válvula de conexión roscada G 1/8 de accionamiento indirecto.

Peso: 110 grs

Conexión: G 1/8

- Elementos adicionales: Orquilla SG1

Racores rápidos G 1/8

Manguera Festo N° 6

Número total de componentes: 13.

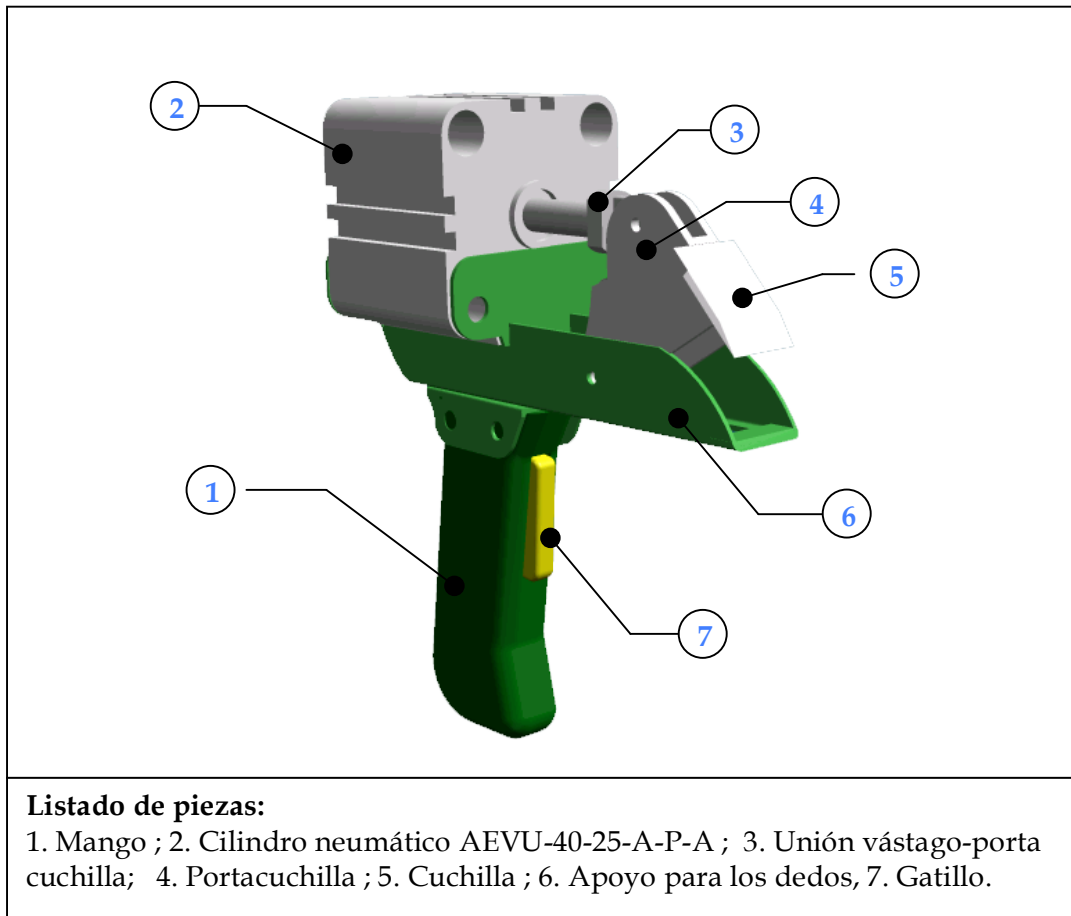
Peso aproximado de la herramienta:

Según los catálogos Festo y el análisis realizado en Solid Edge V11, el peso aproximado de los componentes oscila entre 2000 y 2050 grs.

### 4.2.3 Alternativa N° 3

Herramienta de accionamiento por cilindro compacto AEVU-40-25-APA.

**Figura 31. Alternativa 3**



**Funcionamiento:**

Al presionar el gatillo, el final de carrera, acciona la válvula 3/2 posiciones, esta a su vez envía la señal al cilindro, el cilindro a través de su vástago, transmite el movimiento a la cuchilla, para así realizar el corte deseado.

**Secuencia de Uso:**

1. Agarrar la herramienta por el mango.
2. Introducir el dedo a través del canal del apoyo para los dedos.

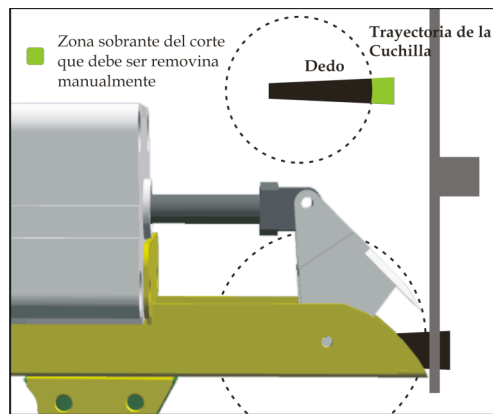
3. Presionar el gatillo.
4. Presionar el sobrante del dedo para retirarlo completamente del plato

Características principales:

Tipo de Corte:

Al igual que en la alternativa anterior, el corte se da en la dirección tangencial a la trayectoria de la cuchilla, por lo tanto se debe remover el sobrante del corte con la mano que esta libre.

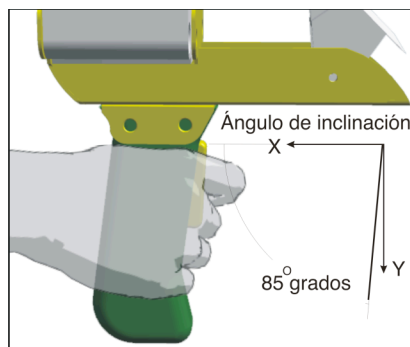
**Figura 32. Trayectoria y tipo de corte**



Ergonomía del agarre:

La inclinación del mango respecto a la línea horizontal es de  $85^\circ$ , la longitud para la zona de agarre es de 11,6 cms, considerando las dimensiones de la mano determinadas para el percentil  $95^\circ$  (ver anexo D).

**Figura 33. Zona de agarre y ángulo de inclinación**



**Mecanismo:**

Con este mecanismo no se obtiene ninguna ventaja mecánica, pero sin embargo se logra reducir la carrera del cilindro neumático, Un carrera corta implica un cilindro neumático mas corto, por lo tanto este aspecto es muy importante para esta alternativa.

Teniendo en cuenta que la carrera para este cilindro es de 25mm y la fuerza necesaria para realizar el corte es de 392N

Los componentes adecuados para esta propuesta son:

- Cilindro Neumático simple efecto AEVU-25-40- APA  
Peso: 422 grs  
Fuerza teórica de empuje: 704N  
Conexión Neumática: G 1/8
- Válvula de conexión roscada G 1/8 de accionamiento indirecto.  
Peso: 110 grs  
Conexión: G 1/8
- Elementos adicionales  
Horquilla SG (ver anexo D)  
Racores rápidos G 1/8  
Racor rápido en "L"  
Manguera festo N° 6
  
- Número total de piezas: 10.

**Peso aproximado:**

Al consultar la información contenida en los catálogos de FESTO, y el análisis realizado en Solid Edge V11, el peso de la herramienta oscila entre 960 y 1030 grs.

### 4.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para realizar esta evaluación se hizo una variación de la metodología del QFD (Quality Function Deployment), la cual nos da un mejor aproximación a lo que es el cumplimiento o no, de los requerimientos y además establece una relación directa con la importancia de cada parámetro con las herramientas.

**Tabla 8. Matriz de relaciones QFD**

RELACIONES		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Como	Que	Aspecto Ergonómico		Aspecto Técnico			Aspecto Comercial	
		N° de piezas	Peso	Volúmen	Facilidad de fabricación	Mecanismo	Costos	Proyección Formal
Importancia para el cliente		2	7	5	3	1	6	4
Alternativas	Alternativa 1	△	△	△	○	●	△	△
	Alternativa 2	△	△	△	△	○	△	○
	Alternativa 3	○	●	●	●	○	○	○

✓ Altamente positiva      ● Fuerte: 9      ○ Medio: 4  
 ✓ Medianamente positiva      △ Débil: 1  
 Importancia para el cliente de menor a mayor (1-7)

De acuerdo a esta matriz, los puntajes obtenidos por cada alternativa son:

Alternativa 1: 40

Alternativa 2: 38

Alternativa 3: 142

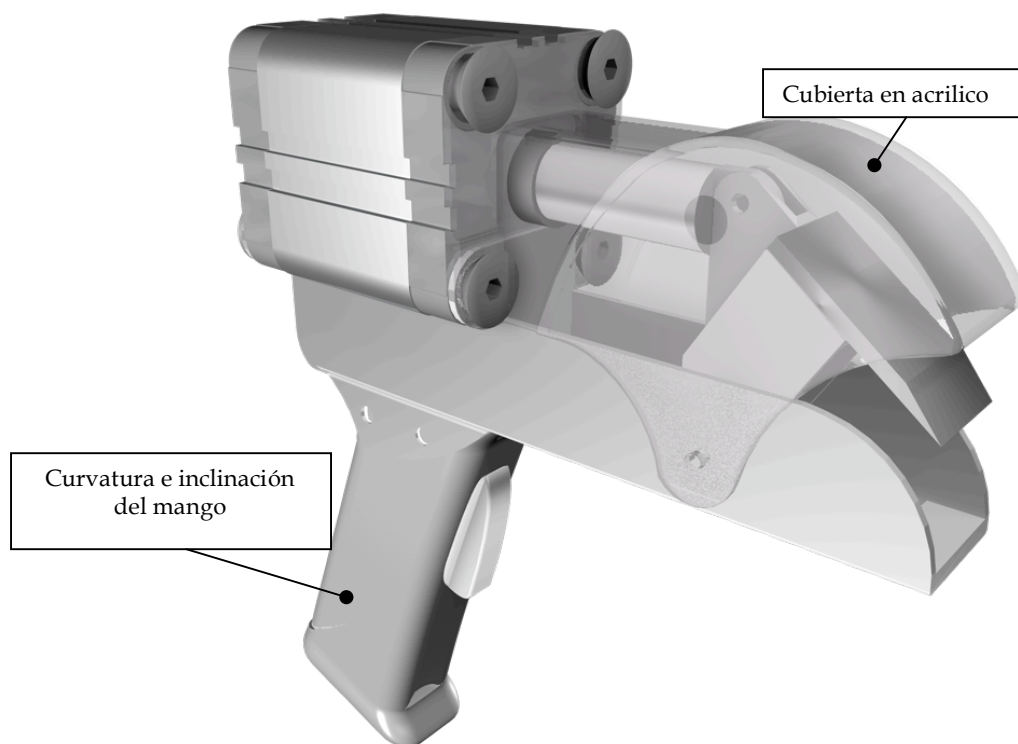
Por tal razón la alternativa seleccionada fue la N° 3

#### 4.4 EVOLUCIÓN DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA

Sin embargo esta propuesta se debe refinar para obtener un mejor desempeño tanto en su ergonomía como en su aspecto formal-estético.

Los siguientes gráficos muestran la refinación de este diseño:

**Figura 34. Evolución alternativa**



El cambio más significativo se presenta en la parte superior, se le adjuntó una cubierta, que evitará que objetos extraños interfieran en el funcionamiento del mecanismo, otorgándole a su vez mayor seguridad para el usuario. Otro cambio significativo, fue la variación de la inclinación del mango que pasó de  $85^\circ$  a  $70^\circ$  (respecto al horizonte).

## 5. ANALISIS ESTRUCTURAL

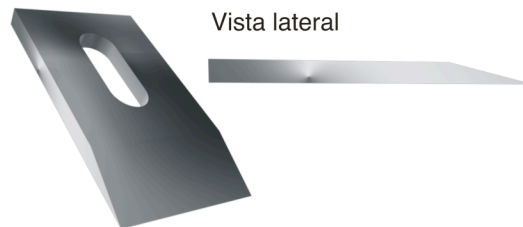
Los siguientes análisis se realizaron con el software ANSYS 8.1 con su suite Workbench.

Para cada pieza los aspectos analizados fueron: Estática (diagramas de cuerpo libre), Deformación total, Factor de seguridad y Máxima resistencia al esfuerzo cortante (von misses).

### 5.1 ANÁLISIS DE LA CUCHILLA

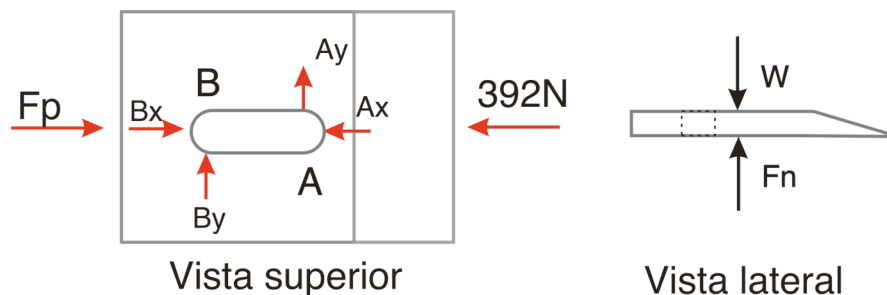
Teniendo en cuenta la forma y el ángulo de afilado de la cuchilla determinado por las pruebas de corte realizadas anteriormente, y además a la restricción de espacio que se presenta en la disposición de los dedos el plato, se establecieron la geometría y las dimensiones de la cuchilla.

**Figura 35. Cuchilla**



Se inició el análisis realizando un DCL de la pieza.

**Figura 36. DCL cuchilla**



Donde:  $F_p$ =Fuerza del portacuchilla

Teniendo en cuenta estas fuerzas se plantearon las siguientes ecuaciones:

$$\Sigma F_x=0$$

$$F_p - B_x - A_x - 392N = 0$$

$$F_p - B_x - A_x = 392$$

$$\Sigma F_y=0$$

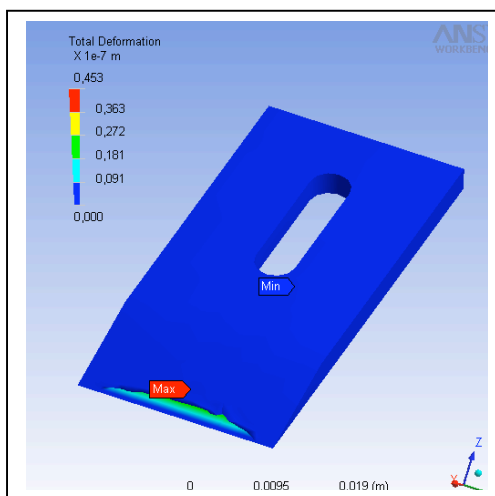
$$A_y + B_y = 0$$

$$A_y = -B_y$$

Al analizar las ecuaciones se concluye que el problema está estáticamente indeterminado, por lo cual se implementó el software para calcular estas fuerzas y comprobar si la cuchilla resistirá a todos los esfuerzos a los que se encuentra sometida.

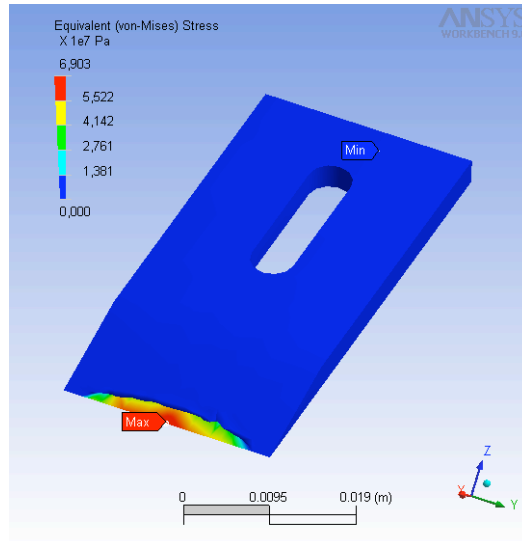
Teniendo en cuenta la fuerza necesaria para cortar el dedo, se simularon los esfuerzos a los que estaría sometida la pieza. El análisis se realizó con un enmallado de 3543 nodos.

**Figura37. Deformación total de la cuchilla**



La deformación total equivale 0,00000453 mm. Esta deformación encuentra en el filo de la cuchilla, cerca del borde de corte.

**Figura 38. Máxima Resistencia al esfuerzo cortante**



En este análisis se observó que el punto que sufre mayores esfuerzos se encuentra en el filo de la cuchilla, específicamente en el borde cortante. Este esfuerzo está representado por el color rojo. El valor de esfuerzo generado en esta zona equivale a  $6,903 \times 10^7$  Pa.

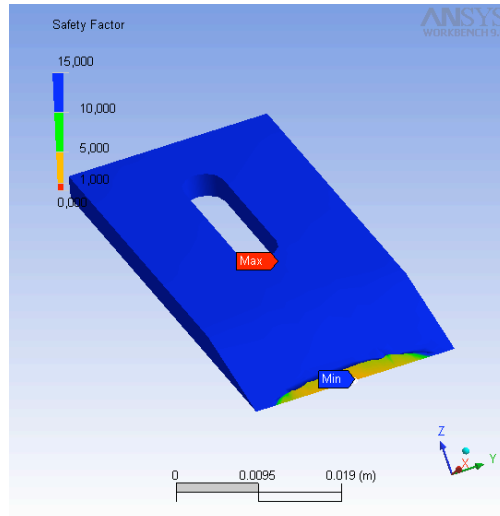
El material propuesto para este análisis es el acero inoxidable T-2316, en equivalencia con la norma AISI, el acero es 420 seleccionado por sus propiedades anticorrosivas y de resistencia mecánica y térmica.

En cuanto al análisis del factor de seguridad, se puede ver que el valor máximo equivale a 3,432, si comparamos este valor con el mínimo admitido para piezas mecánicas que equivale a 2, por lo tanto puedo concluir que la geometría de construcción de la cuchilla es adecuada tanto en proporciones como en medidas.

## Factor de seguridad

En este análisis el valor mínimo es de 2,5881, esto confirma que la geometría es adecuada, ya que el factor mínimo admisible es de 2.

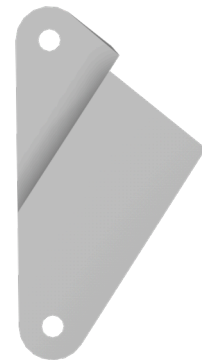
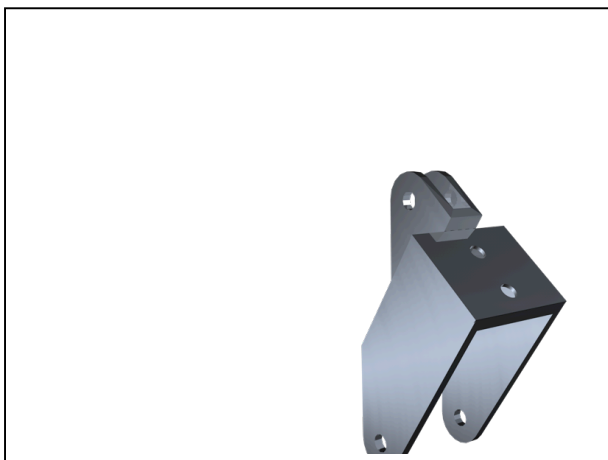
**Figura 39. Factor de seguridad**



## 5.2 ANÁLISIS DEL PORTACUCHILLA

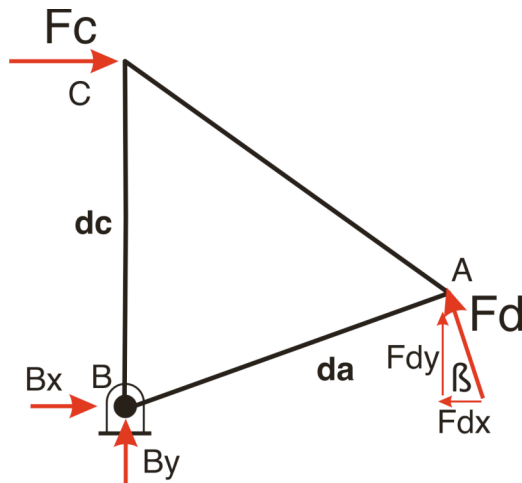
El porta cuchilla esta sometido a las siguientes cargas:

**Figura 40. Perspectiva y vista lateral del portacuchilla**



Al considerar que la cuchilla se va a acoplar al portacuchilla, analicé un triángulo de fuerzas a través de un DCL.

**Figura 41. DCL portacuchilla**



Donde :

Fc= Fuerza del cilindro.

Fd= Fuerza de corte del dedo=392N

dc, da= distancias.

$\beta$ = ángulo de ataque =35°

Teniendo en cuenta este DCL se plantearon las siguientes ecuaciones:

I.  $\Sigma F_x=0$

$B_x+F_c+F_d \cos 35^\circ=0$

II.  $\Sigma F_y=0$

$B_y+F_p \sin 35^\circ=0$

III.  $\Sigma M_B=0$

$-F_d \times da + F_c \times dc=0 \Rightarrow F_c = \frac{F_d \times da}{dc}$

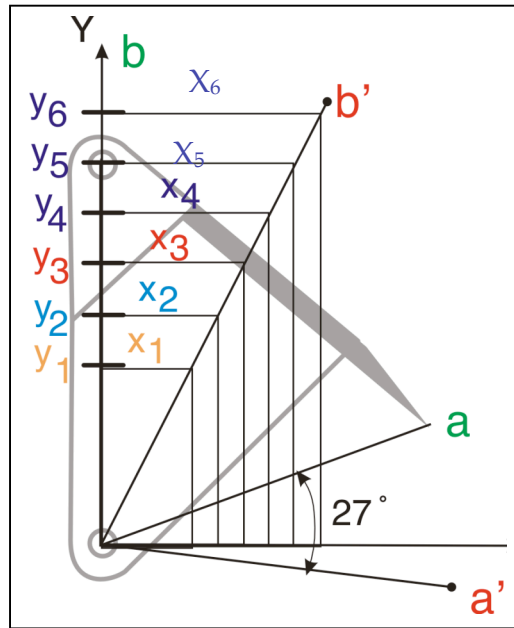
Con la ecuación III se aprecia que Fc y dc son inversamente proporcionales. En la siguiente tabla se encuentran los valores que pueden adquirir estas variables.

**Tabla 9. Valores para la fuerza del cilindro**

<b>Fd [N]</b>	<b>dc[mm]</b>	<b>da [mm]</b>	<b>Fc [N]</b>
392	0,05	0,04	313,6
392	0,06	0,045	294
392	0,06	0,04	588
392	0,075	0,05	261,3
392	0,06	0,06	392

Sin embargo, este resultado afecta la carrera del actuador neumático, por lo tanto se estableció una relación de crecimiento o decrecimiento en la longitud de la carrera. En el gráfico se muestran dos estados un estado inicial representado por a y b, y un estado final representado por a' y b'.

**Figura 42. Relación fuerza - distancia**



Altura Y [mm]	Carrera x [mm]
Y1=50	x1=23
Y2=55	X2=25
Y3=60	X3=28
Y4=65	X4=30
Y5=70	X5=33
Y6=75	X6=35

Se escogieron los valores  $Y_2$  y  $X_2$ , debido a que los cilindros neumáticos compactos tienen una carrera máxima de 25mm.

Estos resultados nos sirven para el análisis en el software y para la selección del cilindro neumático.

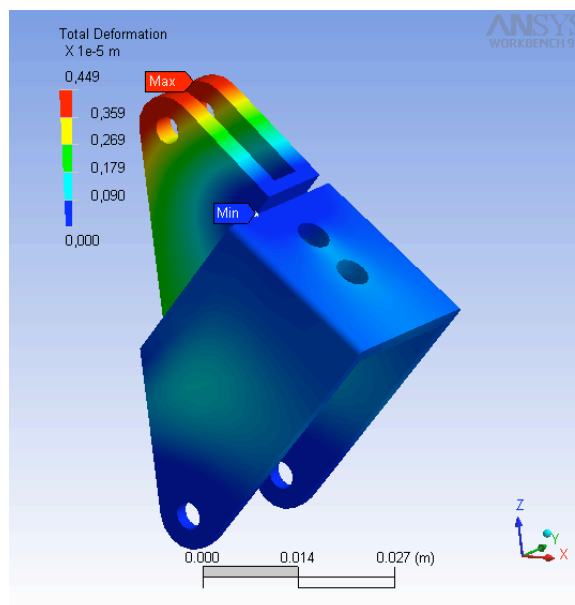
Al igual que en el análisis de la cuchilla, el material propuesto para este análisis es acero inoxidable 304 pero de calibre 12.

## Deformación total

Para este análisis se construyó una estructura con 1621 elementos compuesta por 3543 nodos.

La solución dada por el software determina que la deformación total equivale a  $4,49 \times 10^{-3}$ .

**Figura 43. Deformación total**

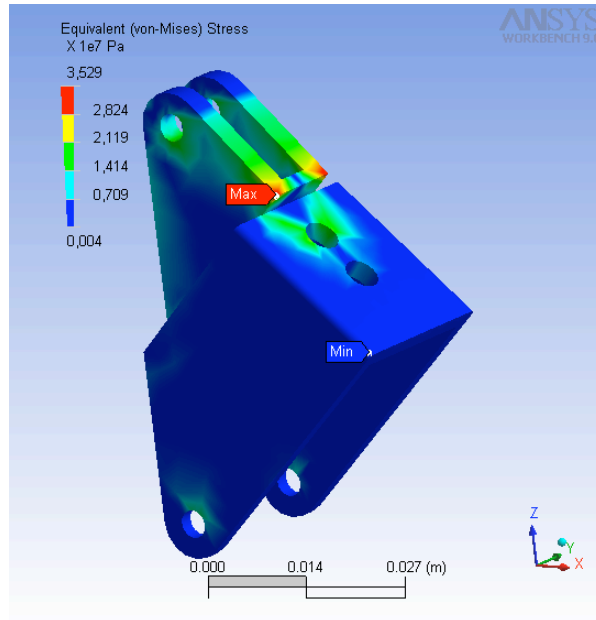


## Máxima resistencia al esfuerzo

La pieza sufre los mayores esfuerzos en las zonas resaltadas con rojo (ver figura 44), y como se puede observar en la gráfica, estas zonas se encuentran hacia los bordes externos de la pieza estos bordes son los que están en contacto directo con la pieza.

El mayor valor calculado para el esfuerzo equivale a  $3,529 \times 10^7$  Pa.

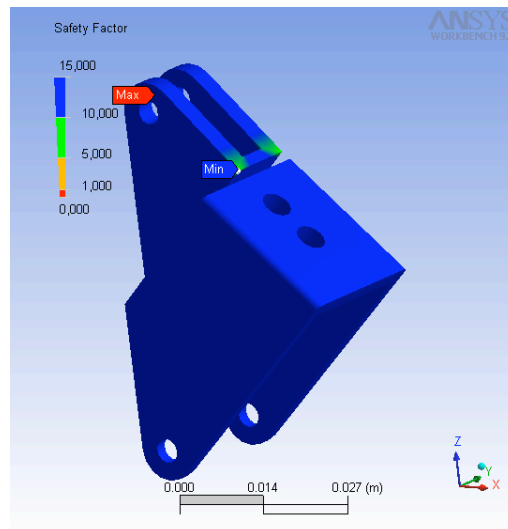
**Figura 44. Máxima resistencia al esfuerzo del portacuchilla**



**Factor de seguridad:**

Como resultado del análisis se observa que el valor mínimo para factor de seguridad equivale a 6,447, por lo tanto se concluye que la geometría es la adecuada.

**Figura 45. Factor de seguridad del portacuchilla**



### 5.3 ANÁLISIS DEL ACOPLÉ VÁSTAGO - PORTACUCHILLA:

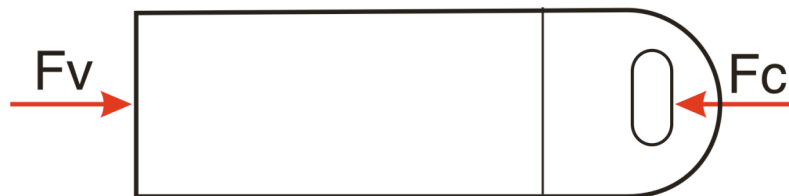
Este acople es roscado en uno de sus extremos, y en otro extremo presenta una corredera para evitar sobre-esfuerzos en los apoyos del cilindro, este se une al portacuchilla por medio de un pasador.

**Figura 46. Perspectiva y vista frontal del acople cilindro-portacuchilla**



Como este acople es la extensión del vástago, aquí las fuerza que viene del del vástago, es la misma que viene del triángulo de fuerzas como se ve en la figura 47.

**Figura 47. DCL acople vástago-portacuchilla**



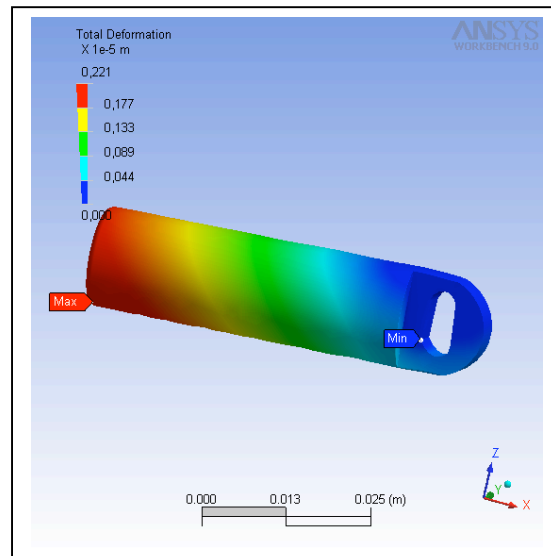
Donde:  $F_v$ =Fuerza del vástago,  $F_c$ =Fuerza de corte  
pero  $F_v = F_c \Rightarrow F_v = 392 \text{ N}$

## Máxima Deformación

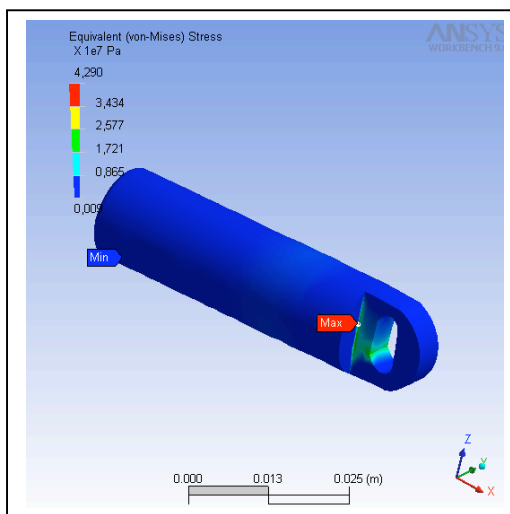
El material empleado para estas simulaciones es varilla de acero inoxidable 304 . Se construyó una estructura de 11425 elementos, esta malla a su vez está conformada por 18244 nodos.

El valor correspondiente a la máxima deformación es de  $0,221e-5m$

**Figura 48. Máxima deformación del acople.**



**Figura 49. Máxima resistencia al esfuerzo cortante**

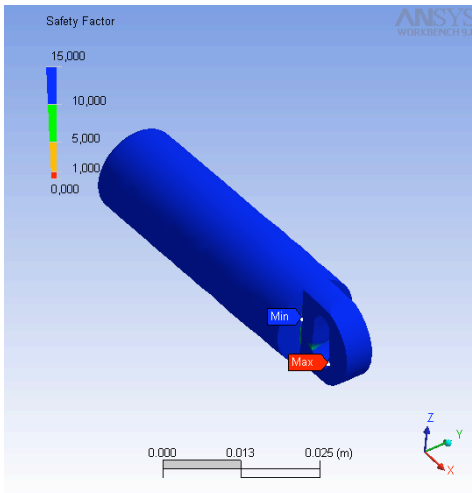


En este caso las zonas resaltada con verde, es la que esta sometida a mayores esfuerzos. Este esfuerzo equivale a  $4,290e7$  Pa

### Factor de seguridad

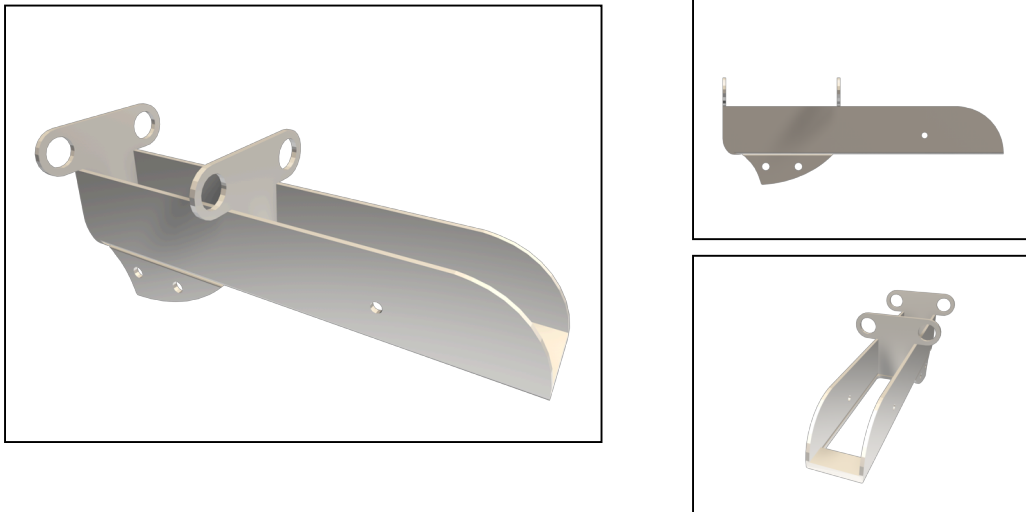
El valor mínimo correspondiente para el factor de seguridad de la herramienta es de 4,55, lo cual nos indica que la geometría es adecuada a los requerimientos de fuerza.

**Figura 50. Factor de seguridad acople**



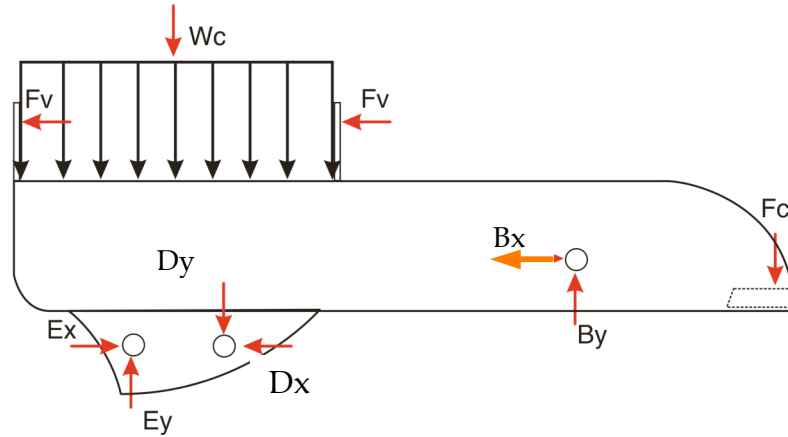
### 5.4 ANÁLISIS DEL SOPORTE BASE:

**Figura 51. Vistas principales soporte base**



Como esta pieza estará fija, realizaré directamente al análisis en el software, ya que al plantear las ecuaciones de equilibrio se presentan indeterminaciones

**Figura 52. DCL soporte base**



Donde:  $W_c$ =Peso del cilindro ;  $F_v$ = fuerza de reacción del vástago ;  $F_c$ =Fuerza de corte ;  $E_x, E_y, D_x, D_y, B_x, B_y$  = reacciones.

De acuerdo al DCL se plantearon las siguientes ecuaciones:

I.  $\Sigma F_x=0$

$$B_x + E_x - D_x - 2F_v = 0$$

II.  $\Sigma F_y=0$

$$E_y + B_y - D_y - W_c - F_c = 0$$

III.  $\Sigma M_E=0$

$$-D_y \times d_{ED} + B_y \times d_{EBx} + B_x \times d_{EB_y} - F_c \times d_{EC} + 2F_v \times d_{EV} - W_c \times d_{EC} = 0 \Rightarrow$$

Donde :  $d_{ED}, d_{EBx}, d_{EB_y}, d_{EC}, d_{EC}, d_{EV}$  = distancias a los puntos respectivos

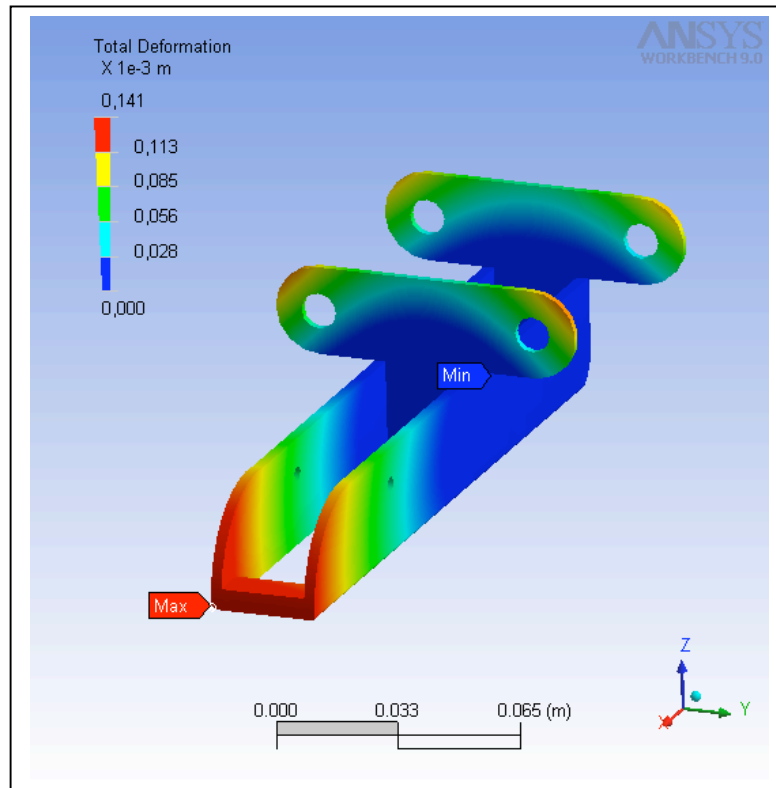
En este análisis también se utilizó acero inoxidable 304 , pero en este caso calibre 14.

### Máxima Deformación

Para resolver este análisis, se construyó una malla de 2952 y esta a su vez compuesta de 6198 nodos.

El valor máximo de deformación es 0,141 e-3 m.

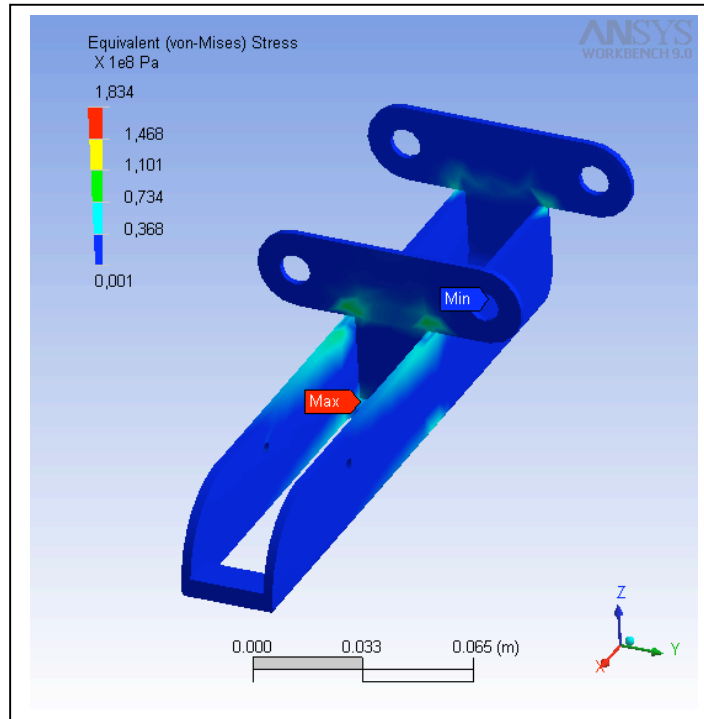
Figura 53 . Máxima deformación del soporte base.



### Máxima resistencia al esfuerzo cortante

Como resultado de este análisis se encontró que las zonas mas sensibles a fallar son las resaltadas con azul claro, aquí la resistencia adquiere un valor máximo de 1,8434 e+8 Pa.

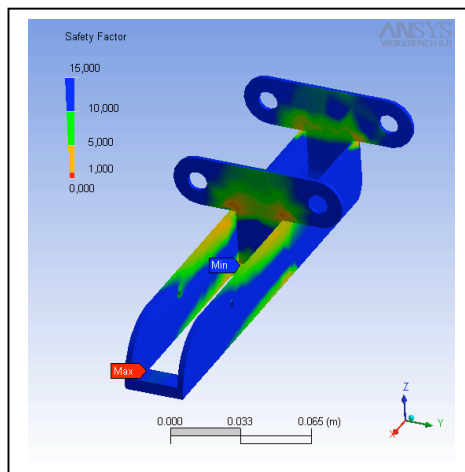
**Figura 54 . Máxima resistencia al esfuerzo cortante del soporte base**



### **Factor de seguridad**

El factor de seguridad para la pieza es de 2,25. Este resultado es aceptable pero sin embargo fue necesario redondear algunas zonas para evitar la concentración de esfuerzos.

**Figura 55. Factor de seguridad del soporte base**



## 5.5 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES NEUMÁTICOS

Selección del Actuador neumático

De los resultados obtenidos en los análisis anteriores tenemos que:

$F_{cilindro} = 392N$ , Carrera: 25mm

Sin embargo se debe aplicar un factor de carga para trabajo y se selecciona en la tabla 10:

**Tabla 10 . Factores de corrección de carga**

FACTORES DE CORRECIÓN DE CARGA*		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL VÁSTAGO	EJEMPLO DE APLICACIÓN	FACTOR DE CORRECIÓN
Lenta, la carga se aplica solamente al final de la carrera	Rebordeadoras	1.25
Lenta, con la carga aplicada en todo el trayecto de la carrera	Talla neumática	1.3
Rápida, con carga de aplicación solamente al final de la carrera	Estampado	1,35
Rápida, con carga aplicada en todo el trayecto de la carrera	Deslizamiento de masas	1,5

Debido a que el corte que se necesita es de velocidad rápida, y además la carga va a estar aplicada a lo largo de la carrera, se aplica el factor de corrección de **1,5**.

Por lo tanto  $F_{cilindro} = 392 N \times 1,5 \Rightarrow F_{cilindro} = 588N$

---

\* AMPUDIA, Danilo. Neumática. Cali: servicios sociales Universidad del valle 1995, p.137.

Ahora con este nuevo valor de  $F_c$ , y teniendo en cuenta la carrera, me remito al catálogo de Festo Ver tabla 11.

**Tabla 11. Selección de fuerza**

**Cilindros compactos AEVU/AEVUZ**



Hoja de datos: cilindro de simple efecto, tipo básico

Fuerzas [N]										
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
AEVU, ejecución a compresión										
Fuerza teórica con 6 bar	59	111	171	269	450	704	1 121	1 799	2 902	4 516
en avance S2/S20	42	81	123	221	382	636	999	1 679	2 733	4 222
AEVUZ, ejecución a tracción										
Fuerza teórica con 6 bar en avance	42	81	123	221	382	636	999	1 679	2 733	4 222

Fuente: catálogo festo

Por lo tanto el cilindro que mas se aproxima al valor de fuerza que se necesita es de  $\varnothing_{\text{émbolo}}=40$ .

**Figura 56. Cilindro compacto FESTO**



Este cilindro tiene las siguientes propiedades:

Cilindro de simple efecto de ejecución a compresión

Peso aproximado (ver tabla 12): 580gr.

Presión de funcionamiento: 0,8 – 10 bar

Extremo del vástago con rosca exterior: M6

Conexión neumática: G 1/8.

Consumo de aire por cm de carrera\*: 0,085 [NL]

**Tabla 12. Pesos de cilindros compactos**

Pesos [g]										
Diámetro del émbolo	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
Peso con carrera de 0 mm	87	89	149	180	300	433	560	1 059	1 772	2 797
Peso adicional por 10 mm de carrera	15	15	23	28	40	59	72	107	168	177
Masa móvil con carrera de 0 mm										
	8	12	20	26	49	63	112	134	307	614
Masa adicional por 10 mm de carrera	2	4	6	6	9	9	16	16	25	38

\* Consumo de aire calculado en Litros normales [NL] para una presión de trabajo de 6 bar.

Selección de la válvula:

Los criterios usados para la selección de la válvula fueron:

- Debe ser pequeña, es decir su longitud no debe sobrepasar los 40mm.
- Debe ser de accionamiento manual.
- Presión de trabajo mínima 0,8 bar
- Presión máxima para trabajo 10 bar =145psi
- Caudal 120 L/min

Al consultar los catálogo de válvulas Festo, se encontró una válvula que cumple con algunos requisitos, pero sin embargo no cumple con el primero por lo cual se utilizó una válvula pequeña, aunque se redujera el caudal y por consiguiente una reducción en la velocidad de corte, pero sin embargo esta reducción es poco significativa.

La válvula seleccionada tiene las siguientes características (Ver figura 57):

**Figura 57. Válvula R-3-M5**



Caudal : 80 L/min

Presión: 0,95<sub>min</sub> - 8<sub>max</sub> [bar]

Conexión roscada: M5

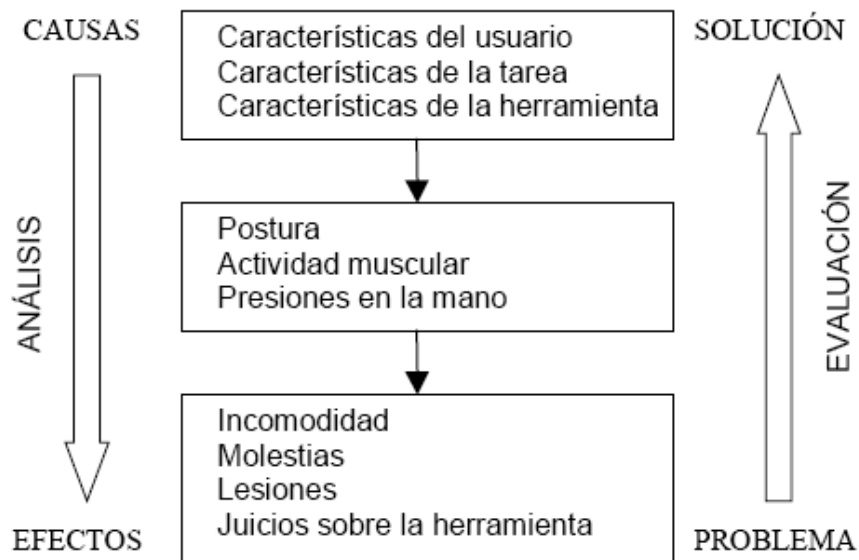
## 6. ASPECTO DE DISEÑO

### 6.1 ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL MANGO:

El modelo base se diseña de acuerdo a los siguientes principios:

- Debe conservar la posición neutral de la mano, esto con el objetivo de de lesiones en la extremidad superior.
- Que se adapte a diferentes tamaños de las manos. Se recomienda usar el percentil 95, que corresponde a un diámetro del mango cuyo valor oscila entre 40-50mm, en cuanto al largo de la herramientase debe considerar una distancia no menor de 115mm.
- La metodología utilizada para el análisis ergonómico comprende las siguientes etapas:

**Figura 58. Modelo de análisis ergonómico**



- Parámetros que caracterizan al usuario (Dimensiones corporales, edad, Sexo), a la herramienta (dimensiones, materiales, etc.), y a la tarea que se realiza (movimientos requeridos, fuerza necesaria, etc.).
- Parámetros objetivos y cuantificables que son la respuesta corporal a los parámetros del nivel anterior: posturas, distribución de presiones alrededor de la mano, actividad muscular, etc. Para esta etapa se recomienda el método RULA.
- Sensaciones, consecuencias a largo plazo de la exposición a determinados valores de las variables del segundo nivel: entumecimiento, dolor, molestias, juicios del usuario sobre la herramienta.

Los mangos diseñados se fabricaron en poliuretano con recubrimiento en masilla blanca, ver figura 59

**Figura 59. Mangos diseñados**



Para la elección del mango se realizaron pruebas ergonómicas, con el fin de encontrar las medidas que mas se adaptaran a la mano del hombre. En estas pruebas, los principales factores considerados fueron: diámetro del mango, textura y los puntos de contacto. Las pruebas se realizaron en 30 sujetos

(empleados del dpto. de mantenimiento de Campollo SA.) y para el análisis de resultados se diseñó un formato con el cual se evaluó la el punto de vista de cada persona entrevistada.

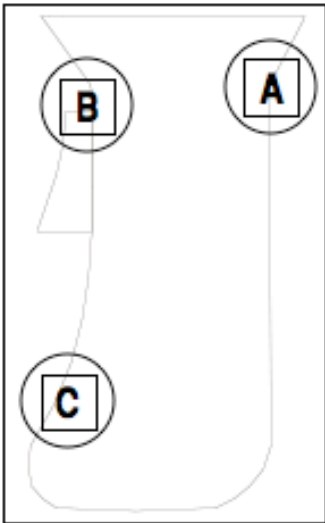
**Figura 60. Modelo de la encuesta ergonómica**

ENCUESTA ERGONOMICA	
Nombre:	
Fecha:	Cargo:
Edad:	

1. De los modelos presentados cual cree usted que es el mas confortable para el agarre?

a. Modelo 1      b. Modelo 2      c. Modelo 3      d. Modelo 4  
e. Modelo 5.

2. De los puntos principales de apoyo del mango de la herramienta, establezca los diferentes niveles de confort.



Valoración del confort:						
<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>A</b></td> <td style="padding: 0 10px;">-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>B</b></td> <td style="padding: 0 10px;">-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>C</b></td> <td style="padding: 0 10px;">-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5</td> </tr> </table>	<b>A</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5	<b>B</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5	<b>C</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5
<b>A</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5					
<b>B</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5					
<b>C</b>	-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5					

3. Le causa molestias la textura?

4. Que le cambiaría al mango de la herramienta?

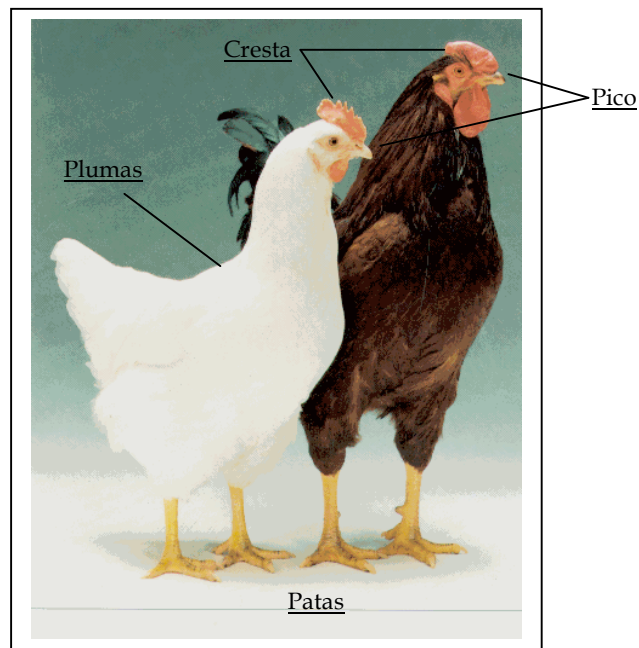
De los resultados de la prueba, se concluyó que el modelo que mas se aproximaba a las expectativas de los futuros usuarios fue el número 4.

## 6.2 ANÁLISIS FORMAL - ESTÉTICO

El concepto de creación de la herramienta parte de la similitud del corte con el pico de la aves, ya que esta es la manera mas efectiva para el corte de los dedos. Además un factor de identidad para la herramienta es el sector industrial en que esta enfocada la herramienta que es la industria avícola lo llevó analizar las partes que permiten mayor distinción de las aves, de los demás animales.

Entre las principales partes del cuerpo de la gallina se pueden apreciar en figura 61.

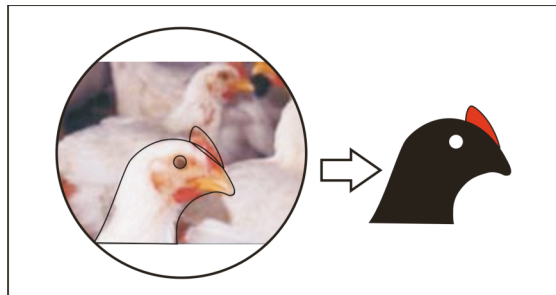
**Figura 61. Perfiles gallina y gallo**



Debido a que la cabeza es la que guarda una mayor relación con el corte de los dedos desplumadores, se geometrizó la misma, el resultado se observa en la figura 62.

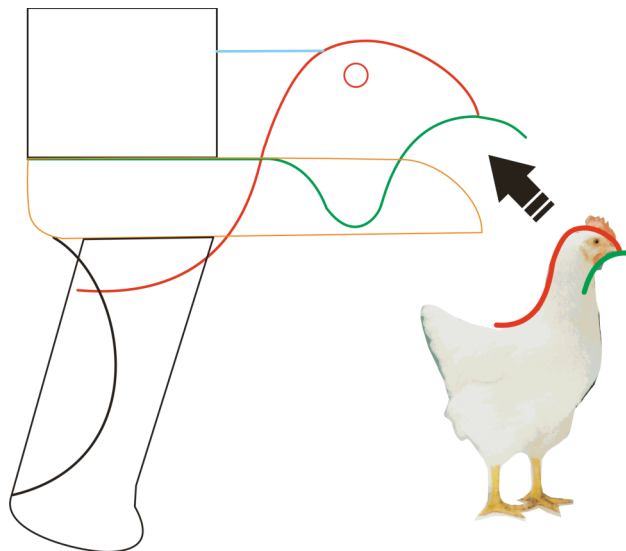
Ya que la principal función de la cabeza es proteger los órganos de mayor importancia del animal, se escogió esta forma para la cubierta del sistema de corte de la herramienta.

**Figura 62. Perfil de la cabeza de un pollo**



A este resultado se le añaden los demás componentes de la herramienta, con el objetivo de realizar una composición mas uniforme y coherente.

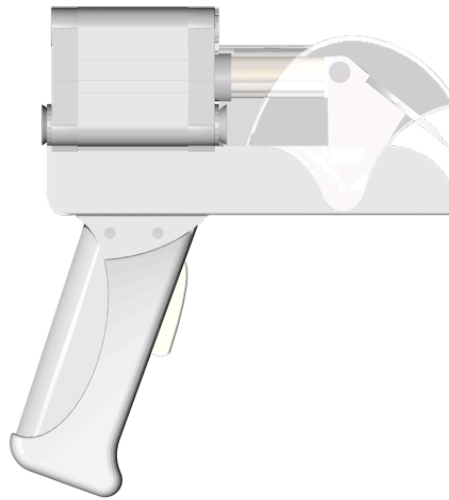
**Figura 63. Geometrización y composición de la herramienta**



En la ilustración se ven los conceptos de continuidad, paralelismo, rotación, repetición y crecimiento .

Al aplicar esta composición al diseño, las curvas se geometrizaron para que al fabricar no se presentaran irregularidades, este resultado lo podemos ver en la figura 64.

**Figura 64. Composición aplicada a la herramienta**



### **6.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA MARCA**

Para determinar el nombre de marca, se consideraron términos asociados al corte de dedos y al entorno del trabajo, los terminos contemplados fueron:

- Corte
- Avícolas
- Desplumador
- Gallinas
- Pollos
- Dedos
- Pico

A través de la combinación de los anteriores términos se consideraron los siguientes nombres:

- CorDe.
- CaVi
- Vico
- Gapi
- Cavica

Sin embargo se determinó seleccionar el último nombre pero dejándolo como Avica, este término esta derivado de la palabra avícola (sector al que está dirigida la herramienta).

Ya escogido el nombre de marca, se diseñó un logotipo estimando los factores de identidad presentes en la herramienta como son: geometrización de la cabeza del pollo presente en la Cubierta de acrílico, colores de la empresa.

El logotipo seleccionado fue:

**Figura 65. Logotipo avica**



El tipo de fuente utilizado para este logotipo, fue Verdana (italic) unicolor negro, para el texto de segundo nivel se utilizó la misma fuente pero no de tipo italic, unicolor blanco para obtener un mayor contraste.

#### 6.4 EMPAQUE:

El empaque diseñado está basado en tres principios: Liviano, reciclable, estructura sin uso pegantes.

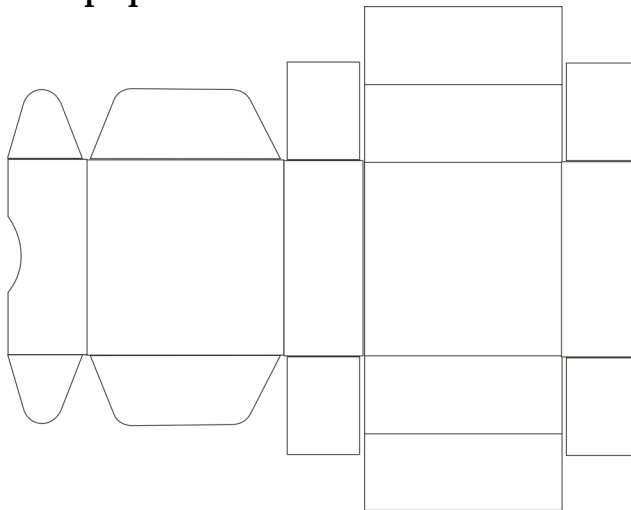
El empaque presenta un destacado manejo de la marca y de la imagen del producto, además tiene símbolos que se pueden observar en la figura 66.

**Figura 66. Símbolos**



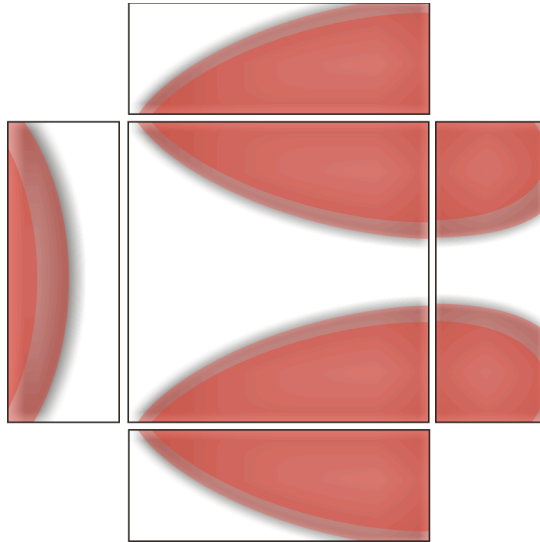
El empaque esta planteado para ser desarrollado con cartón corrugado natural y el desarrollo se observa en la figura 67.

**Figura 67. Desarrollo del empaque**



Para la composición gráfica se utilizaron los conceptos de simetría, repetición, continuidad de la línea y contraste, estos conceptos se aplicaron sobre las caras principales del empaque.

Figura 68 . Composición gráfica sobre caras principales



Al combinar la parte gráfica con el texto el resultado se muestra a continuación en las figura 69.

Figura 69. Vistas principales empaque



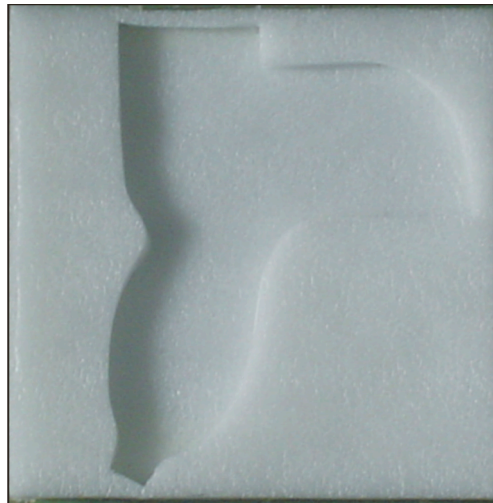
Al aplicar esta composición bidimensional a la estructura tridimensional el resultado se puede ver en la figura 70.

**Figura 70: Caras principales del empaque**



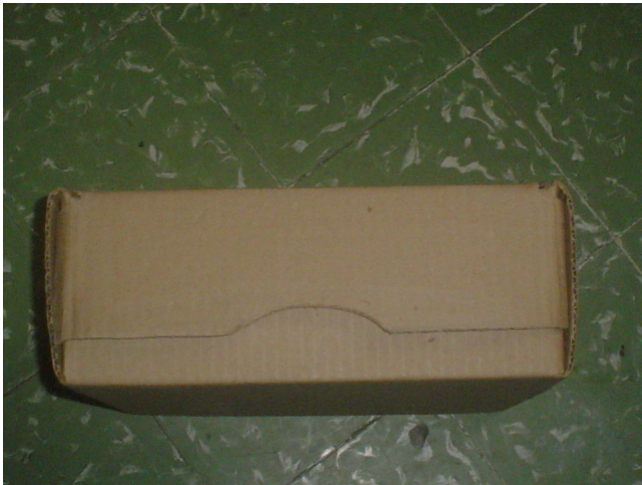
Para darle mayor seguridad y amortiguar movimientos bruscos que se apodrían genrar en el transporte, se diseñó una base en jumbolón. Ver figura 71.

**Figura 71. Soporte de jumbolón**



Para verificar las medidas y las proporciones, se hizo un modelo a escala 1:1

**Figura 72. Vista superior y frontal del empaque**



**Figura 73. Empaque abierto**



Al terminar esta comprobación, se fabricó el empaque ya combinando la parte gráfica con la parte estructural.

La combinación de la parte gráfica con la parte estructural se ve en la figura 74.

Figura 74. Empaque impreso



## 7. FABRICACIÓN Y COSTOS

El proceso de fabricación de la herramienta esta basado en cortes, dobleces, soldadura, pulido, perforado, entre otras operaciones.

La maquinas utilizadas para los procesos son:

- Torno
- Taladro fresadora
- Equipo de soldadura
- Esmeril

Las herramientas empleadas para cada proceso son:

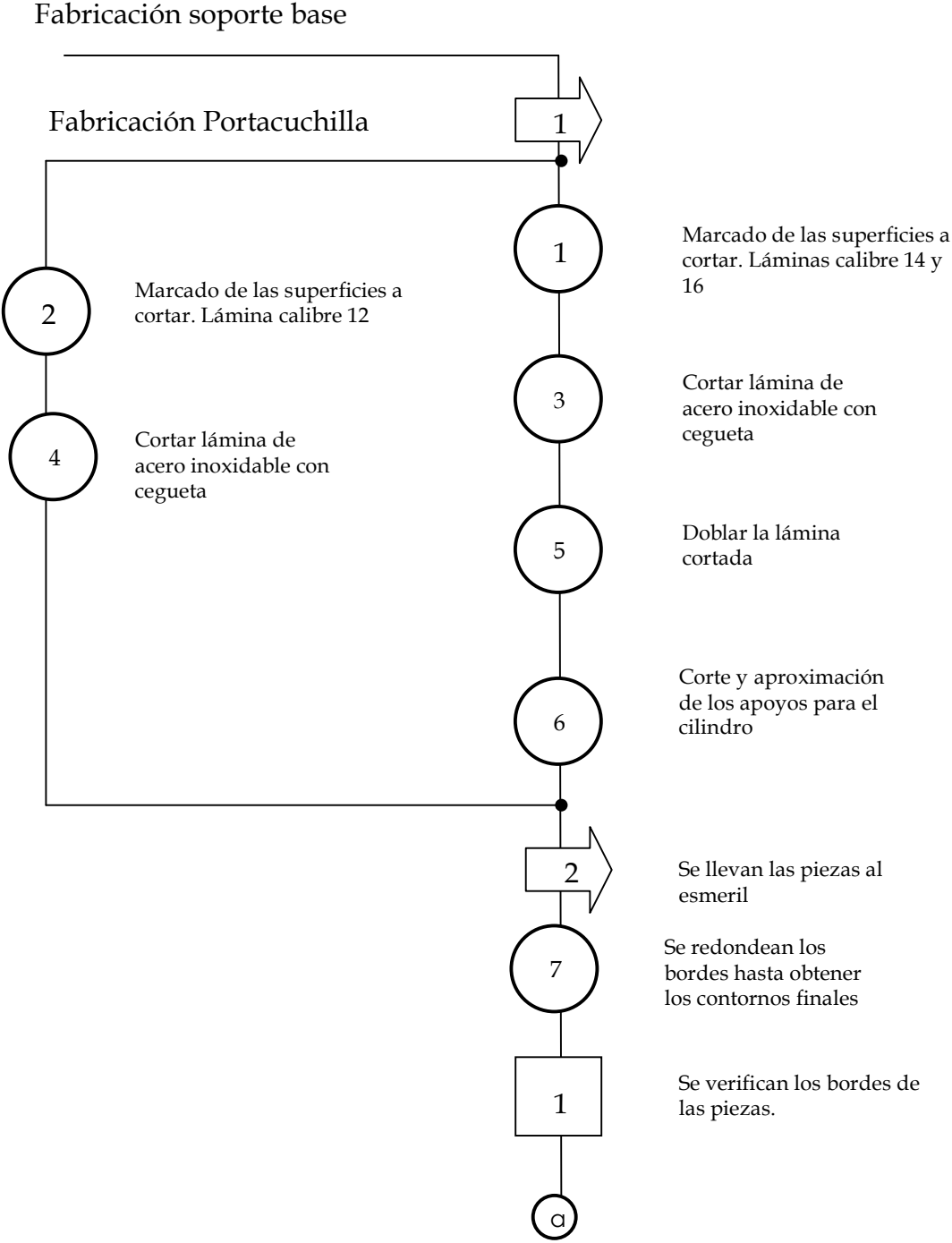
- Cegueta
- Martillo y centro punto
- Brocas
- Prensa de Banco
- Escariadores

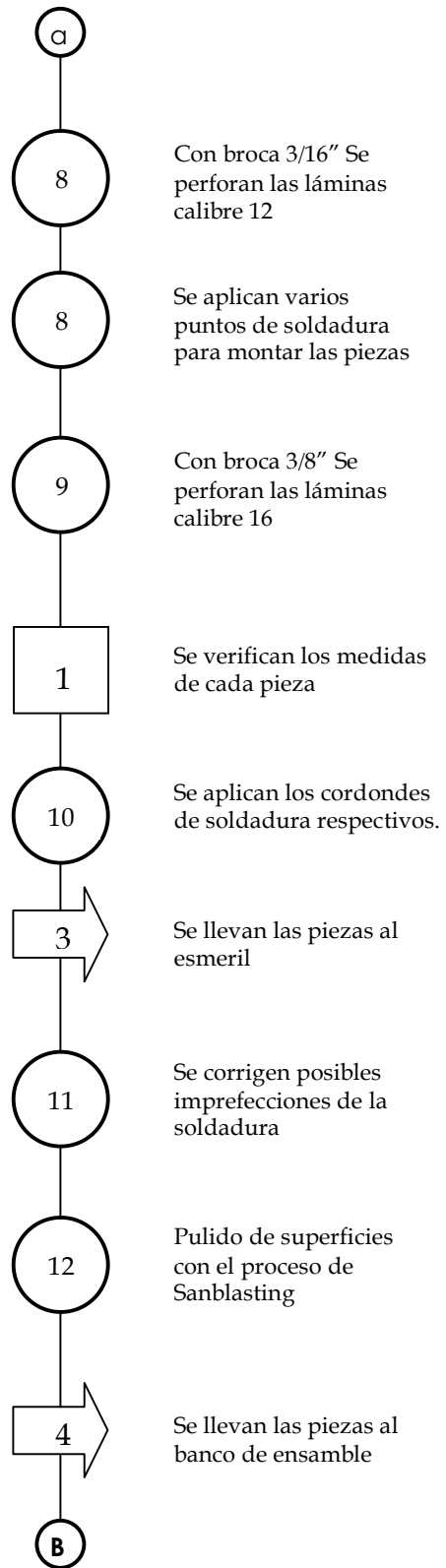
**Tabla 13. Materiales**

PIEZA	MATERIAL
Acople cilindro - portacuchilla	Acero inoxidable 304
Portacuchilla	Acero Inoxidable 304 cal 12
Cuchilla	Acero Inoxidable T-2316
Soporte base	Acero inoxidable 304 cal 14 y 16
Cubierta	Metil Metacrilato (acrílico) 3mm
Mango	Fundición de Aluminio
Gatillo	Nylon
Bujes	Prolon y Nylon

# 7.1 DIAGRAMAS DE PRODUCCIÓN Y MOVIMIENTOS

## 7.1.1 Soporte base y portacuchilla

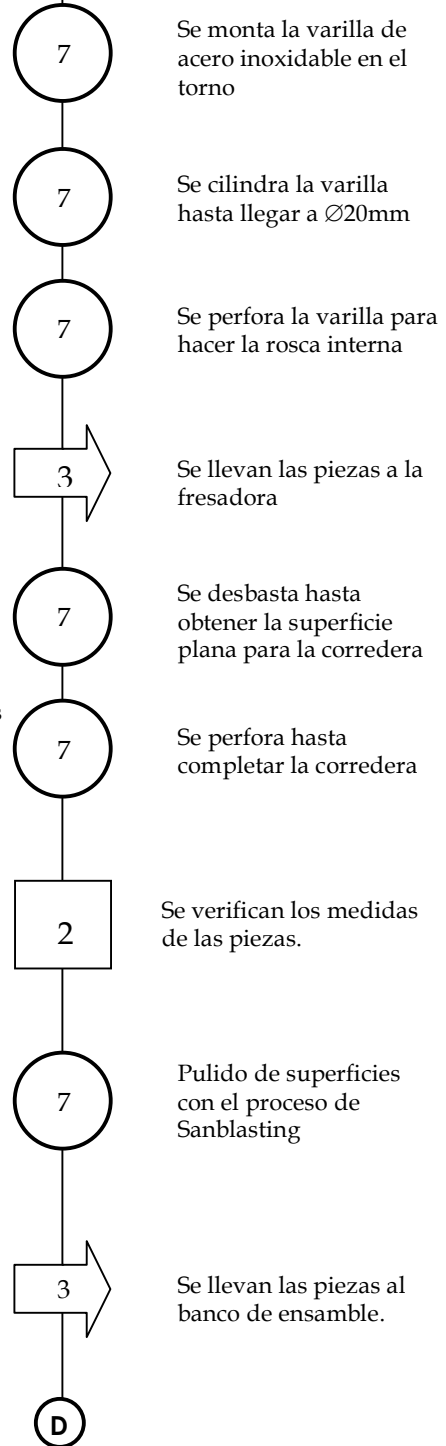
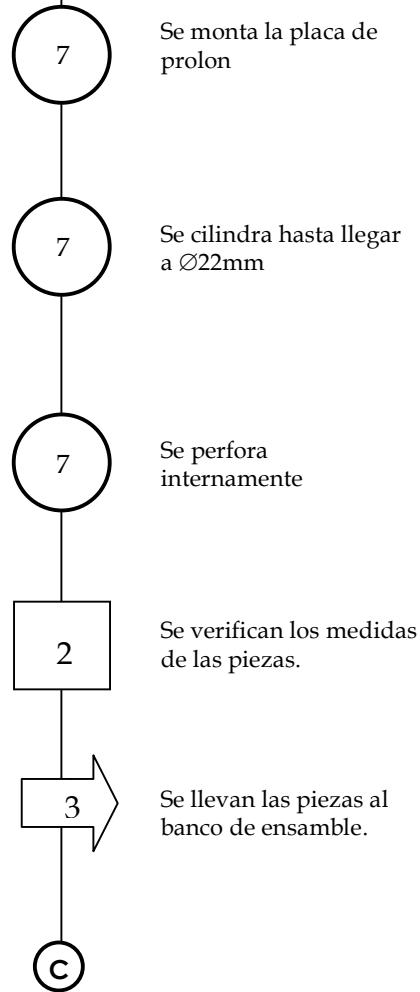




## 7.1.2 Acople vástago-portacuchilla y bujes

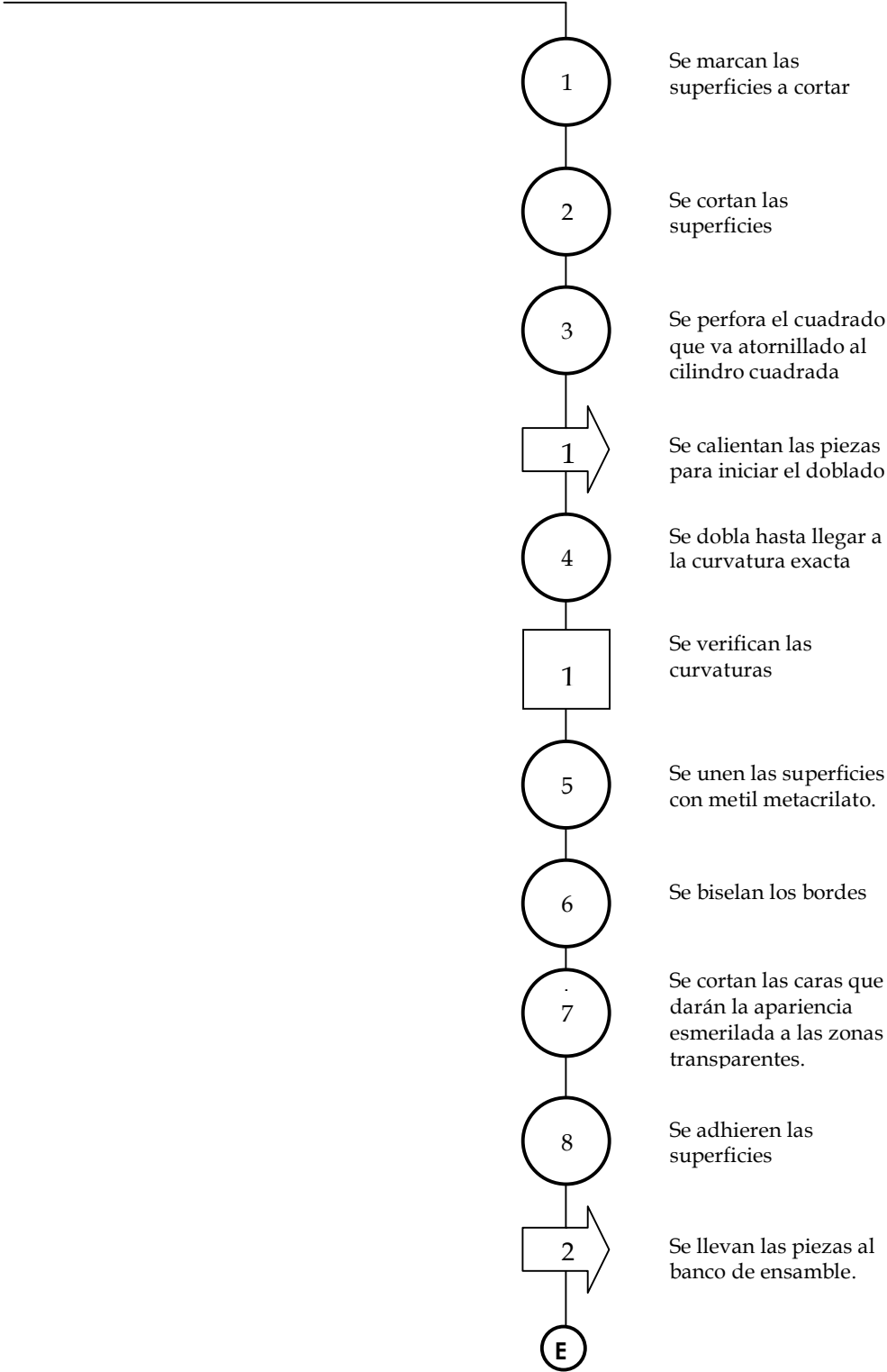
### Fabricación de acople cilindro-portacuchilla

#### Fabricación de los bujes



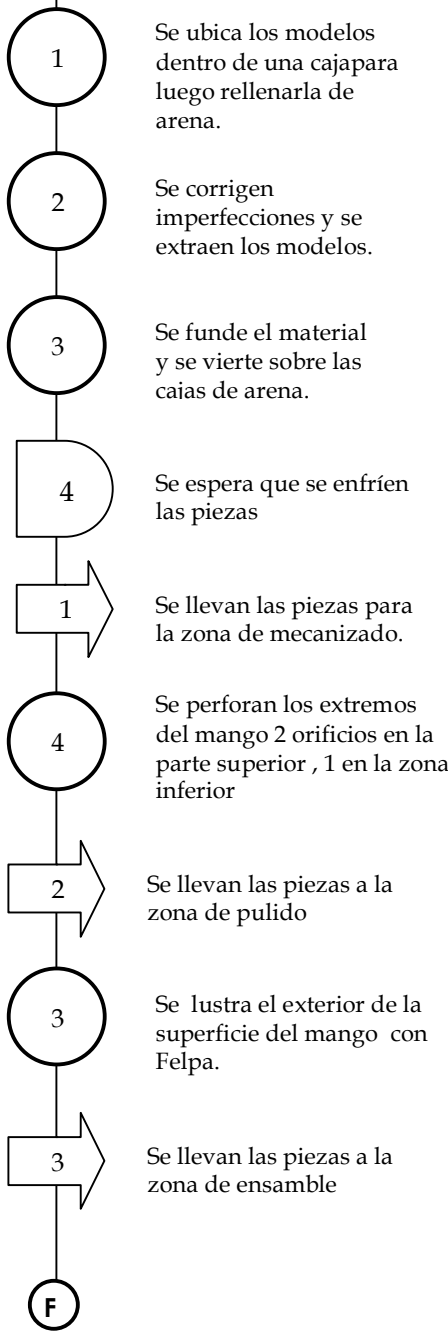
### 7.1.3 Cubierta transparente

#### Fabricación de cubierta transparente

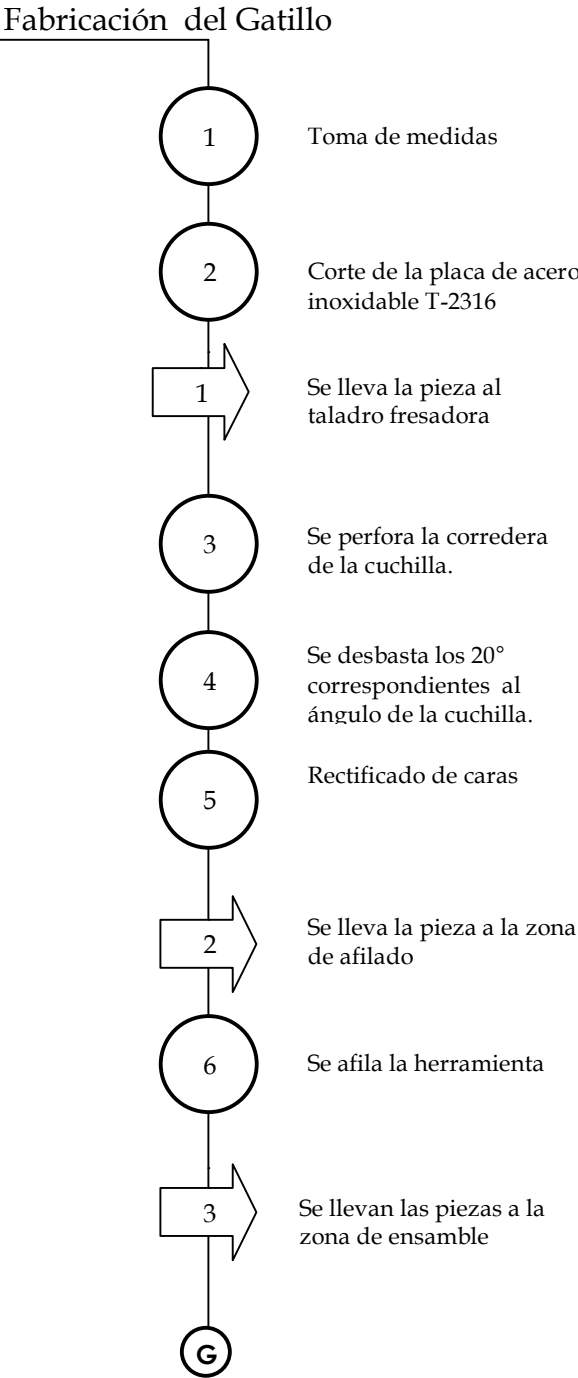


### 7.1.4 Mango

#### Fabricación del Mango

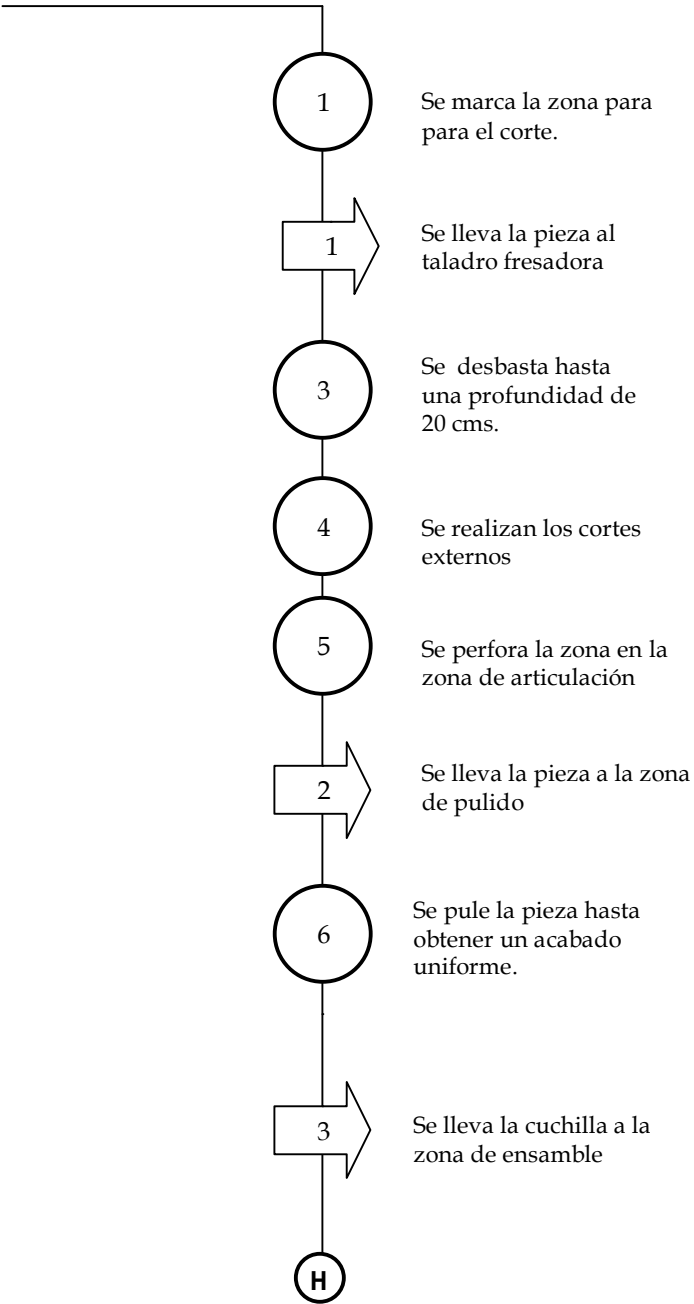


### 7.1.5 Gatillo



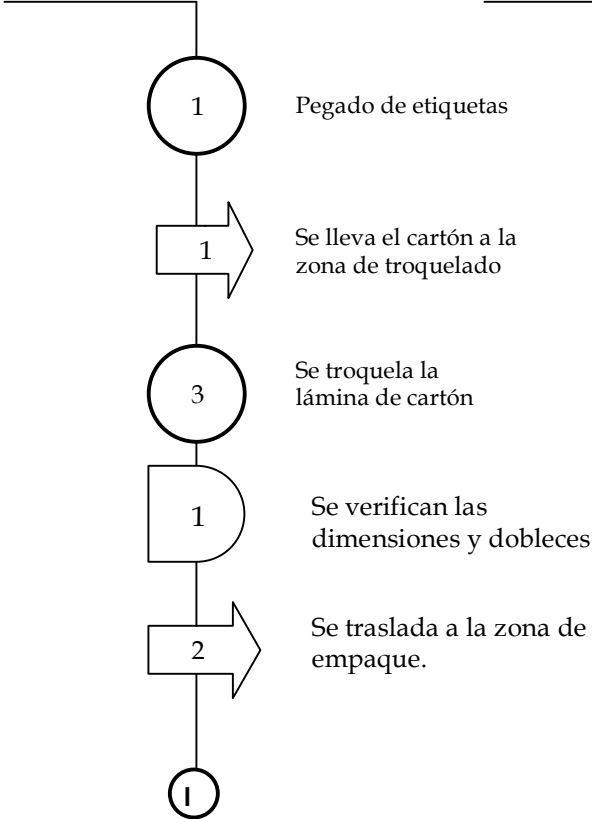
### 7.1.6 Cuchilla

Fabricación de la cuchilla:



### 7.1.7 Empaque y base de jumbolón

#### Fabricación de Empaque



Pegado de etiquetas

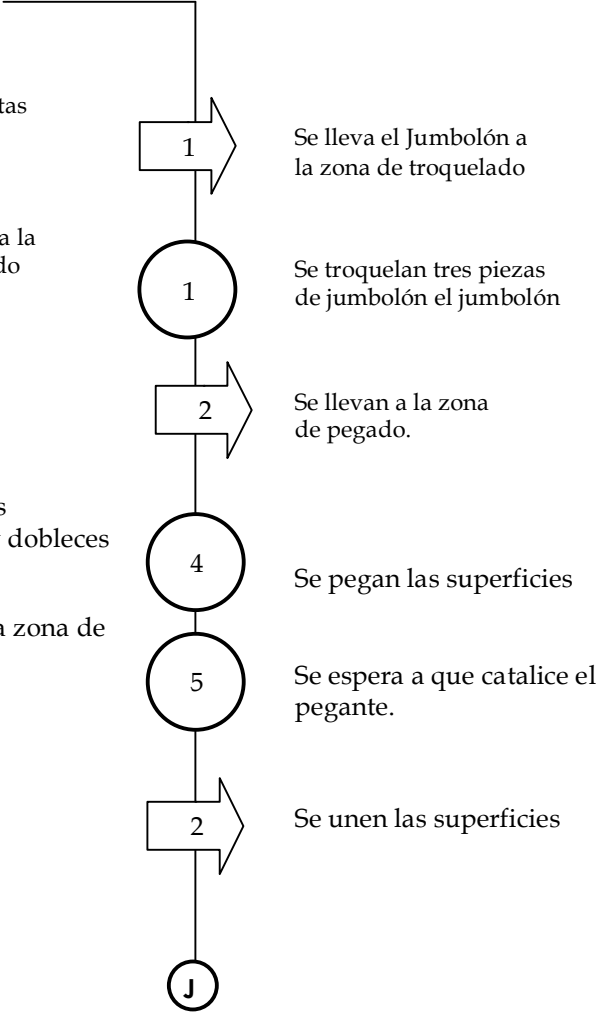
Se lleva el cartón a la zona de troquelado

Se troquela la lámina de cartón

Se verifican las dimensiones y dobleces

Se traslada a la zona de empaque.

#### Fabricación de base en jumbolón



Se lleva el Jumbolón a la zona de troquelado

Se troquelan tres piezas de jumbolón el jumbolón

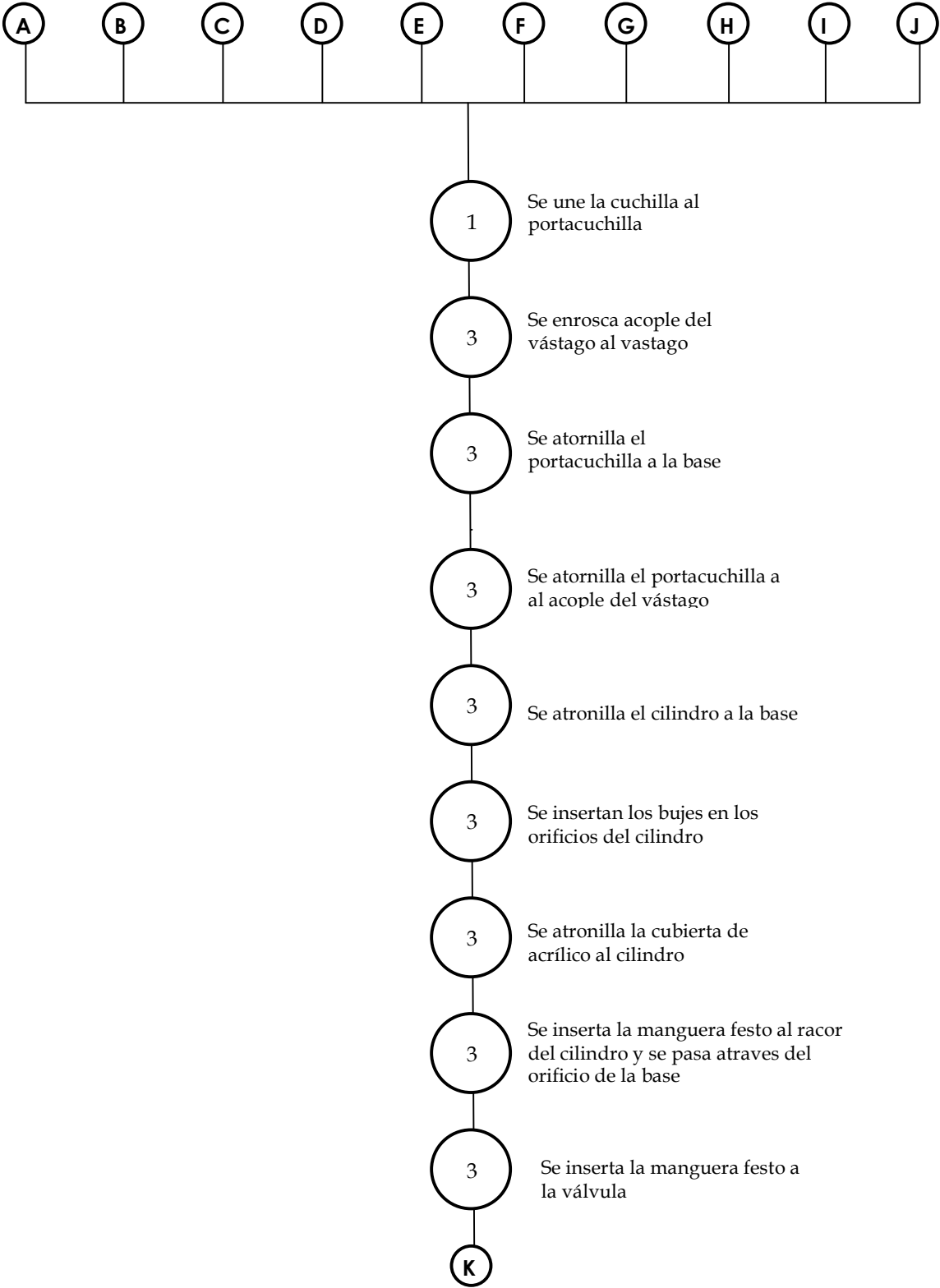
Se llevan a la zona de pegado.

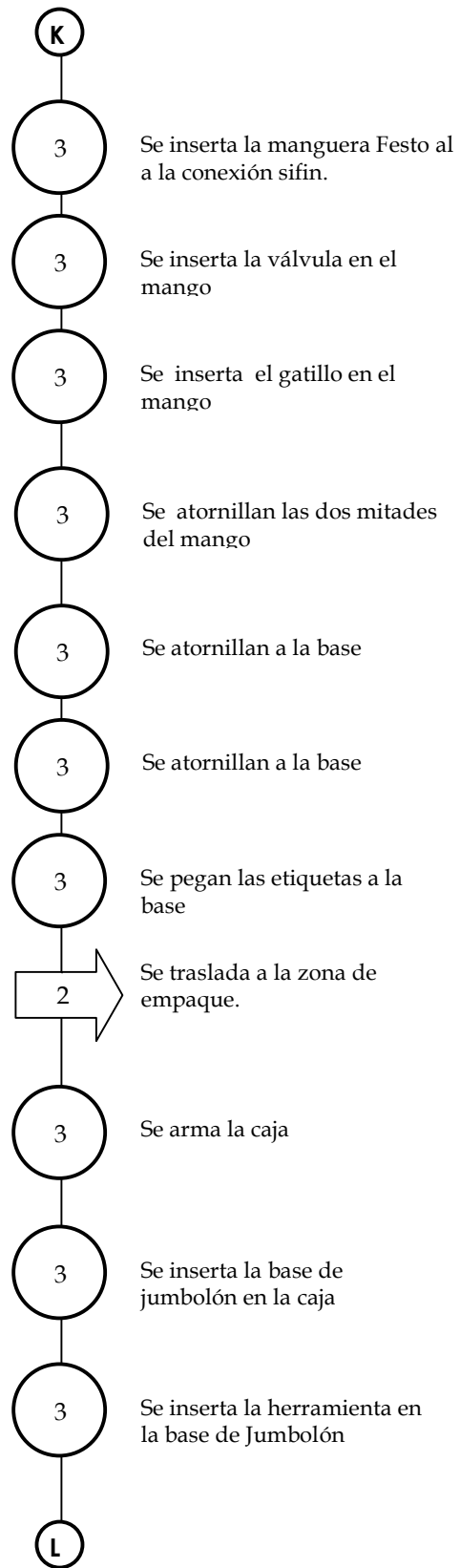
Se pegan las superficies

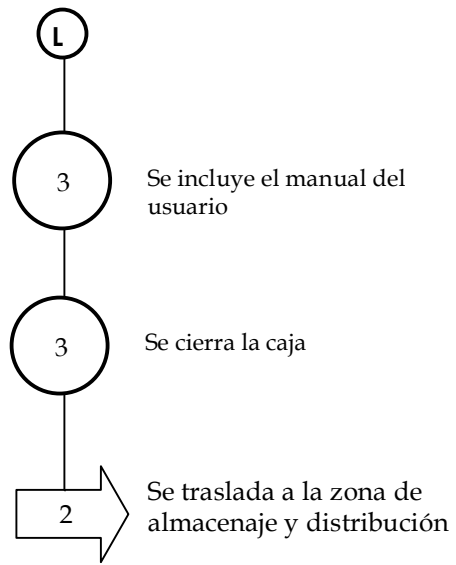
Se espera a que catalice el pegante.

Se unen las superficies

### 7.1.8 Ensamble Herramienta







## 7.2 MODELO TERMINADO

El modelo diseñado se presenta en las figuras

**Figura 75. Empaque**



**Figura 76. Apertura**



**Figura 77. Agarre**



**Figura 78. Herramienta en uso**



### 7.3 ANÁLISIS DE COSTOS

ANALISIS UNITARIO DE PRECIOS: Maquinaria

**Tabla 14. Maquinaria**

MÁQUINA	VALOR HORA	TIEMPO EMPLEADO	VALOR PARCIAL
Taladro	15000	30 min.	7500
Fresadora	20000	180 min.	60000
Torno	23000	60 min	23000
Equipo de soldadura	35000	30 min	17500
Esmeril	10000	120 min	20000
<b>Valor parcial maquinaria</b>			<b>\$128000</b>

ANALISIS UNITARIO DE PRECIOS

**Tabla 15. Elementos no fabricados en el taller**

COSTOS DIRECTOS	VIDA ÚTIL	TIEMPO DE FABRICACIÓN	VALOR PARCIAL
Troquel empaque	2 1/2	16 horas	200000
Troquel jumbolón	2 1/2	16 horas	50000
Empaque	De acuerdo al uso	15 min	3000
Manual de usuario	De acuerdo al uso	20 min	2000
Cubierta acrílica	2 años	3 horas	17000
Base de Jumbolón	De acuerdo al uso	30 min	4000
<b>Total Costos de troqueles</b>			<b>\$250000</b>
<b>Costo de troqueles para una herramienta*</b>			<b>\$1666.7</b>
<b>Total costos directos</b>			<b>\$ 27666.7</b>

\*Valores calculados considerando una producción estimada de 150 herramientas.

ANALISIS UNITARIO DE PRECIOS:

**Tabla 16. Mano de obra<sup>1</sup>**

TÓPICOS	PORCENTAJE	VALOR
<b>Salario mínimo</b>		<b>408000</b>
<b>Subsidio de transporte</b>		<b>47700</b>
Subsidio de transporte diario		1590
Cesantías	8.33%	33986,4
Prima legal	8.33%	33986,4
Vacaciones	4.16%	16972,8
Riesgos	0.52%	2121,6
EPS-Pensión	18.13%	73970,4
Intereses sobre cesantías	1%	4080
<b>Total salario mínimo mensual</b>		<b>620817,6</b>
Valor mínimo día		13600
Numero de días al mes		30
Valor Hora diurna ordinaria		1700
Hora nocturna ordinaria	35	2295
Hora diurna dominical	75	2975
Hora nocturna dominical	110	3570

Fuente: Ministerio de protección social.

**Tabla 17. Costos de personal**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Operador de Fresadora	horas	3	2000	6000
Operador de taladro	horas	1	2000	2000
Soldador	horas	1	5000	5000
Asistente para trabajo de banco	horas	3	2000	6000
Operador de Torno	horas	1	2000	2000
<b>Total personal</b>				<b>\$66000</b>

<sup>1</sup> Valores liquidados del año 2006.

ANÁLISIS UNITARIO DE PRECIOS: Herramienta

**Tabla 18. Costos directos Herramienta**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Varilla Acero inoxidable 304 Ø 22 x 7cms	Cms	1	1520	1520
Acero inoxidable T-2316 x 77cm <sup>2</sup>	Cms <sup>2</sup>	1	9450	4725
Acero inoxidable 304 calibre 12 x 175,5 cm <sup>2</sup>	Cms <sup>2</sup>	1	400	400
Acero inoxidable 304 calibre 16	Cms <sup>2</sup>	161 cm <sup>2</sup>	300	750
Cubierta de acrílico		0,3	180	17000
Fundición de Aluminio (mango)		40 g.	240	15000
Tornillos Bristol cabeza avellanada inoxidable 304 x 18.8 mm		6	1300	7800
Bujes		4	500	2000
Válvula neumática FESTO R-3-M5		1	140000	140000
Cilindro neumático compacto FESTO AEVU-40-25-A-P-A		1	140000	245000
Manguera FESTO N° 4	mts	1	15 cms	1000
Racores FESTO en forma de "L"		1	4000	4000
Racores FESTO			3500	3500
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 442695</b>

## COSTOS INDIRECTOS

**Tabla 19. Costos Indirectos**

TÓPICO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Logística y diseño	horas	30	2000	60000
<b>Total</b>				<b>60000</b>

En total el costo neto de una herramienta sería de:

$$128000+27666.7+66000+442695+ 60000= \mathbf{\$724361.7}$$

Supongamos que queremos tener de utilidad el 20% por herramienta, entonces nuestros valores quedarían así:  $128000+27666.7+66000+442695+ 60000+ 144872.3= \mathbf{\$ 869234}$

Entonces el precio para la venta sería de  $\mathbf{\$ 869300}$ .

## CONCLUSIONES

Avica, la herramienta para cortar dedos de caucho presenta las siguientes ventajas:

1. Reduce el riesgo de adquirir DTS (desórdenes de trauma acumulativo), ya que anteriormente el corte se realizaba con tres movimientos significativos para cortar un dedo, con AVICA se reduce el corte a uno solo.
2. El peso es otro factor fundamental sobre el cual se avanzó, ya que esta es la principal razón por la que no se usan la herramientas existentes en el mercado. Se logró reducir el peso de 2500 grs a 1030 grs.

En General puedo concluir que:

3. Utilizar factores de carga continua y factor de seguridad muy altos aumenta el tamaño de los componentes neumáticos, implica mayor costo y un aumento considerable en el espacio para el montaje de los sistemas.
4. Si se comparan los músculos neumáticos con los cilindros neumáticos desarrollados por FESTO, permiten reducir el peso del sistema pero se necesitan mayores espacios para montaje.
5. Implementar metodologías de evaluación de alternativas (método RULA, QFD) nos permite tener resultados mas confiables en el desarrollo de productos.

6. Utilizar herraminetas CAD-CAE es de gran ayuda en el proceso de proyección de herramientas, ya que nos permite visualizar los modelos diseñados y también se logra una mayor aproximación al comportamiento de los materiales.
  
7. La coherencia formal es de vital importancia en la proyección y posterior comercialización de herramientas, porque permite darle identidad al producto y así lograr diferenciar la herramienta de las existentes en el mercado.

## RECOMENDACIONES

Para aplicaciones neumáticas se recomienda utilizar un factor de carga continua no mayor de 1,5, ya que como se mencionó anteriormente implica mayores costos y mayores espacios para montaje.

Se recomienda investigar acerca de posteriores aplicaciones de los dedos de caucho sobrantes después del corte, porque estos dedos una vez cortados, son desechados y no se vuelven a utilizar.

En un futuro se puede considerar el hecho de fabricar el cuerpo de la herramienta a través del proceso de inyección, para así obtener estas piezas con mayor rapidez.

## BIBLIOGRAFÍA

AMPUDIA, Danilo, Neumática, Cali: Servicios Editoriales Universidad del Valle, 1995, 270p.

BEER, Ferdinand, Mecánica de materiales, México: segunda edición, Mc Graw Hill, 1993, 725p.

JONES, Christopher, Métodos de diseño, Barcelona: tercera edición, Gustavo Gilli SA., 1982.

MONDELO, Pedro; TORADA, Enrique; GONZÁLEZ, Pedro y FERNANDEZ Miguel. Ergonomía 3, Diseño de Puestos de Trabajo, México D.F : Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V, 327 p.

----- . Ergonomía 4. El Trabajo en Oficinas, México D.F : Alfaomega Grupo Editor S.A de C.V, 327 p.

MOTT, Robert. Diseño de elementos de maquinas. México: Prentice hall 1995. 787p.

PALOMINO MENDOZA, Javier. Herramienta de corte de accionamiento neumático para aplicación agrícola. Bucaramanga, 2003, 120p. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería mecánica.

QUIÑONES ALFONZO, German. Diseño y construcción de un dispositivo para transformar un taladro manual electrónico en caladora. Bucaramanga, 2003, 143p. Trabajo de grado (Diseñador Industrial). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de Diseño Industrial.

RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual de diseño industrial. México: Gustavo Gilli, de C.V., 1998.

SCHMITHZ, John V. Testing of polymers. Texas: Interscience Publishers, 1966, 419 p.

SERRANO, Nicolás, Neumática, Madrid: Parainfo SA., 2000, 390p.

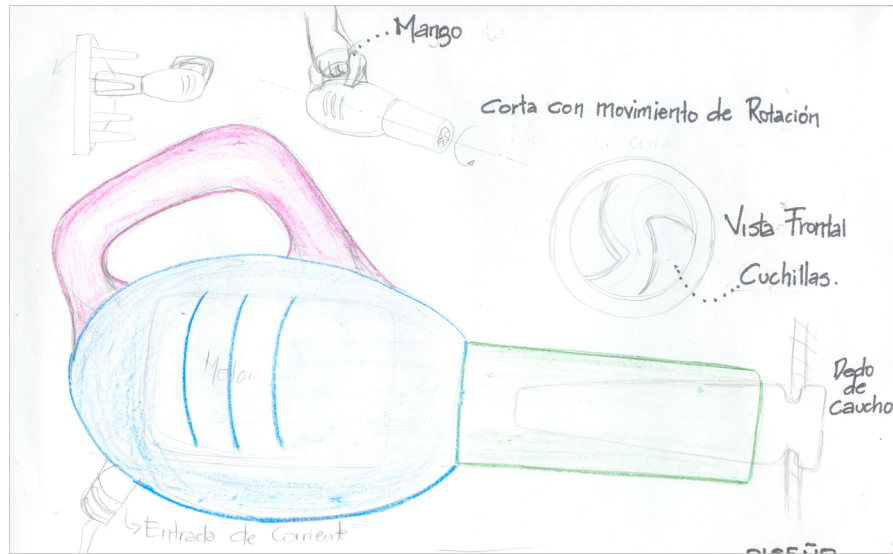
## ANEXO A

## ANEXO A

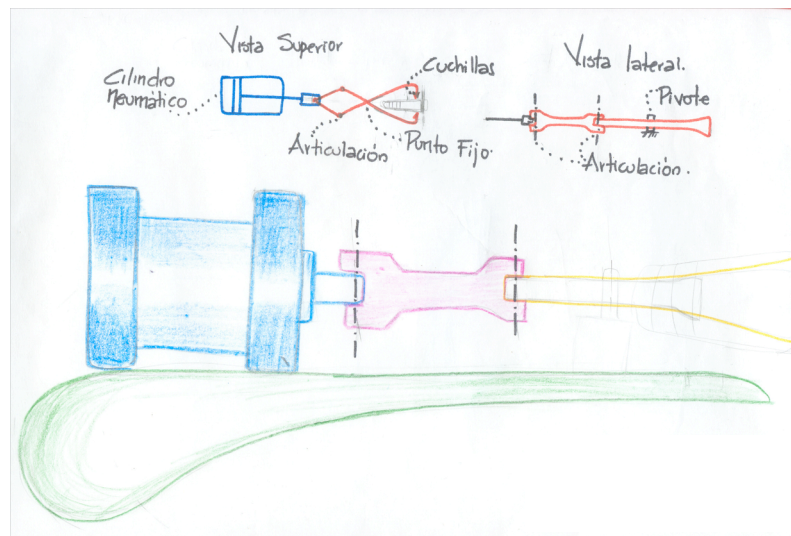
### BOCETOS

En este apartado se incluyen algunos bocetos de la etapa de lluvia de ideas y planteamiento de alternativas.

#### Boceto 1



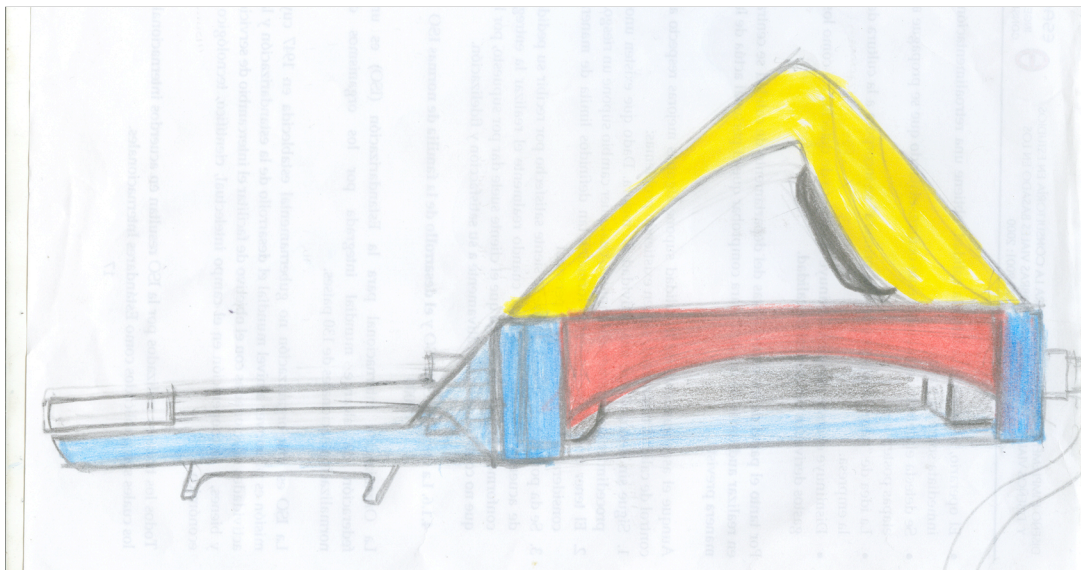
#### Boceto 2



Boceto 3



Boceto 4



## ANEXO B

## ANEXO B.

### METODOLOGIA DEL DESARROLLO PROYECTUAL

La Metodología que aplicada para el diseño y la fabricación de la herramienta es una combinación de diferentes metodologías de diseño desarrolladas en estudios anteriores. Esta metodología abarca diferentes etapas como se describen a continuación:

ETAPAS	ACTIVIDADES
<b>Etapa 1</b> INVESTIGACION EXPLORATORIA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de la necesidad.</li><li>• Charlas con técnicos y operarios.</li><li>• Análisis de los platos y dedos desplumadores.</li><li>• Diagnóstico.</li><li>• Consulta de fuentes primarias y secundarias tales como libros, investigaciones anteriores, bases de datos, Internet.</li><li>• Elaboración de un cronograma.</li></ul>
<b>Etapa 2</b> CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Herramientas existentes.</li><li>• Dedos desplumadores.</li><li>• Factores ergonómicos.</li><li>• Materiales.</li><li>• Normas y estandares nacionales e internacionales.</li><li>• Procesos de fabricación.</li></ul>
<b>Etapa 3</b> ANALISIS ERGONÓMICO DE LA TAREA DE CAMBIO DE LOS DEDOS DESPLUMADORES.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisis Dimensional.</li><li>• Análisis Postural. Método RULA</li></ul>
<b>Etapa 4</b> PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prueba de Dureza SHORE A.</li><li>• Prueba de Resistencia al corte.</li><li>• Análisis de resultados.</li></ul>

<p><b>Etapa 6</b> DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MODELOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de parámetros y requerimientos de diseño.</li> <li>• Lluvia de ideas.</li> <li>• Planteamiento de alternativas.</li> <li>• Evaluación de alternativas.</li> <li>• Modelado en 3D.</li> </ul>
<p><b>Etapa 6</b> COMPROBACIONES TÉCNICAS Y ERGONÓMICAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobaciones técnicas (sistemas neumáticos, válvulas y demás componentes).</li> <li>• Comprobaciones ergonómicas (mangos y agarraderas de la herramienta).</li> <li>• Análisis de resultados.</li> <li>• Simulación con herramientas CAD-CAE.</li> </ul>
<p><b>Etapa 7</b> FABRICACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte.</li> <li>• Maquinado de piezas.</li> <li>• Soldadura.</li> <li>• Fundición.</li> </ul>
<p><b>Etapa 8</b> EVALUACIÓN Y ANÁLISIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación técnica.</li> <li>• Evaluación ergonómica.</li> <li>• Análisis de resultados.</li> </ul>

## ANEXO C

**ANEXO C**  
**ENSAYO DE DUREZA SHORE**

De acuerdo a la norma ASTM D-2240, se establece que el durometro correspondiente para determinar la dureza cauchos vulcanizados, es el de tipo A (ver tabla...)

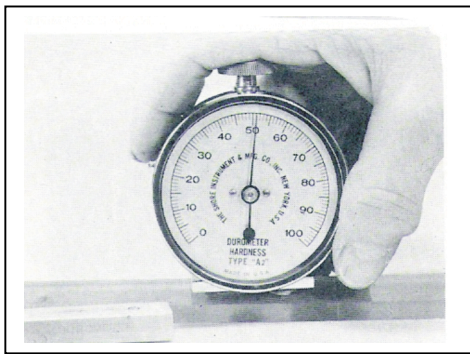
TABLE X1.1 Durometer Selection: Typical Uses

<b>Type (Scale)</b>	<b>Typical Examples of Materials Tested</b>	<b>Durometer Hardness (Typical Uses)</b>
A	Soft vulcanized rubber, natural rubber, nitriles, thermoplastic elastomers, flexible polyacrylics and thermosets, wax, felt, and leathers.	20-90 A
B	Moderately hard rubber, thermoplastic elastomers, paper products, and fibrous materials.	Above 90 A Below 20 D
C	Medium-hard rubber, thermoplastic elastomers, medium-hard plastics, and thermoplastics.	Above 90 B Below 20 D
D	Hard rubber, thermoplastic elastomers, harder plastics, and rigid thermoplastics.	Above 90 A
DO	Moderately hard rubber, thermoplastic elastomers, and very dense textile windings.	Above 90 C Below 20 D
M	Thin, irregularly shaped rubber, thermoplastic elastomer, and plastic specimens.	20-85 A
O	Soft rubber, thermoplastic elastomers, very soft plastics and thermoplastics, medium-density textile windings.	Below 20 DO
OO	Extremely soft rubber, thermoplastic elastomers, sponge, extremely soft plastics and thermoplastics, foams, low-density textile windings, human and animal tissue	Below 20 O
CF	Composite foam materials, such as amusement ride safety cushions, vehicle seats, dashboards, headrests, armrests, and door panels.	See Test Method F 1957

La escala SHORE A es usada generalmente para determinar la dureza de plasticos suaves y cauchos vulcanizados.

Los aparatos utilizados para esta mediciones se les llaman durómetros, los cuales se pueden encontrar en el mercado de diferentes formas. Los durometros se pueden usar solos o en conjunto con un dispositivo fijo a un banco de trabajo.

### Figuras tipos de durómetros



Hay diferentes normas que estandarizan este tipo de ensayos, estas normas son:

ASTM D-2240,

DIN 53 505

ISO 7619 Part 1

JIS K 6301<sup>1</sup>

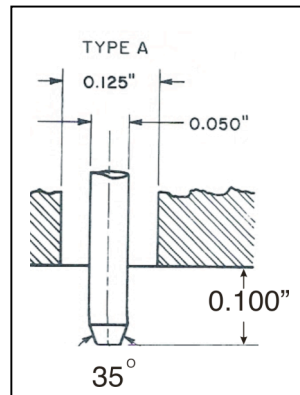
ASKER C-SRIS-0101

---

<sup>1</sup> La norma JIS es similar a la contemplada en la norma ASTM 2240

Las escalas de dureza SHORE utilizan diferentes punteros, el puntero correspondiente a la escala SHORE A, es como el que se muestra a continuación:

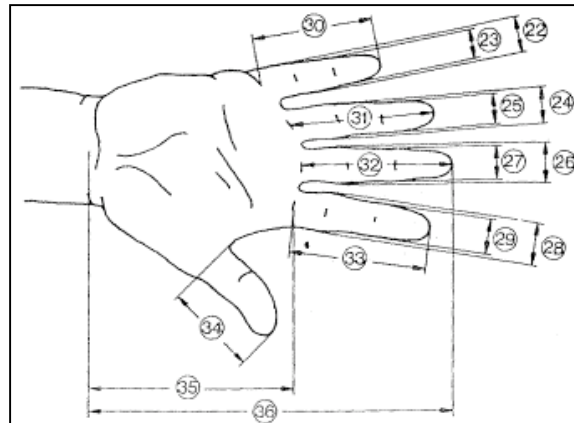
**Figura. puntero del durómetro**



## ANEXO D

## ANEXO D.

### ANTROPOMETRIA DE LA MANO SEGÚN NORMA DIN 33402 2ª parte



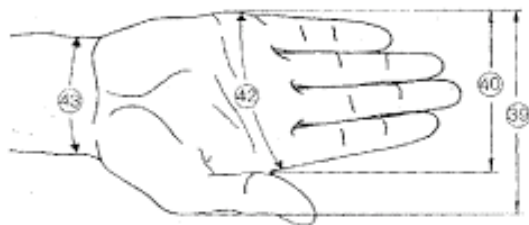
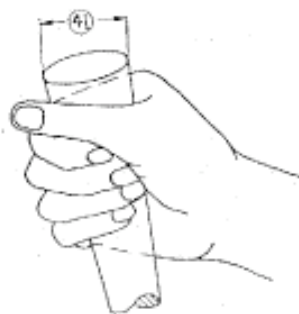
Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0



Dimensiones En cm. PERCENTIL  
Hombres Mujeres

Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
37 Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38 Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

(37) medido e la articulación (según norma DIN 22402. 2ª parte)  
valores medios X e intervalos de interferencia 90° percentil. Estudio basado  
en 8000 hombres de 20 años y una muestra de control femenina realizada en  
Alemania por Jurgens.



Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
39	Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41	Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42	Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43	Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

\* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

## ANEXO E

## ANEXO E.

### MÉTODO RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT)

El método RULA fue desarrollado para investigar la exposición individual de trabajadores a factores de riesgo de trabajo asociados a desordenes de la extremidad superior.

Este método utiliza diagramas de las posturas del cuerpo y tres tablas de las puntuaciones para proveer una evaluación de la exposición a los factores de riesgo. Estos factores incluyen: Número de movimientos, trabajo muscular estático, Fuerza, Posturas de trabajo determinadas para los equipamientos y mobiliario, tiempo de trabajo sin un descanso.

#### EL DESARROLLO DE RULA

##### Estado 1

El cuerpo es dividido en segmentos y estos a su vez se forman en dos grupos A y B. El grupo A incluye el brazo, antebrazo y muñeca, mientras que el grupo B incluye el cuello, el tronco y las piernas. Esto garantiza que la postura total del cuerpo sea registrada esto con el objetivo de identificar la posible influencia de las diferentes partes del cuerpo en las posturas de la extremidad superior

**Tabla- Valoración Grupo A:**

VALOR	BRAZO*	ANTEBRAZO**	MUÑECA***
1	Para 20° de extensión o 20° de flexión	Para 60-100° de flexión	Si es una posición neutral
2	Para extensión	Para menos de 60 o	Para 0-15° en flexión o

	mayor de 20° o 20-45° de flexión	mas que 100° de flexión	extensión
3	Para 45 o 90° de flexión		Para 15° o más en flexión o extensión
4	Para 90° o más de flexión		

\* Si el hombro esta elevado, la calificación de la postura derivada es calificada por encima con un incremento de 1. Si el operador esta inclinado o el peso de los brazos esta soportado, entonces la calificación de la postura disminuye en 1.

\*\* Si el antebrazo esta trabajando cruzando la línea media del cuerpo o fuera del lado, entonces la calificación de la postura se incrementa en 1.

\*\*\* Si la muñeca esta en desviación radial o Ulnar entonces la calificación de la postura se incrementa en 1.

**Tabla. Valoración Grupo B:**

VALOR	CUELLO*	TRONCO**	PIERNAS
1	Para 0-10° de flexión	Cuando esta sentado y bien soportado con un ángulo entre la cadera y el tronco de 90° o más	Si las piernas y los pies están bien soportados cuando esta sentado con el peso regularmente balanceado. Si sentado con el peso del cuerpo regularmente distribuido sobre ambos pies, con espacio para el cambio de posición.
2	Para 10-20° de flexión	Para 0-20° de flexión	Si las piernas y los pies no están soportados o el peso esta irregularmente balanceado
3	Para 20° o más de flexión	Por 20-60° de flexión	
4	En extensión	Para 60° o más de flexión	

\* Si el cuello está girando la puntuación de esta postura es incrementada en 1. Si el cuello esta inclinado a un lado entonces la puntuación se incrementa en 1.

\*\* Si el tronco esta girado el puntaje se incrementa en 1. Si el tronco esta doblado a un lado, el puntaje se incrementa en 1.

Tabla Valoración puntajes C y D para puntajes

		<b>PUNTAJE D</b>						
<b>PUNTAJE C</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	<b>1</b>	1	2	3	3	4	5	5
	<b>2</b>	2	2	3	4	4	5	5
	<b>3</b>	3	3	3	4	4	5	6
	<b>4</b>	3	3	3	4	5	6	6
	<b>5</b>	4	4	4	5	6	7	7
	<b>6</b>	4	4	5	6	6	7	7
	<b>7</b>	5	5	6	6	7	7	7
	<b>8</b>	5	5	6	7	7	7	7

Nivel de acción 1

Un puntaje de 1 o 2 indica que la postura es aceptable si no se mantiene o repite por periodos prolongados.

Nivel de acción 2

Un puntaje de 3 o 4 indica que es necesaria una investigación posterior o pueden requerirse cambios

Nivel de acción 3

Un puntaje de 5 o 6 indica que también requiere cambios o investigación posterior.

Nivel de acción 4

Un puntaje de 7 indica que se requieren inmediatamente investigación y cambios.

## ANEXO F



## ANEXO F

### CATÁLOGO FESTO MÚSCULOS NEUMÁTICOS -MAS-

#### Músculo neumático MAS con extremos atornillados

FESTO

Hoja de datos

-  Tamaño  
10 ... 40 mm
-  Longitud nominal  
40 ... 9 000 mm
-  Fuerza de tracción  
0 ... 6 000 N



Condiciones de funcionamiento y del entorno				
Tamaño		10	20	40
Presión de funcionamiento	[bar]	0 ... 8	0 ... 6	
Fluido		Aire comprimido filtrado, lubricado o sin lubricar (otros medios bajo consulta)		
Temperatura ambiente	[°C]	-5 ... +60		
Clase de resistencia a la corrosión <sup>2)</sup>		2		

2) Clase de resistencia a la corrosión 2 según norma de Festo 940 070

Válida para piezas expuestas a gran peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con sustancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes, detergentes o lubricantes, con superficies principalmente decorativas.

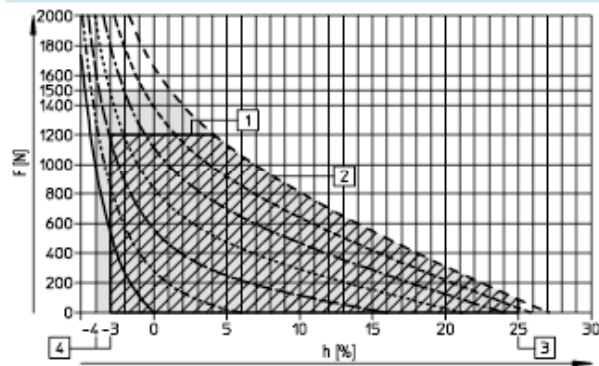
Fuerzas [N] con la presión de funcionamiento máxima admisible				
Tamaño		10	20	40
Fuerza teórica		630	1 500	6 000
Limitación de fuerza		400	1 200	4 000

#### Músculo neumático MAS con extremos atornillados

FESTO

Hoja de datos

Pesos [g]				
Tamaño		10	20	40
Peso básico con longitud de 0 m		77	238	673
Peso adicional por cada metro de longitud		94	178	340
Conexión sin limitación de fuerza	MO	38	114	331
	MC	39	124	342
Conexión con limitación de fuerza	MO	49	153	521
	MC	49	153	521



- 0 bar —————
- 1 bar - - - - -
- 2 bar - - - - -
- 3 bar - - - - -
- 4 bar - - - - -
- 5 bar - - - - -
- 6 bar - - - - -

- 1 Limitación de la fuerza con MAS-20-...-K
- 2 Presión máx. de funcionamiento
- 3 Deformación máx.
- 4 Estiramiento inicial máx.
- Margen de funcionamiento con MAS-20-...
- ▨ Margen de funcionamiento con MAS-20-...-K

## Músculo neumático MAS con extremos atornillados

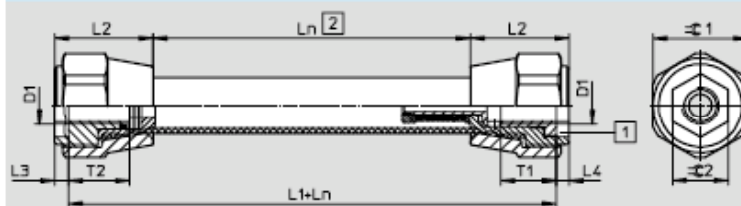


Hoja de datos

Dimensiones: con limitación de fuerza

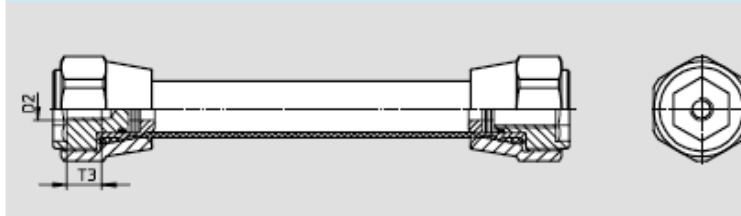
Datos CAD disponibles en → [www.festo.com/es/engineering](http://www.festo.com/es/engineering)

MO-K: abierto en ambos lados



- 1 Limitación de fuerza
- 2 Longitud nominal

MC-K: abierto en un lado








Tamaño	D1	D2	Ln		L1	L2
			mín.	máx.		
10	M10x1,25	M10x1,25	40	9000 <sup>1)</sup>	61,7	34,1
20	M16x1,5	M10x1,25	60		73,5	42,5
40	M20x1,5	M16x1,5	120		96,5	55,5


Tamaño	L3	L4	T1	T2	T3	$\varnothing 1$	$\varnothing 2$
10	4	2,5	15	10	10	27	17
20	6	5,5	24	26,5	15	41	24
40	8	6,5	30	21,8	20	60	41

1) Tolerancia  $\pm 100$  mm  $\pm 1$  mm, 100 ... 400 mm  $\pm 1\%$ , > 400 mm  $\pm 4$  mm

## Elementos de acople

Referencias				Hojas de datos → <a href="http://www.festo.com">www.festo.com</a>			
Denominación	Para tamaño	Nº art.	Tipo	Denominación	Para tamaño	Nº art.	Tipo
<b>Cabeza de rótula SGS<sup>1)</sup></b>				<b>Placa de acoplamiento KSG<sup>1)</sup></b>			
	10	9 261	SGS-M10x1,25		10	32 963	KSG-M10x1,25
	20	9 261	SGS-M10x1,25		20	32 963	KSG-M10x1,25
	40	9 263	SGS-M16x1,5		40	32 965	KSG-M16x1,5
<b>Horquilla SGA</b>				<b>Placa de acoplamiento KSZ<sup>1)</sup></b>			
	10	32 954	SGA-M10x1,25		10	36 125	KSZ-M10x1,25
	20	32 954	SGA-M10x1,25		20	36 125	KSZ-M10x1,25
	40	10 768	SGA-M16x1,5		40	36 127	KSZ-M16x1,5
<b>Horquilla SG<sup>2)</sup></b>							
	10	6 144	SG-M10x1,25				
	20	6 144	SG-M10x1,25				
	40	6 146	SG-M16x1,5				

Elementos de acople para cilindros neumáticos:

Horquilla SG			
	12	3 110	SG-M6
	16	3 111	SG-M8
	20	6 144	SG-M10x1,25
	25		
	32		
	40		
	50	6 145	SG-M12x1,25
	63		
	80	6 146	SG-M16x1,5
	100	6 147	SG-M20x1,5
	125	14 987	SG-M27x2-B

## ANEXO G

## ANEXO G

### MANUAL DEL USUARIO

Este manual consta de seis páginas media carta, será impreso en formato A4 , incluye especificaciones técnicas, instrucciones de uso, recomendaciones de seguridad y datos del fabricante.

En cuanto a la diagramación se utilizaron los mismos colores del empaque y de la marca, se utilizaron los conceptos de continuidad de la línea, simetría y repetición.




**Figura. Caras frontal y posterior**



## Páginas interiores 1 y 6

<h3>Manual Del Usuario</h3> <h4>VENTAJAS</h4> <p>El Modelo AVICA de accionamiento neumático para cortar dedos de caucho de los túneles desplumadores de pollo es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es rápida, durable, Liviana. Puesto que esta fabricada con materiales y elementos de gran calidad y con alta tecnología.</li> <li>Es fácil de usar. Con solo presionar el gatillo permite cortar el dedo inmediatamente.</li> <li>Reduce la fatiga en el operador. Ya que permite realizar el corte con un solo movimiento.</li> <li>Materiales resistentes a la corrosión.</li> <li>Diseñada de acuerdo a normas nacionales e internacionales para seguridad e higiene en las plantas de procesamiento avícola.</li> <li>Cuchilla intercambiable.</li> </ul>	<h3>Manual Del Usuario</h3> <h4>REAFILADO Y/O CAMBIO DE CUCHILLA</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>Desatornillar la cubierta acrílica (transparente)</li> <li>Desatornillar los pasadores que sujetan la cuchilla</li> </ol>  <h4>RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>No cortar dedos de caucho vulcanizado con dureza superior a 70 SHORE A.</li> <li>No usar la herramienta para cortar otros materiales tales como madera o metal.</li> <li>Desconectar la línea de aire comprimido antes de iniciar el mantenimiento de la herramienta</li> </ol>
 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">1</span>	 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">6</span>

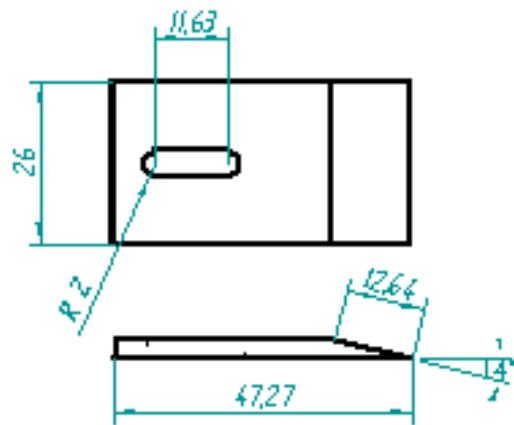
## Páginas interiores 3 y 4

<h3>Manual Del Usuario</h3> <h4>Especificaciones</h4> <p>Tipo de accionamiento: Neumático          Presión de trabajo: 6 bar          Consumo de aire por ciclo: 0.91 L          Peso: 900grs          Para cortar dedos de dureza 60 - 65 SHORE A</p> <h4>Componentes</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cilindro Neumático compacto de simple efecto FESTO AEVU- 25 - 40 -A-P-A .</li> <li>Válvula de accionamiento mecánico FESTO R - 3 - M5 Racor rápido FESTO en "L" Racor Rápido FESTO</li> <li>Mango</li> <li>Tornillos bristol, cabeza avellanada</li> <li>Carcasa de acrílico</li> <li>Manguera FESTO #4</li> <li>Base en acero inoxidable 304 calibre 12</li> <li>Cuchilla en acero inoxidable T - 2316</li> <li>Portacuchilla en acero inoxidable 304 calibre 14</li> <li>Acople</li> </ol>	<h3>Manual Del Usuario</h3> 
 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3</span>	 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">4</span>

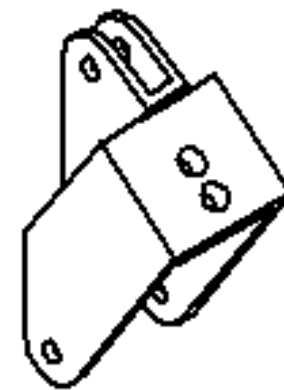
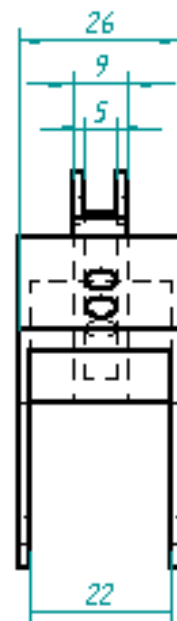
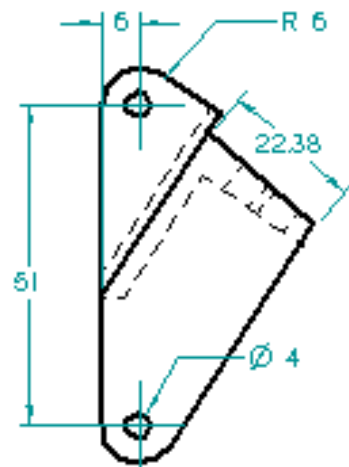
## Páginas interiores 5y 2

Manual Del Usuario	Manual Del Usuario
<p data-bbox="391 369 639 390"><b>INSTRUCCIONES DE TRABAJO</b></p> <ol data-bbox="391 411 781 541" style="list-style-type: none"><li>1. Aproximar la herramienta al dedo de caucho guiándola hasta que se se tope con la superficie del plato.</li><li>2. Presionar el gatillo para accionar la válvula</li><li>3. Retirar material sobrante con el dedo.</li></ol>  <p data-bbox="662 720 781 741">Presione aquí</p> <p data-bbox="597 779 699 800">Empuje aquí</p>  <p data-bbox="743 863 792 926">5</p>	  <p data-bbox="1187 863 1235 926">2</p>

## ANEXO H



1:1



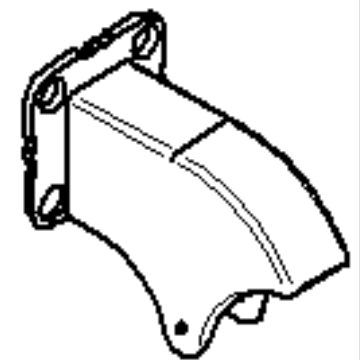
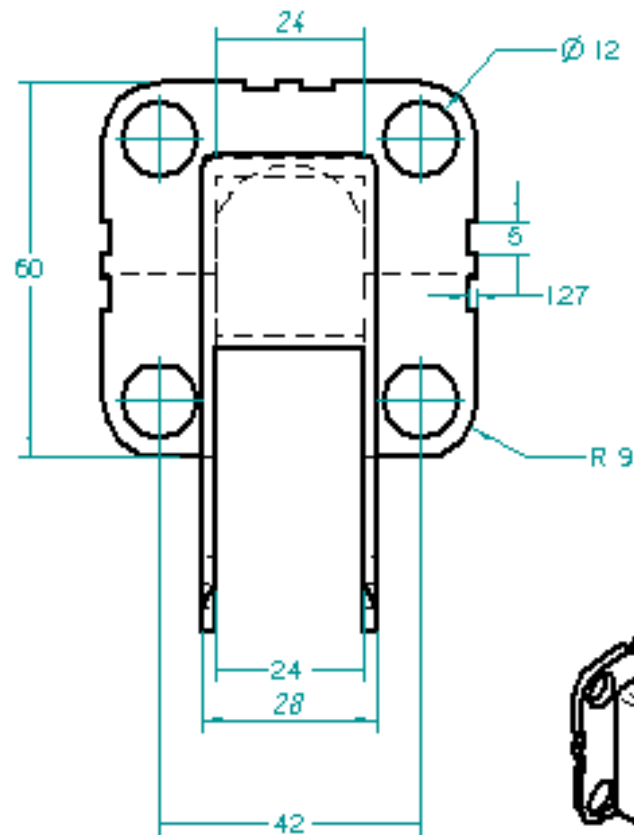
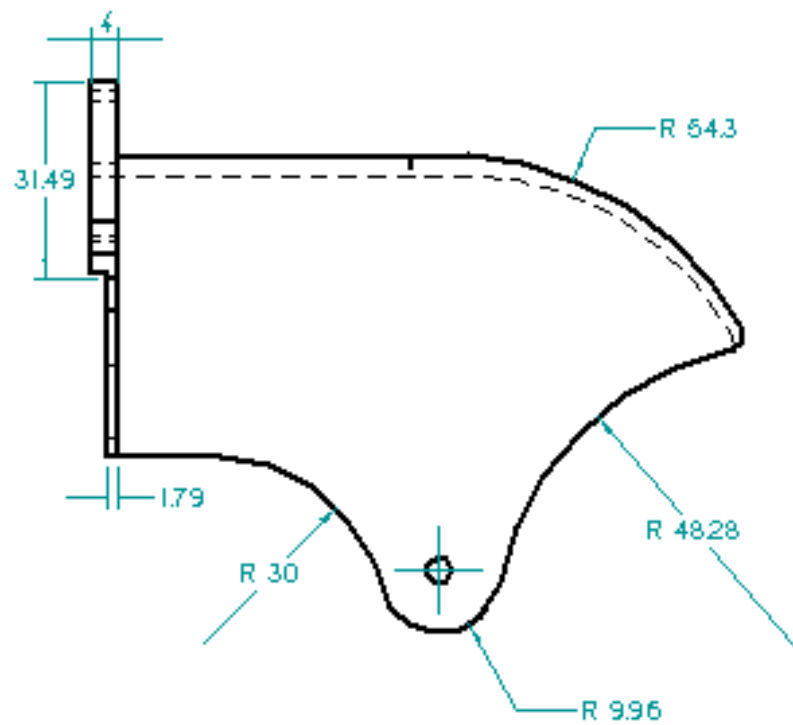
1:1

Escala 1:1	Unidades en mm
Materia: acero inoxidable 304	Plano 1 de 9
Cantidad: 1/1	16/05/2006

Elaborado por:  
Luis Fabian Robles Méndez

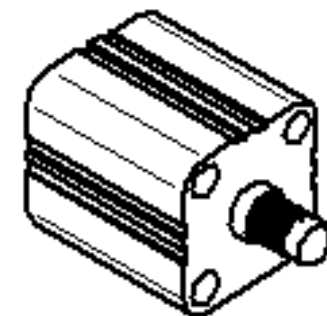
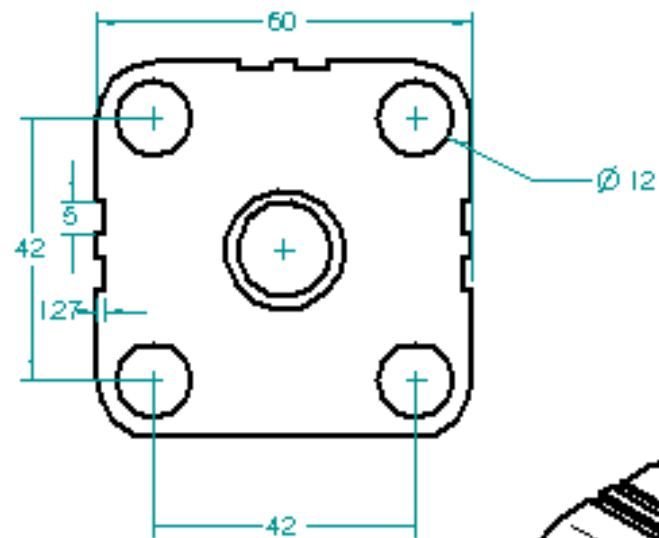
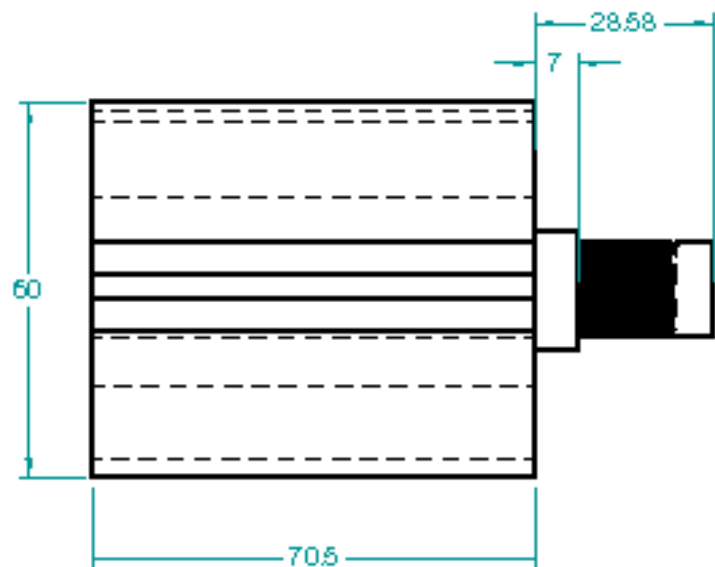
Cuchilla y Portacuchilla

AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado



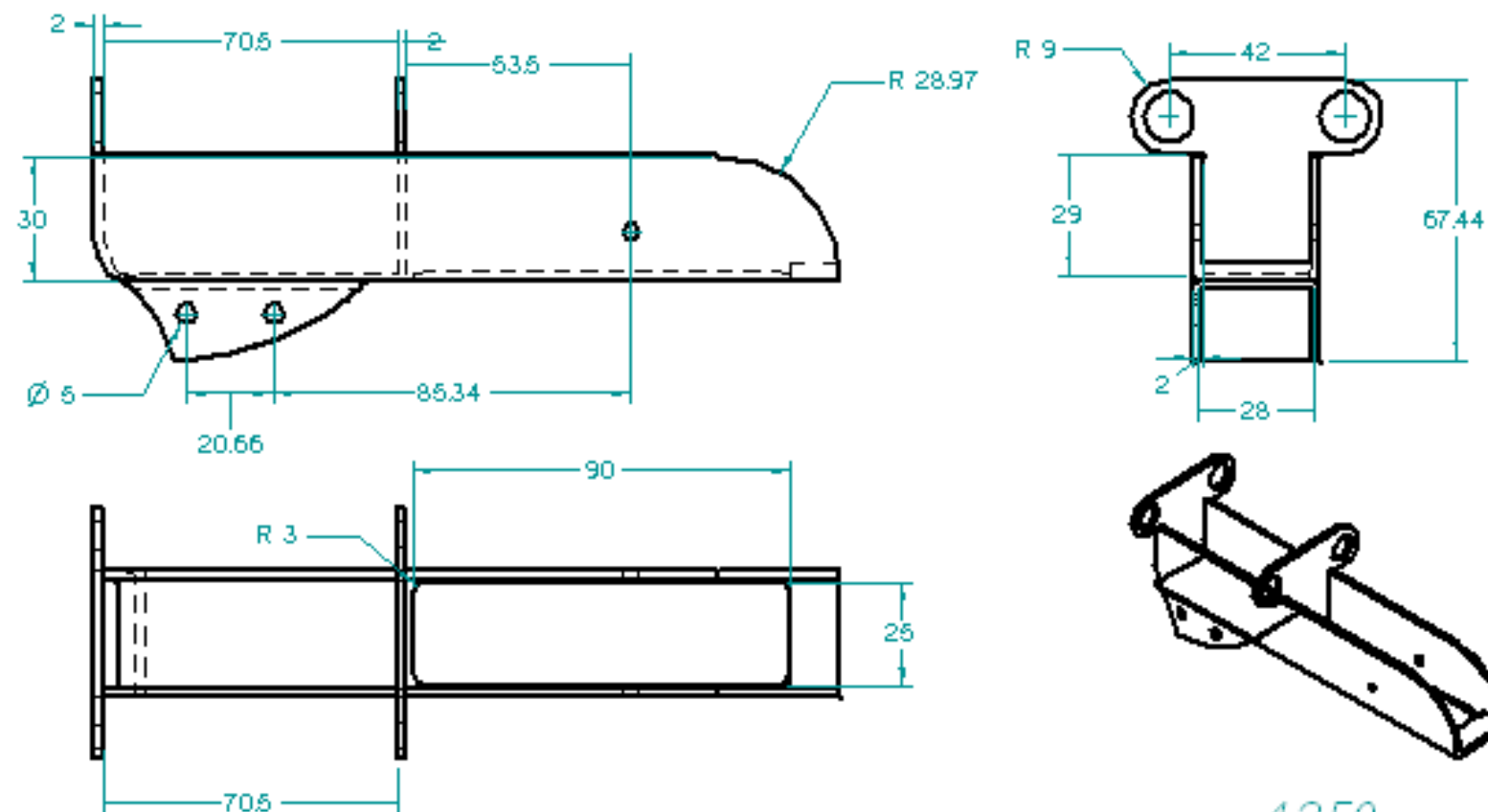
12

Elaborado por: Luis Fabian Robles Méndez	Cubierta transparente AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado	Escala 1:1	Unidades en mm
		Material: Acrílico	Plano 2 de 9
		Cantidad: 1	16/05/2006



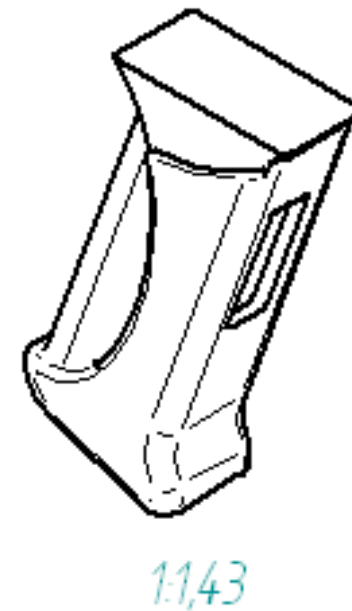
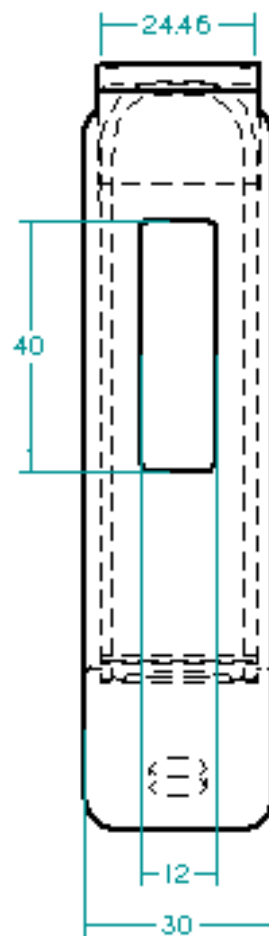
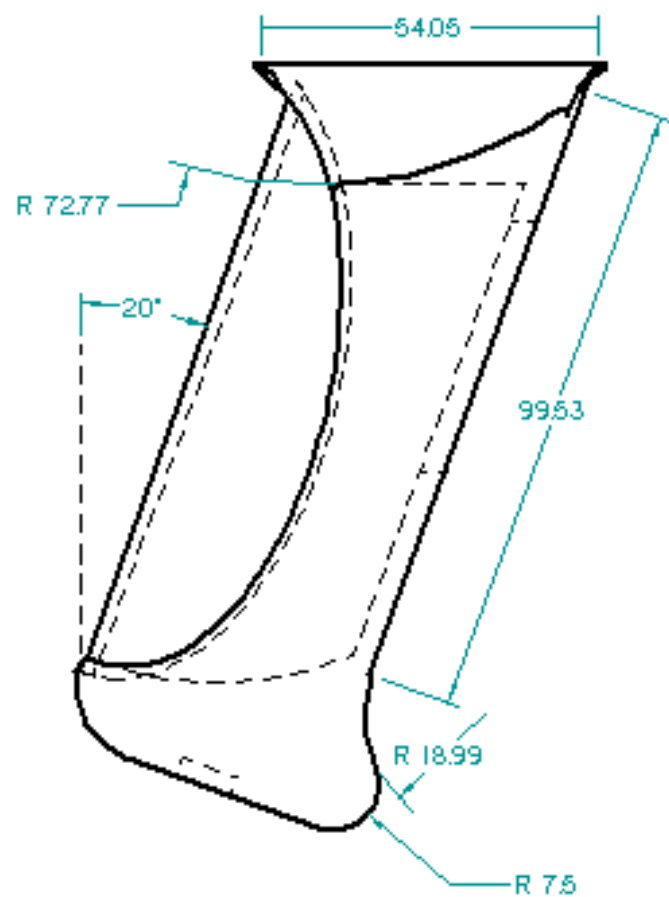
1:2

Elaborado por: Luis Fabian Robles Méndez	Cilindro neumático AEVU-40-24-A-P-A	Escala 1:1	Unidades en mm
	AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado	Material Aluminio	Plano 3 de 9
		Cantidad: 1	16/05/2006

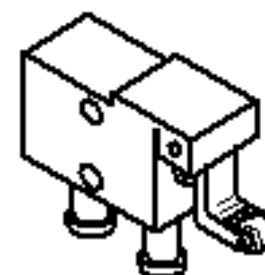
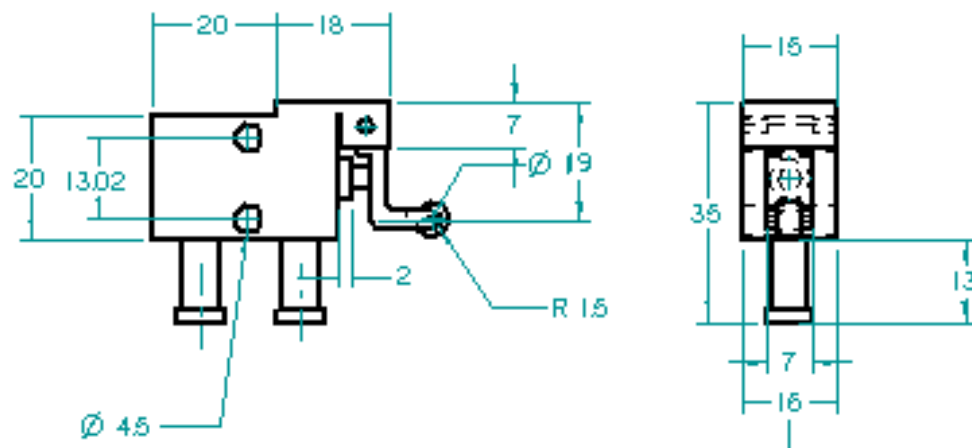


1:2,50

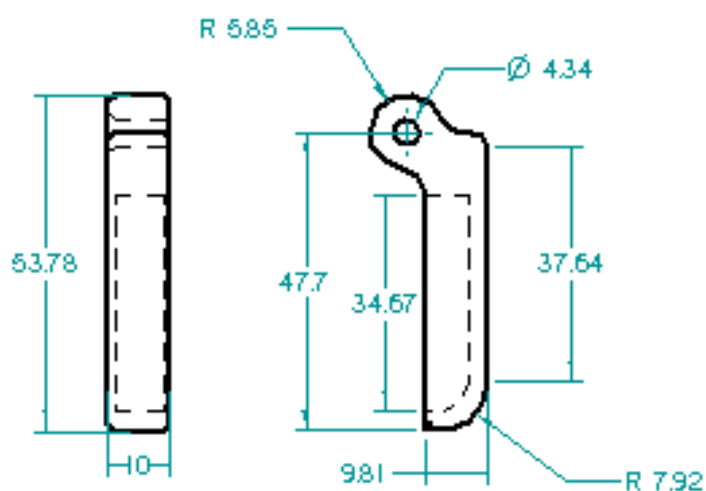
Elaborado por: Luis Fabian Robles Méndez	Base	Escala 1:1	Unidades en mm
	AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado	Material acero inoxidable 304	Plano 5 de 9
		Cantidad: 1	16/05/2006



Elaborado por: Luis Fabian Robles Méndez	Mango	Escala 1:1	Unidades en mm
	AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado	Material Aluminio	Plano 6 de 9
		Cantidad: 1	16/05/2006



1:1

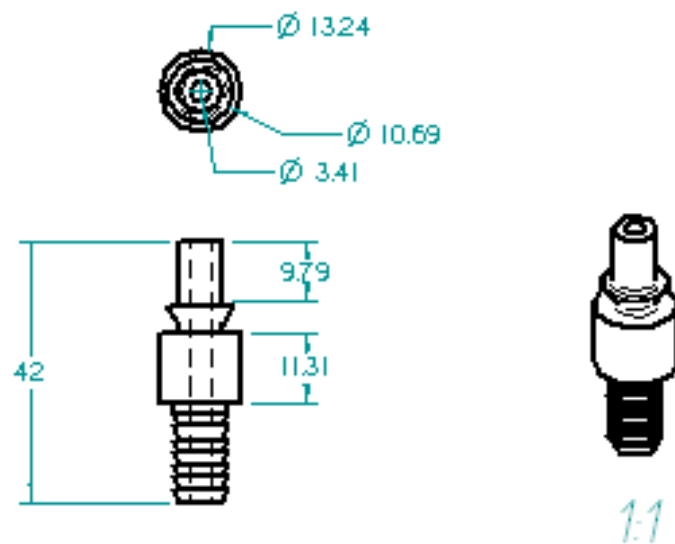


1:1

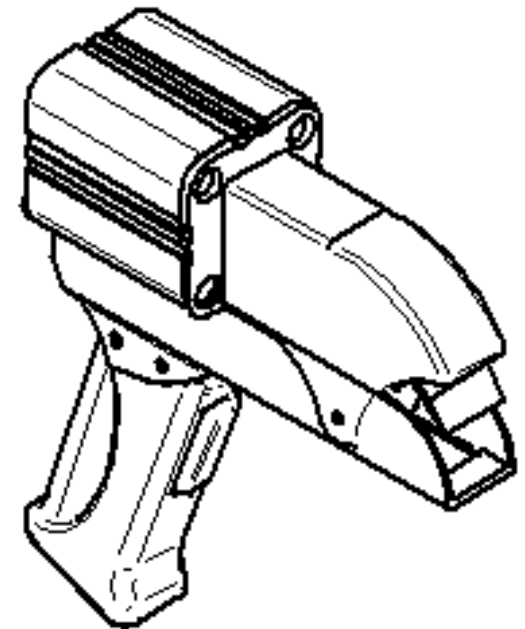
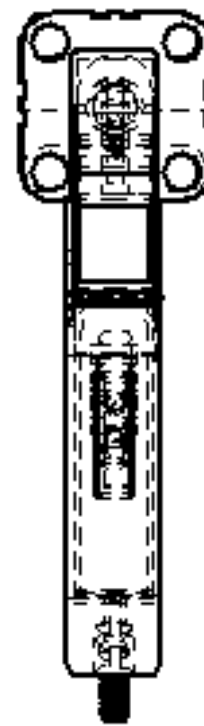
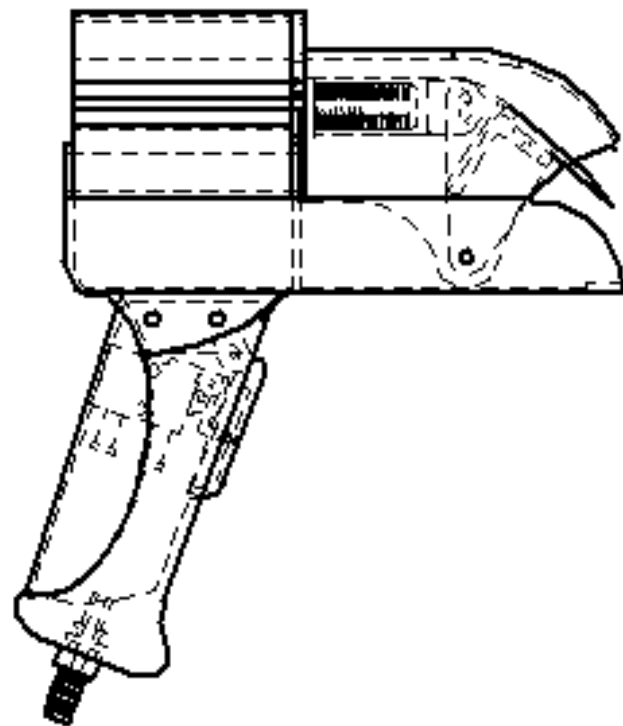
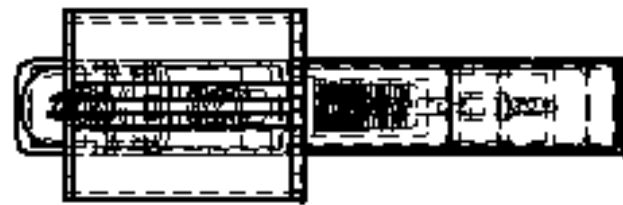
Escala 1:1	Unidades en mm
Material	Plano 7 de 9
Cantidad: 1 / 1	16/05/2006

Elaborado por:  
Luis Fabian Robles Méndez

Valvula FESTO R3- M5 y Gatillo  
AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado



Elaborado por: Luis Fabian Robles Méndez	Conexión al compresor	Escala 1:1	Unidades en mm
		Material Aluminio	Plano 8 de 9
	AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado	Cantidad:1	16/05/2006

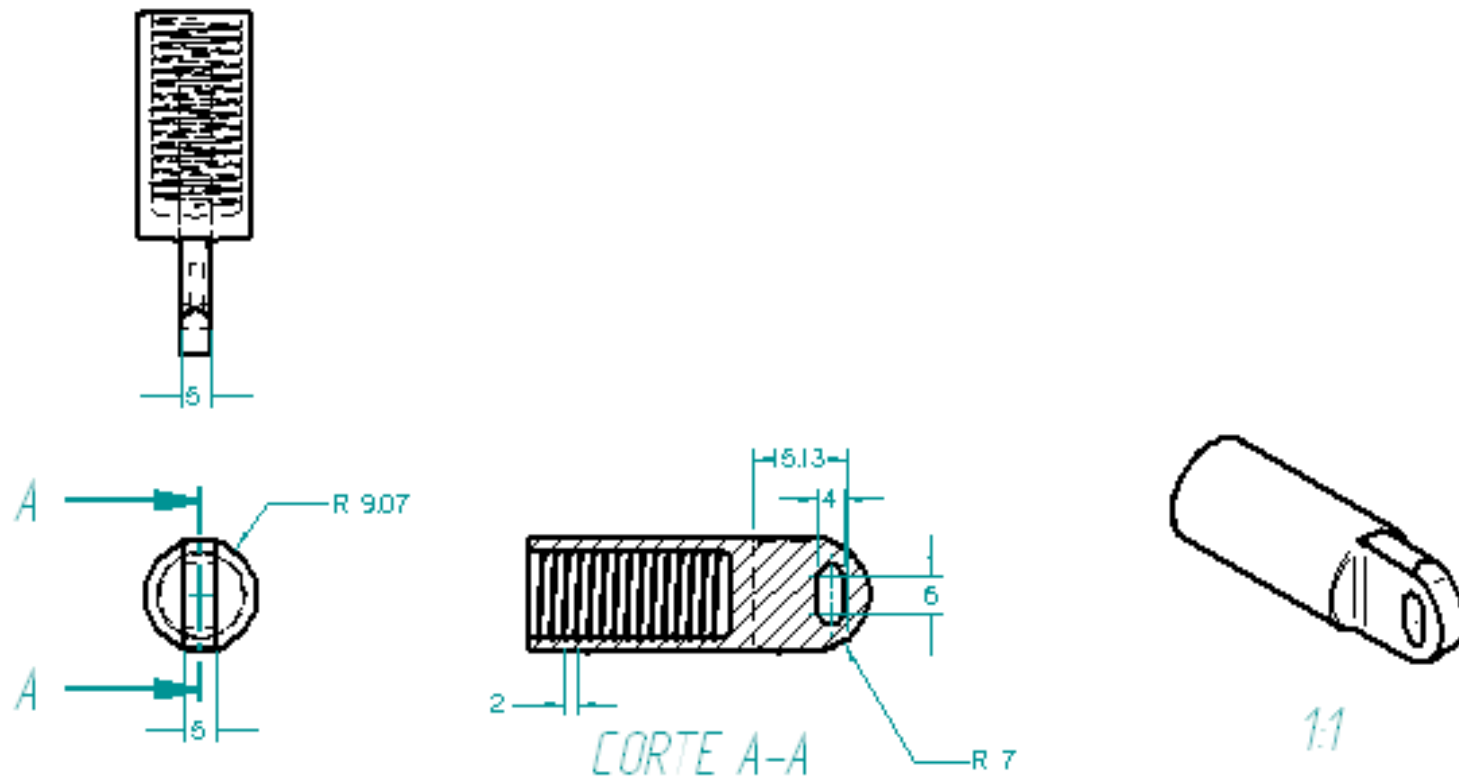


Escala 1:2	Unidades en m m
Materia	Plano 9 de 9
Cantidad:	16/05/2006

Elaborado por:  
Luis Fabian Robles Méndez

Vista de conjunto

AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado



Escala 1:1	Unidades en mm
Materia acero inoxidable 304	Plano 4 de 9
Cantidad: 1	16/05/2006

Elaborado por:  
Luis Fabian Robles Méndez

Acople vástago - portacuchilla

AVICA: Cortadora neumática para dedos de caucho vulcanizado