



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN PROCESO SEMI-AUTOMATIZADO PARA LA OBTENCIÓN  
DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA CONCHA DEL COCO**

Tutor:

Prof.: Napoleón González

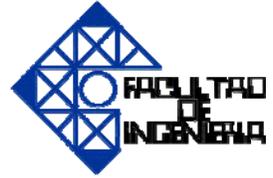
SÁNCHEZ JONNATHAN

VALLES EDGAR

VALENCIA, MARZO del 2008



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN PROCESO SEMI-AUTOMATIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE  
CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA CONCHA DEL COCO**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para  
optar al título de Ingeniero Mecánico.

SÁNCHEZ JONNATHAN  
VALLES EDGAR

VALENCIA, MARZO del 2008

UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SOLICITUD DE APROBACIÓN DE TEMA Y PROFESOR GUÍA

Ciudadano  
Prof.  
Jefe del Departamento de  
Presente.-

Valencia, 12 de Diciembre 2006

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 10 del "Reglamento de Trabajo Especial de Grado", me (nos) dirijo (dirigimos) a Ud. con la finalidad de solicitar la aprobación del Departamento, para la realización del Trabajo Especial de Grado titulado: DISEÑO DE UN PROCESO AUTOMATIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO, A PARTIR DE LA CONCHA DE COCO y el nombramiento del profesor guía correspondiente.

Para su información y fines consiguientes, me (nos) permito (permitimos) incluir en hoja aparte, el planteamiento del problema, objetivos a desarrollar, limitaciones, delimitación y/o alcances, justificación, revisión de antecedentes y plan de trabajo a cumplir, debidamente firmada por mi (nosotros).

Atentamente,

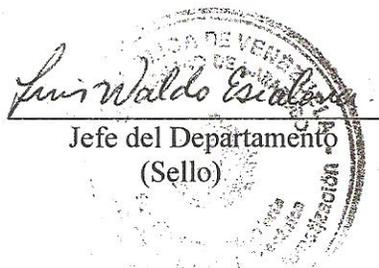


Br. Valles Edgar  
C.I. 15.454.763



Br. Sánchez Jonnathan  
C.I. 16.595.301

La solicitud que antecede fue sometida a consideración de este Departamento y aprobada con fecha 08-12-2006, designándose como Profesor-guía al profesor: Napoleón Gonzalez



Luis Waldo Escalona  
Jefe del Departamento  
(Sello)



Profesor-Guía

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi padre, Dios por su gran amor.

A Nora, mi padre y madre, base y ejemplo para mi vida.

A mis hermanos, Isleidis, Ronald y Norelbys.

A mis sobrinos, Luis José y Jhoalbert.

A mi esposa Jhoenmy.

A los Profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en especial al profesor Napoleón González, por su desinteresada colaboración.

A la Universidad de Carabobo, que despertó en mi, un mecanismo de Inquietudes.

**Jonnathan Sánchez**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme dado vida, salud y fuerzas para seguir adelante día a día en mi carrera, y permitirme alcanzar con éxito ésta meta.

A mis padres por darme apoyo, cariño, y los valores necesarios para alcanzar las metas planteadas, y por estar siempre a mi lado en todo momento.

A mi Alma Mater, por haberme dado todos los conocimientos que ahora poseo.

A mi tutor académico Napoleón González por su orientación a lo largo de nuestra tesis.

A mis profesores, que me inculcaron que la victoria es la recompensa a nuestra constancia.

A mi familia y amigos por haberme brindado apoyo a lo largo de éste proyecto.

**Edgar Valles**

Tutor: Prof. Napoleón González  
Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
[Ejv025@hotmail.com](mailto:Ejv025@hotmail.com)  
[Jasanchez11@gmail.com](mailto:Jasanchez11@gmail.com)

## RESUMEN

En Venezuela el 100 % del carbón activado que se utiliza en la industria es de importación. Por tal razón en este trabajo de grado se presenta un proyecto semi-automatizado para la obtención del carbón activado a partir de la concha del coco, en donde se incluye una breve descripción de la palma de coco, una planta que fue en el pasado importante para el desarrollo humano en zonas tropicales, siendo ahora considerada como posible contribuyente a la solución del problema ambiental actual, está demostrado que la cáscara del coco es una de las mejores materias primas para la preparación del carbón activado, ya que este es un material absorbente de gran valor desde el punto de vista científico y por sus aplicaciones, las cuales involucran mayormente procesos de protección ambiental y el diseño teórico de una unidad piloto. Esta unidad tiene como base el diseño de una máquina semi-automatizada para desfibrar coco, dando un aporte de innovación tecnológica, debido al gran trabajo relacionado con los procedimientos y labores post-cosecha del coco. Con este sistema se mejoró el aumento de la productividad en un 25%, la seguridad laboral y la dignificación del trabajo humano. Este diseño propuesto utiliza materiales fabricados en el país, con costo accesibles.

Así mismo como parte de una segunda etapa de esta unidad piloto se cuenta con la selección del molino, el horno rotatorio y las roscas helicoidales, para la producción de carbón activado con fines de aumentar la producción debido a la gran demanda mundial, donde podrían ser convenientes estudios sobre posibles expansiones en la producción cocotera ya que en Venezuela existen grandes extensiones de sabanas aptas para algunas variedades de cocotero.

Este proyecto contó con un análisis de factibilidad económica donde se demuestra que el proyecto es rentable debido a que la inversión se recupera en menos de dos años con una tasa de rendimiento de 30%

## LISTADO DE VARIABLES

A	Área	m <sup>2</sup>
a	Aceleración de la gravedad	m <sup>2</sup> /s
C	Constante de unión de pernos	Adimensional
d <sub>c</sub>	Carrera	mm
d	Diámetro	m
E	Modulo de Elasticidad	Pa
F	Fuerza	N
F <sub>aplicada</sub>	Fuerza Aplicada	N
F <sub>cr</sub>	Fuerza Crítica	N
F <sub>i</sub>	Fuerza de Sujeción	N
F <sub>máx</sub>	Fuerza Máxima	N
F <sub>mín</sub>	Fuerza Mínima	N
F <sub>r</sub>	Fuerza de Roce	N
F <sub>x</sub>	Fuerza en el eje x	N
g	Aceleración de la gravedad	m <sup>2</sup> /s
h	Espesor de la Soldadura	pulg
I	Inercia	m <sup>4</sup>
I <sub>u</sub>	Inercia Unitaria	m <sup>4</sup>
K	Radio de Giro	mm
K <sub>a_superficie</sub>	Factor de Superficie	Adimensional
K <sub>b</sub>	Rigidez de la Junta	Adimensional
K <sub>carga</sub>	Factor de Carga	Adimensional
K <sub>concentrador_de_esfuerzo</sub>	Factor de Concentrador de E.	Adimensional
K <sub>E_Corrosion_por_apriete</sub>	Factor de corrosión por apriete	Adimensional
L	Longitud	m
L <sub>e</sub>	Longitud Efectiva	m
M	Momento	Nm
m	Masa	kg

N	Factor de Seguridad	Adimensional
N	Normal	N
P	Peso	N
Q	Consumo de Aire	l/ciclo
q	Consumo de Aire	l/cm
R	Reacción	N
$S_p$	Resistencia Límite a la tensión	Pa
$S_u$	Esfuerzo de Ruptura	Pa
$S_y$	Esfuerzo de Fluencia	Pa
$T_{est}$	Tiempo de Estabilidad	s
$T_{ciclo}$	Tiempo de Ciclo de producción	(s/coco)
$T_j$	Tiempo de la Jornada	(s)
V	Volumen	m <sup>3</sup>
$V_c$	Fuerza de Corte	N
v	Velocidad	m/s
$v_f$	Velocidad Final	m/s
$v_o$	Velocidad Inicial	m/s
W	Ancho	m
X	C.A. por día	Kg
Y	C.A. por coco	Kg
$Y_{máx}$	Deformación Máxima	mm
y	Coordenada, deflexión	mm
Z	Elevación	m
$\mu$	Constante de Roce	Adimensional
$\sigma$	Esfuerzo Normal	Pa
$\tau$	Esfuerzo Cortante	Pa
$\theta$	Ángulo	°

## INDICE GENERAL

	Pag.-
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1-Planteamiento del Problema.....	3
1.2-Objetivo General.....	6
1.3-Objetivos Específicos.....	6
1.4-Justificación.....	6
1.5-Limitación.....	7
1.6-Delimitación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2-El Coco.....	10
2.3-Partes del Coco.....	11
2.3.1-Concha, Epicarpio o Epidermis.....	11
2.3.2-Capa Fibrosa, Mesocarpio o Mesocarpo.....	12
2.3.3-Membrana Fibrilar.....	13
2.3.4-Cáscara, Endocarpio o Endocarpo.....	14
2.3.5-Membrana Cascaral.....	15
2.3.6-Pulpa, Albumen o Carne del Coco.....	16
2.3.7-Copra.....	17
2.4-Formas de Recolección del Fruto.....	18
2.5-Coco Avellanado.....	18
2.6-Patios de Secado.....	19
2.7-Descripción del Proceso actual de Desfibrado en Venezuela.....	19
2.8-Decoprado o Decopración.....	23
2.9-Proceso de Secado de la Pulpa.....	23
2.9.1-Calentamiento por Radiación Solar.....	24
2.9.2-Calentamiento por Convección.....	24
2.10-Carbón Activado.....	25
2.11-Carbón Activado a partir de la Cáscara del Coco.....	26

2.12-Tipos de Carbones Activados.....	28
2.13-Aplicaciones de Carbón Activado.....	29
CAPÍTULO III.....	31
3.1-Nivel de la Investigación.....	31
3.2-Diseño de la Investigación.....	31
CAPÍTULO IV.....	34
4.1-Descripción del Proceso para la Obtención de Carbón Activado.....	34
4.2-Selección de los Cocos por Mallas.....	35
4.2.1-Malla No 1.....	35
4.2.2- Malla No 2.....	36
4.3-Desarrollo de la Solución.....	38
4.3.1-Cálculo de la Cantidad de Frutas.....	38
4.3.2-Tiempo del Ciclo de Producción.....	39
4.4-Selección y Justificación de la Tecnología más apropiada.....	41
4.5-Necesidades de Control.....	42
4.5.1-Etapa No 1.....	42
4.5.2-Etapa No 2.....	44
4.5.3-Etapa No 3.....	46
4.6-Descripción detalla de cómo funciona el Sistema.....	46
4.7-Selección de los Elemento de Control.....	50
4.7.1-Cilindro No 1.....	50
4.7.2-Cilindro No 2.....	54
4.7.3-Cilindro No 3.....	57
4.7.4-Cilindro No 4.....	61
4.7.5-Cilindro No 5.....	63
4.7.6-Cilindro No 6.....	65
4.8-Accesorios necesarios para los actuadores seleccionados.....	67
4.9-Otros Elementos Seleccionados.....	70
4.10-Esquema del Programa que controlará el Sistema.....	71
4.11-Diseño del Sistema de Desfibrado.....	78
4.11.1-Ducto de Entrada de los Cocos.....	78

4.11.2-Cuchillas de Desfibrado.....	83
4.12-Diseño de las Juntas Soldadas.....	89
4.12.1-Juntas a la barra del Cilindro Desfibrador.....	90
4.13-Diseño y Selección de las Uniones Atornilladas.....	95
4.14-Juntas Atornilladas a la lámina de la barra del Cilindro Desfibrador.....	95
4.15-Proceso de Obtención del Carbón Activado. Segunda Etapa.....	96
4.15.1-Secado Forzado.....	97
4.15.2-El Proceso de Molienda.....	97
4.15.3-Transporte de la Concha Molina.....	99
4.15.4-Tratamiento Térmico del Material.....	99
4.15.5-Transporte del Carbón Activado –Granular o en Polvo-.....	102
CAPÍTULO V.....	103
5.1-Estimación de los Flujos Monetarios.....	103
5.2-Capital Fijo.....	103
5.2.1-Activos Fijos Tangibles.....	104
5.2.1.1-Requerimientos de Maquinaria y Equipos.....	104
5.2.1.2-Accesorios.....	105
5.2.2-Activos Fijos Intangibles.....	106
5.2.2.1-Estudios y Proyectos de Ingeniería.....	107
5.2.2.2-Imprevistos.....	107
5.3-Capital de Trabajo.....	109
5.3.1-Costos por Inventarios de Repuestos y Materiales.....	109
5.3.2-Costos por Inventarios de Materia Prima.....	109
5.3.3-Costos pro Inventarios de Producto Terminado.....	111
5.4-Costos Operacionales.....	113
5.4.1-Costos Operaciones Directos.....	114
5.4.1.1-Costos Operacionales por Servicios Básicos.....	114
5.4.1.2-Costos Operacionales por Repuestos y Mantenimiento.....	115
5.4.1.3-Costos Operacionales por Materia Prima.....	116
5.4.2-Costos Operaciones Indirectos.....	117
5.5-Valor Residual.....	118

5.6-Ingresos Brutos.....	118
5.6.1-Aumento de la Producción.....	119
5.7-Depreciación.....	120
5.8-Amortización de los Activos Fijos Intangibles.....	121
5.9-Impuestos sobre la Renta.....	122
5.10- Determinación del Flujo Monetario Neto.....	124
5.11-Determinación de la Rentabilidad de Proyecto.....	125
5.11.1-Valor Residual.....	126
5.11.2-Tasa Interna de Retorno.....	126
5.11.3 –Tiempo de Pago.....	127
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	130
BIBLIOGRAFÍA.....	132
ANEXOS.....	135

## INDICE DE FIGURA

	Pag.-
Figura No 2.1-La Palma del Coco.....	10
Figura No 2.2-Epicarpio del Coco.....	12
Figura No 2.3-Mesocarpio como relleno de asientos de automóviles.....	13
Figura No 2.4-Endocarpio para Carbón Activado.....	15
Figura No 2.5-Pulpa y Agua de Coco.....	17
Figura No 2.6-Aceite de Coco.....	18
Figura No 2.7-Tipos de Carbones Activados.....	28
Figura No 4.1-Descartar Cocos de gran tamaño.....	36
Figura No 4.2-Descartar Cocos pequeños.....	37
Figura No 4.3-Cocos Provenientes de la Tolva.....	43
Figura No 4.4-Cocos Empujados por el Cilindro Neumático.....	44

Figura No 4.5-Secuencia de la compresión del Coco.....	45
Figura No 4.6. Ubicación de los Sensores.....	45
Figura No 4.7-Secuencia del Desfibrado del Coco.....	46
Figura No 4.8-Cocos cayendo sobre la banda transportadora.....	47
Figura No 4.9-Compuerta de Entrada de los Cocos a la zona de compresión.....	48
Figura No 4.10-Secuencia de la expulsión de la fibra.....	50
Figura No 4.11-Diagrama de fuerza en el ducto de entrada.....	51
Figura No 4.12-Diagrama de fuerza para la compuerta de entrada.....	54
Figura No 4.13-Diagrama de fuerza de la compuerta de salida.....	58
Figura No 4.14-Diagrama de fuerza de la compresión.....	61
Figura No 4.15- Diagrama de fuerza del desfibrado del coco.....	63
Figura No 4.16-Diagrama de fuerza de la expulsión de la fibra.....	65
Figura No 4.17-Cocos en el ducto de entrada.....	78
Figura No 4.18-Carga aplicada a la lámina inferior del ducto.....	80
Figura No 4.19-Cuchillas de Desfibrado del coco.....	83
Figura No 4.20- Lámina de soporte principal penetrando al coco.....	84
Figura No 4.21-Desfibrado del coco por medio de las láminas inclinadas.....	85
Figura No 4.22-Lámina de soporte principal sometida a carga.....	86
Figura No 4.23-Fuerza aplicada sobre la barra del cilindro desfibrador.....	91
Figura No 4.24-Representación equivalente.....	92
Figura No 4.25-Forma de la Soldadura.....	92
Figura No 4.26-Molino de Impacto tipo MIS.....	98
Figura No 4.27-Horno Rotatorio.....	101
Figura No 4.28-Modelo 3D del Horno Rotatorio.....	101
Figura No A.2.1-Tensiones en la barra de las cuchillas.....	158
Figura No A.2.2-Desplazamientos en la barra de las cuchillas.....	158
Figura No A.2.3-Deformación en la barra de las cuchillas.....	159
Figura No A.2.4-Verificación del diseño en la barra de las cuchillas.....	159
Figura No A.2.5-Tensiones en el ducto de entrada.....	162
Figura No A.2.6-Desplazamientos en el ducto de entrada.....	162
Figura No A.2.7-Deformación en el ducto de entrada.....	163

Figura No A.2.8-Verificación en el ducto de entrada.....	163
Figura No A.3.1-Diagrama del consumo de aire.....	166
Figura No A.3.2-Diagrama de Presión Fuerza.....	167
Figura No A.3.3-Gráfica de Velocidad del Embolo.....	168
Figura No A.3.4-Gráfica fuerza vs deformación.....	171

## INDICE DE TABLA

Tabla No 2.1-Consumo de carbón activado anual por persona.....	26
Tabla No 4.1- Tamaño de los agujeros de la malla No 1.....	36
Tabla No 4.2- Tamaño de los agujeros de la malla No 2.....	37
Tabla No 4.3- Accesorios para los actuadores.....	67
Tabla No 4.4- Otros elementos seleccionados.....	70
Tabla No 4.5- Elementos seleccionados de marca opto 22.....	70
Tabla No 4.6- Descripción de las funciones de cada carta.....	71
Tabla No 4.7- Molino de Impacto.....	98
Tabla No 4.8- Características de la Rosca Transportadora.....	99
Tabla No 4.9- Características de la Rosca Transportadora.....	102
Tabla No 5.1- Lista de Precios de los equipos seleccionados.....	104
Tabla No 5.2- Total de los activos fijos tangibles.....	106
Tabla No 5.3- Total de activos fijos intangibles.....	108
Tabla No 5.4- Total del Capital Fijo.....	108
Tabla No 5.5-Costos por inventarios de materia prima.....	110
Tabla No 5.6-Costos por inventarios de materia prima.....	111
Tabla No 5.7- Capital de trabajo por año.....	112
Tabla No 5.8- Costos de la inversión inicial.....	113
Tabla No 5.9- Consumo de electricidad por equipo.....	114
Tabla No 5.10- Costos por servicios básicos.....	115

Tabla No 5.11-Costos operacionales por materia prima.....	116
Tabla No 5.12- Total de costos operacionales.....	117
Tabla No 5.13- Ingresos Brutos.....	119
Tabla No 5.14- Depreciación por cada año.....	120
Tabla No 5.15- Amortización de los activos intangibles por año.....	122
Tabla No 5.16- Ingresos netos gravables.....	123
Tabla No 5.17- Tarifas del impuesto sobre la renta.....	123
Tabla No 5.18- Impuesto sobre la renta.....	124
Tabla No 5.19- Flujos monetarios netos.....	125
Tabla No A.3-1. Resultados de los Ensayos.....	172
Tabla No A.3-1. Resultados de los Ensayos.....	172
Tabla No A.5-1. Factor de Seguridad.....	206
Tabla No A.5-2. Configuración de la Soldadura.....	207

## INTRODUCCIÓN

El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna.

El carbón activado es un adsorbente muy versátil ya que el tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología actual y futuras. Los carbones activados comerciales son preparados a partir de materiales precursores con un alto contenido en carbono, especialmente, materiales orgánicos como, madera, huesos, cáscaras de semillas de frutos, como también, carbón mineral, breas, turba y coque. La elección del precursor es fundamentalmente una función de su disponibilidad, precio y pureza, pero el proceso de fabricación y la posible aplicación del producto final deben ser igualmente tomados en cuenta. Los carbones activados tienen un alto costo que van desde los 120 Bs.f./ft<sup>3</sup> hasta los 200 Bs.f./ft<sup>3</sup>

El interés por este tipo de material se basa en algunas de sus propiedades: estabilidad térmica, resistencia al ataque ácido, carácter esencialmente hidrófobo -repelente al agua-, bajo costo relativo, estructura porosa. Por tal razón, en los últimos años ha aumentado considerablemente el número de investigaciones en lo que concierne a su síntesis, y a sus diversas aplicaciones, como en la separación de gases y en la industria en general.

En el presente trabajo de grado se propone el diseño de un sistema semi-automatizado para la obtención de carbón activado a partir de la concha del coco. El trabajo está dividido en cinco capítulos para facilitar la comprensión de la información presentada a los lectores.

En el primer capítulo se analizó la situación problemática con sus respectivas delimitaciones y alcances del tema, y se exponen los objetivos a alcanzar durante el estudio.

En el segundo capítulo se encuentra la información teórica que permite abordar el tema con mayor facilidad, como son las bases teóricas de la investigación.

Un tercer capítulo donde se presenta el diseño de la investigación que desglosa las estrategias que el investigador adopta para generar la información exacta e interpretable; los pasos de estudios que permitirán alcanzar los objetivos y los métodos utilizados para la obtención de los resultados.

Un cuarto capítulo donde se llevan a cabo los estudios para obtener los resultados, análisis y discusiones del diseño y la automatización de proyecto.

Un último capítulo se muestra la factibilidad económica, de tal manera estudiar la rentabilidad del proyecto. Para finalizar se presentan las conclusiones alcanzadas y las recomendaciones hechas para ser consideradas en estudios posteriores.



---

---

**CAPITULO I**  
**EL PROBLEMA**

**1.1. Planteamiento del Problema.**

Unos de los primeros y más importantes descubrimientos del ser humano fue el cultivo y cosecha de especies vegetales. Entre estas, la palma de coco, que ha sido de gran importancia para el desarrollo humano en zonas tropicales; Así como en ciertos países árabes la riqueza se medía por el número de camellos que poseía la persona, en otras antiguas civilizaciones del trópico, como en las islas de Ceilán y Filipinas, la riqueza se medía por el número de cocoteros que estos poseían.

El mundo actual atraviesa una etapa de deterioro del medio ambiente. La pureza del aire y del agua se ve en peligro por emisiones indeseables, causadas por el incontrolable crecimiento de la población humana, los desarrollos industriales y de medios de comunicación que están acompañando dicho crecimiento.

Se ha llegado al punto en la cual recursos naturales que antes se consideraban renovables ahora ya no lo son, tal es el caso del agua y los árboles, que debido a la mala utilización y una tala indiscriminada se ha provocado que cada vez sean menos los lugares donde se pueda contar con estos recursos. Es por este motivo que diversos organismos preocupados por los daños que hasta ahora han sido causados al medio ambiente, se han dado a la tarea de buscar formas de detenerlos, sustituyendo algunas materias primas para la fabricación de diversos productos, siendo uno de los métodos más utilizados. Tal es el caso de la caña de azúcar y la concha de coco, los cuales fueron evaluados como dos de los posibles



sustitutos, tanto para el plomo en los combustibles como para la madera en la fabricación de carbón activado.

En Venezuela actualmente se está empezando a usar Etanol, proveniente de la caña de azúcar como sustituto del plomo en la gasolina, parte de este producto es importado y otra es producido en el país. Con el carbón activado no sucede lo mismo, ya que no existe ninguna empresa dedicada a su producción, lo que hace necesario que todo el producto requerido tenga que ser importado, ocasionando el aumento de los costos asociados a su utilización. El consumo per capita del carbón activado es de 0,5 kg en países desarrollados y de 0,3-0,2 kg en Venezuela, lo que da una idea de lo importante que es este producto en la actualidad.

El carbón activado es un tipo de carbón especial que se emplea en la purificación de líquidos y gases, haciendo uso de su enorme poder adsorbente. Entre sus múltiples aplicaciones están:

- Purificación del agua (Remoción de impurezas que le dan color, olor y sabor al agua)
- Usos médicos (Tratamiento de intoxicaciones agudas, llagas, quemaduras y heridas)
- Refinación y decoloración de azúcares.
- Colorante y decolorante de licores y vinagres.
- Recuperación de solventes.
- Recuperación de material radioactivo.
- Filtros de cigarrillos.
- Respiradores de cartuchos (Máscaras anti-gas para la separación de gases)
- Eliminación de olores en lugares cerrados (cocinas, bodegas, refrigeradores, etc.)



- Control de emisiones de automóviles.
- Tratamientos terciarios de aguas residuales.
- Minería del oro (Sustituyendo al contaminante mercurio)
- Catalizadores o soportes de los mismos.

La cáscara de la nuez del coco, subproducto de la producción de la copra, ha sido desde hace algunos años una materia prima ideal para la fabricación de carbón activado en su forma granulada, que es la forma mas útil para muchas aplicaciones, debido a su alta resistencia mecánica y bajo contenido de impurezas.

El coco es económico por ser un producto agroindustrial y con su concha se produce un carbón activado con características insuperables por otras materias primas más costosas, y sus importantes propiedades pueden alcanzarse con otros recursos como son la madera y el carbón mineral, solo si se emplean procedimientos especiales que aumenten los costos de producción. Es posible obtener dos tipos de carbones activados de la nuez del coco; sometiendo su cáscara a una temperatura de 800 °C en presencia de vapor de agua se obtiene un carbón apropiado para la separación de gases, o a temperaturas de 450 °C usando aditivos químicos apropiado para aplicaciones en fase líquida.

Finalmente, se puede llegar a la conclusión de que una planta descubierta por el hombre para la alimentación, podría ahora ser útil para otro fin, como es el mejoramiento del medio ambiente. Es por este motivo que se propuso diseñar un sistema semi-automatizado para la obtención de carbón activado a partir de la concha de coco, que sea sencillo, económico y eficiente.



## 1.2. Objetivo General.

Diseñar un proceso semi-automatizado para la obtención carbón activado a partir de la concha del coco.

## 1.3. Objetivos Específicos.

- Diseñar un dispositivo automatizado para separar la fibra de la concha del coco.
- Seleccionar los dispositivos necesarios para transporte de la materia prima.
- Seleccionar el horno en función de la capacidad calorífica y el volumen a procesar.
- Seleccionar los dispositivos necesarios para llevar a cabo la producción del carbón activado en su forma granular y en polvo.
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto.

## 1.4. Justificación.

Se considera que este trabajo de investigación es de gran importancia si es analizado desde dos puntos de vista. En primer lugar, debido al auge que ha venido tomando el carbón activado, podrían hacerse estudios sobre posibles expansiones en la producción cocotera que den respuesta a la demanda venezolana de este producto, y a su vez proporcionaría un aporte para el desarrollo de la agroindustria en Venezuela, sin descartar la posibilidad de producir con fines de exportación, para satisfacer una parte de la demanda mundial. Por otra parte, debido a la gran variedad de aplicaciones que tiene el carbón activado en cuanto a



---

la purificación de líquidos y gases, se le estaría dando una contribución a la conservación del ambiente.

### **1.5. Limitación.**

En cuanto a la producción de carbón activado proveniente de la concha del coco, es poca la información que se puede obtener mediante diferentes vías de investigación bibliográfica o de campo, y más aún cuando nos referimos a Venezuela, lugar donde niquiera existe producción del mismo, lo que representa un obstáculo a la hora de establecer un punto de referencia.

### **1.6. Delimitación.**

Este proyecto estará limitado solamente al diseño del sistema automatizado, lo que incluye : cálculos necesarios para la selección de los componentes y elementos mecánicos que componen dicho proceso, selección de los materiales adecuados a ser usados en cada etapa del proceso, así como también los instrumentos de control requeridos.

También se seleccionarán los equipos necesarios para el montaje de las líneas de producción del carbón activado granular y en polvo. No se tomarán en cuenta los siguientes aspectos: localización en planta, acondicionamiento de ambiente, procedencia de la materia prima, ni su construcción.



---

---

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes.

A continuación se presenta el resumen de varios trabajos de investigación, para la cual se mencionan algunos aspectos que contribuyeron en el presente trabajo especial de grado:

2.1.1-LAINE, Jorge (1998): “La Caña de Azúcar y la Palma de coco”, Revista Ciencia y Tecnología, Departamento de Química, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas –IVIC- Este ensayo trata sobre dos plantas que fueron en el paso importante para el desarrollo humano en zonas tropicales: la caña de azúcar y la palma de coco, siendo ahora consideradas como posibles contribuyentes para la solución del problema ambiental actual. La caña de azúcar puede ser un planta precursora de la obtención de combustibles reciclables para corregir a largo plazo el efecto invernadero que ocurre a nivel global. En cuanto a la palma de coco, está demostrado que la cáscara de la nuez del coco es una de las mejores materias primas para la preparación de carbón activado, un material absorbente que un gran auge tanto desde un punto de vista científico como de sus aplicaciones, las cuales involucran mayormente procesos de protección ambiental.

2.1.2. BLANCO, Carlos (1981) “Diseño de una máquina desfibradora de coco” Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Mecánica. El presente trabajo tiene como objetivo, el diseñar una máquina, que efectúe una determinada operación en una fruta denominada coco y el cual proviene de uno de estos árboles, cuyo nombre común es el cocotero o palma de coco; esta palma se encuentra cultivada en un 80% de la región costera del país, observándose varias especies pero de la misma familia.



2.1.3. RODRIGUEZ, Muñoz (1984) “Diseño de un proceso mecanizado para separar la pulpa de coco de su cáscara” Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Mecánica. Debemos tomar en cuenta, que lo primordial para un país en vías de desarrollo, es crear su propia tecnología, y el propio aprovechamiento de sus recursos naturales, tanto renovable como no renovable. Si este desarrollo de la tecnología es encaminado en primer lugar hacia la agricultura, se hará dado un gran paso para lograr su independencia tecnológica de los países industrializados. En la actualidad la industria que se encarga específicamente de la extracción de la pulpa del coco, utiliza métodos primitivos, pues la extracción y el secado de la pulpa es completamente manual. El presente trabajo pretende contribuir con su granito de arena en el desarrollo agrícola del país.

2.1.4. ONOFRIO, Felipe (1982) “Procedimiento y labores para el procesamiento post-cosecha del coco (Cocos nucifera)” Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. El objetivo principal de la investigación es estudiar los procesamientos post-cosecha del coco, obtener los parámetros de un coco, utilizando para ello métodos estadísticos, apoyado en máquinas y herramientas existentes en el laboratorio, como también tecnología, como la mecanización, para mejorar el gran déficit de mano de obra.

2.1.5. DONACIANO Luna, GONZÁLEZ Armando (2007) “Obtención de Carbón Activado a partir de la cascara de coco”, Universidad Autónoma Metropolitana, México. Este trabajo se presenta como parte de un proyecto Terminal, se presenta una breve descripción sobre el carbón activado, además de una propuesta del diseño teórico de una unidad piloto. Esta unidad tiene como base un horno rotatorio para la obtención de carbón activado, material que tiene un alto valor agregado, a partir de la cáscara del coco, materia prima de menor valor y que se posee en abundancia. La unidad piloto consta de tres partes: a) el molino b) el horno rotatorio y c) la cámara de enfriamiento.



## 2.2 El coco.

El árbol que da este fruto, el cocotero, se le considera la planta más preciada de las costas de todos los mares tropicales, debido a que satisface muchas de las exigencias de la vida en la zona donde este se encuentra; así por ejemplo, el tallo es de gran utilidad en la obtención de maderas óptimas para construcciones, muebles, para pilotes o ariques de las casas y para combustibles, por otra parte, es ahuecado para fabricar cubos, barriles para envasar aceite, tuba (jugo o bebida indígena, fermentada o no, obtenida de este mismo tallo), cañerías, etc. Las hojas se emplean en la elaboración de cestos, manares, techos de cabañas; sus nervios secundarios para la fabricación de escobas y su nervio principal para la elaboración de combustible.



**Figura No 2.1.** La Palma del coco.

**Fuente:** Fundación para el desarrollo de la ciencia y tecnología del Estado Falcón.

<http://www.fundacite-falcón.gob.ve/programa/redes/notacco3.htm>.

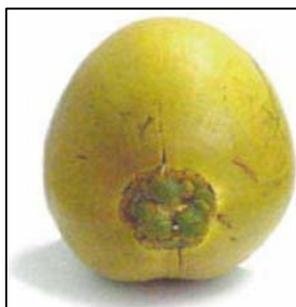


Por otra parte, las yemas terminales tiernas son comestibles y se conocen popularmente como palmito. El jugo extraído de la inflorescencia sirve para obtener azúcar, así como para preparar varios tipos de bebidas azucaradas.

### **2.3 Partes del Coco.**

#### **2.3.1 Concha, Epicarpio o Epidermis.**

Es la envoltura externa que recubre toda la fruta (Ver Figura No 2.2); es de textura lisa, cérea y está fielmente unida a la capa fibrosa o mesocarpio, siendo imposible la separación de ellas, su color no es constante, varía según la especie que sea y la edad que ésta posea; en algunas de estas especies varía desde un verde amarillento, el cual define el estado de verdor de la fruta, pasando por diferentes tonalidades de amarillo mostaza, los cuales definen los diferentes estados de madurez de la drupa, hasta llegar a obtener un marrón grisáceo, correspondiente al estado de vejez, o sea, cuando el coco está parcialmente seco. Por otra parte, este epicarpio es totalmente impermeable, lo que trae como consecuencia, la no posible penetración del agua al interior de la capa fibrosa, le da a la drupa la facultad de flotar perfectamente, sobre todo en las aguas marinas. Esta envoltura, posee, mientras la fruta esta adherida a la palma, un brillo bastante notable durante toda su vida, ya que al caer, el coco, comienza a morir.



**Figura No 2.2.** Epicarpio del coco.

**Fuente:** Programa Nacional de Frutas en el Salvador, Guía técnica del Cultivo de Coco.

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf)

### **2.3.2 Capa fibrosa, mesocarpio o mesocarpo.**

A continuación de la concha y hacia el interior de la fruta, se encuentra la capa fibrosa o mesocarpio; esta parte de la drupa, es la más espesa y está constituida por infinidad de hilos fibrosos, denominados fibras, las cuales son de una alta resistencia y se encuentran fuertemente unidas entre si, por medio de una especie de material vegetal, de aspecto carchoso y esponjoso, dándole así, una consistencia bastante sólida a dicha capa; el aferramiento de estas fibras se hace mayor a medida que estas se acercan a la nuez. Su porcentaje de humedad, principalmente depende, en primer lugar de la situación del cocotero respecto al mar, y en segundo lugar de la ubicación de las fibras respecto a la nuez. El color de este mesocarpo, varía desde un marrón claro hasta un marrón rojizo, según la especie de la cual se trate y del porcentaje de humedad que posea. La fibras están dispuestas de tal manera que siendo la nuez de sección transversal muy similar a un círculo, la sección transversal de la fruta es casi triangular, existiendo mayor acumulación de estas en la parte de los vértices o lóbulos. Estos hilos fibrosos se encuentran longitudinalmente dispuestos de adelante hacia atrás, siendo la parte delantera o anterior, más grande que la trasera o posterior, y por lo tanto, el



aferramiento de ellos es menor en la primera que en la segunda. Esta parte del coco se utiliza en la industria del mueble, colchones y asientos para automóviles (Ver Figura No 2.3), como rellenos, así como, en la elaboración de materos para helechos, en la fabricación de alfombras, mecate, cestas, canastos y en otra gran cantidad de artículos de espartería; también se puede utilizar en la fabricación de pólvora, papel, en el proceso de calefatear barcos y en la elaboración de paneles para las construcciones civiles.



**Figura No 2.3.** Mesocarpio como relleno de asientos para autos y colchones.

**Fuente:** Programa Nacional de Frutas en el Salvador, Guía técnica del Cultivo de Coco.

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf)

### 2.3.3 Membrana Fibrilar.

Se denomina membrana fibrilar, aquella que recubre totalmente a la cáscara de la nuez y que une fielmente a la capa fibrosa o mesocarpio con dicha cáscara o endocarpio, por lo tanto, se pone de manifiesto después del mesocarpio y hacia el interior de la drupa; esta es muy poco visible y su presencia se hace notar, por la dificultad que existe al tratar de separar los dos componentes de la fruta, antes mencionados; esta dificultad se acentúa más, cuando la separación es longitudinal, que cuando es transversal. Por otra parte, hay que hacer sobresaltar, el hecho de que la separación es más sencilla cuando se realiza de la parte anterior de la fruta



hacia la parte posterior, que cuando se efectúa en forma contraria, esto se debe, a que las fibras que, junto con la materia fibrilar forma la membrana fibrilar, nacen aferradas a la parte posterior de la nuez y se propagan, siempre, hacia la parte delantera de la drupa, pero fuertemente unida a dicha nuez.

#### **2.3.4 Cáscara, Endocarpio o Endocarpo.**

Es la parte del coco que posee mayor dureza; su forma es muy variada, pero generalmente es de sección transversal casi circular y de sección longitudinal casi elíptica; en realidad, es la envoltura externa de la nuez o semilla, recubriendo herméticamente la pulpa (o carne) y el líquido (en caso de que la tenga); exteriormente presenta tres costillas o valvas longitudinales más o menos salientes y en su parte anterior, posee tres hendiduras o poros germinativos, dos de los cuales son cedos, o sea, que solo uno de ellos es de fácil acceso y está formado en un 95% de pulpa (en las etapas de madurez y vejez de la drupa, ya que durante la etapa de verdor, la fruta se alimenta por intermedio de esta hendidura, que para el caso, es un agujero el cual solo comienza a cerrarse cuando la pulpa comienza a manifestarse), es por esta hendidura, que se lleva a cabo el proceso de germinación de la drupa y popularmente se conoce como “el ojo de agua”; las otras dos son celdas como ya se menciono, o sea, forman parte de la cáscara. La parte trasera o posterior es algo agudaza o puntiaguda y se manifiesta en este sitio un apiñamiento de una gran cantidad de fibras junto con la materia vegetal; esto trae como consecuencia una mayor compactibilidad y resistencia, y es por ello, como se especifico anteriormente, la parte posterior de la capa fibrosa es mas sólida y fuerte que la anterior. El color de la cáscara, por lo general, es marrón bastante oscuro, y su consistencia es algo leñosa. Industrialmente se puede utilizar en la fabricación de botones, como materia prima de relleno en la fabricación de cartón piedra, en la elaboración de vasijas, cucharas, cuentas, tazas de café, en la



obtención de un tipo de carbón que después de activado, constituye un excelente absorbente de gases y vapores (Ver Figura No 2.4)



**Figura No 2.4.** Endocarpio para carbón activado y artesanía.

**Fuente:** Programa Nacional de Frutas en el Salvador, Guía técnica del Cultivo de Coco.

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf)

### 2.3.5 Membrana Cascaral.

Entre la cáscara de la nuez o endocarpio y la pulpa, se hace notar un tegumento seminal, fina película o membrana sumamente delgada y apenas visible microscópicamente en un corte, que sirve como envoltura interna a dicha cáscara y externa a dicha pulpa; esta membrana denominada membrana cascaral, esta adherida a la pulpa, más que a la cáscara, debido a que se puede separar de la segunda pero no de la primera, por medios manuales; sin embargo, durante la etapa de verdor de la fruta, donde no posee la pulpa, sino la leche, esta membrana solo se encuentra adherida a la cáscara, y es sobre ella que la llamada leche del coco, comienza a depositarse, dando así origen a la pulpa o carne del coco; este aferramiento, entre dicha pulpa y la membrana cascaral, es tal, que cuando el coco gotea y pierde todo su líquido interno la pulpa desecada, denominada copra, se separa junto con la membrana de la cáscara, y entonces se dice que el coco esta avellanado. Por otra parte, esta membrana es de color marrón, bastante claro, es rica en células aceitosas; de allí que el procesamiento de la copra para la



obtención de aceite, no es de mucha importancia la separación de ellas, sin embargo, hoy en día, es un gran problema esta unión en las industrias alimenticias, para los procesos de enlatados, como por ejemplo, en el caso de la pulpa del coco rayada, ya que primero hay que separa la pulpa de dicha membrana, para luego preparar dicha pulpa en la forma antes mencionada.

### **2.3.6 Pulpa, Albumen o Carne del Coco.**

Es el componente de mayor cotización de todo el fruto, debido a que posee un alto porcentaje de células aceitosas. Su formación (dentro de la cáscara) se debe, a la continua segregación, primero sobre la membrana cascara y luego sobre la misma pulpa, de un líquido espeso y de aspecto lechoso denominado comúnmente “leche de coco”. Este fluido, que al iniciarse la etapa de madurez de la fruta es bastante espeso, se va segregando y desegregando continuamente, o sea, primero se deposita formando una capa muy fina, luego la capa compacta a medida que lo hace, rechaza la parte líquida y absorbe la parte espesa, así, al terminar la etapa de madurez, el fruto posee una pulpa con un espesor de 1cm a 2 cm, ocupando un 40% de la cavidad interna del fruto, y líquido o agua de coco; por lo tanto la pulpa durante su formación, es externamente dura, carnosa y grasosa, e internamente blanda y pastosa. Su color varía según su etapa de formación desde el blanco hasta un blanco un poco amarillento, pero siempre se mantiene algo brillante. La pulpa se encuentra compuesta por casi en 40% de aceite, un 43% de agua y un 17% de sustancias secas no oleaginosas (hidratos de carbono, proteínas etc.) y por lo tanto presenta un valor alimenticio indiscutible; es por ello su gran utilización en las grandes industrias alimenticias, así como, las pequeñas industrias de la repostería (Ver Figura No 2.5). Por otra parte, la pulpa sirve para nutrir al embrión, el cual está sumergido en su parte nutriente y, es de tamaño muy pequeño.



**Figura No 2.5.** Pulpa y agua del coco utilizados en las industrias.

**Fuente:** Programa Nacional de Frutas en el Salvador, Guía técnica del Cultivo de Coco.

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf)

### 2.3.7 Copra.

Al secar la pulpa por cualquiera de los procedimientos existentes, se transforma en lo que comúnmente se llama copra, la cual se vende a gran escala en el mundo entero y es la parte más procesada industrialmente del fruto, debido a su alto porcentaje de células aceitosas. Por lo tanto, siempre y cuando se haya efectuado el secado correctamente, este producto representa la manera más apropiada de conducir o transportar hacia los países consumidores. La calidad de una copra y su capacidad de buena conservación dependen inversamente del contenido de humedad. Estimándose un 6% como un valor adecuado. La copra contiene en general según su procedencia de un 65% a un 70% de aceite y, si se compara esta proporción con la indicada anteriormente, de la pulpa fresca, se ve que la diferencia entre los dos productos consiste únicamente en una disminución de agua cuando se pasa al estado de compra. De la copra se obtiene un aceite blanquecino que puede consumirse directamente o después de una sencilla desodorización. Si su obtención se realiza con prensas de alta potencia, su color es amarillo más o menos parduzco, a causa de la alta temperatura alcanzada. El punto de fusión de este aceite oscila generalmente entre los 23°C y 26°C. Su



densidad específica es de 0,925 a 15°C, su índice de saponificación es particularmente elevado, de 250 a 260, y su bajo porcentaje de iodo, es de 8 a 10. Por otra parte, resulta pues que el aceite de coco es de gran interés para la industria jabonera, a causa primordialmente de su contenido en ácido laurico, que da al jabón buenas propiedades espumantes. (Ver Figura No 2.6)



**Figura No 2.6.** Aceite del coco.

**Fuente:** Programa Nacional de Frutas en el Salvador, Guía técnica del Cultivo de Coco.

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacoco.pdf)

## 2.4 Formas De Recolección Del Fruto.

Se utilizan dos formas de recolectar el fruto, el método llamado por maneo y el de goteo. La recolección por maneo consiste en arrancar el fruto de las planta, en cambio por goteo radica en recolectar los cocos ya caídos del árbol por acción natural.

## 2.5 Coco Avellanado.

Se dice que el fruto esta avellanado, cuando la pulpa se separa junto con la membrana cascaral, de la cascara; ésta separación es total y para ello la pulpa debe



poseer un porcentaje de humedad muy bajo. Este fenómeno puede ocurrir cuando el coco esta todavía, adherido a la palma o cuando no lo está, ya sea que fue tumbado o que cayó por si solo; esto aligera el proceso, debido a que la decopración llega solo hasta partir la nuez, sin la necesidad de extraerla. Es de hacer notar, que esta copra no es comestible debido a su alto sabor rancio y su aspecto aceitoso es totalmente macroscópico

### **2.6 Patios de Secado.**

Consiste en una pequeña extensión de terreno, ya sea cementada o no, donde son colocados los casquetes de nuez con pulpa o ella sola, durante un día entero a la acción benefactora del sol, resultado así una reducción del índice de humedad y una mayor resistencia a las bacterias. Estas superficies, llamadas también, a nivel mundial, “áreas de procesado” se colocan generalmente en contacto directo con el lugar de secado propiamente dicho, si es que lo hay, ya que en algunas regiones de nuestras costas, el albumen se deja en estas áreas por varios días eliminando así el secado; es de hacer notar que en estos casos los patios poseen un techo, por lo general, a unos 50 cm de altura y de laminas de zinc para evitar que dichos casquetes se puedan humedecer. En otros casos, donde no existen los patios antes descritos, el secado se realiza directamente.

### **2.7 Descripción del proceso actual de desfibrado en Venezuela.**

En Venezuela, desde el Estado Falcón hasta el Estado Carabobo, abarcando las poblaciones de San Juan de los Cayos, Boca de Mangle, Boca de Tocuyo, Chichiriviche, Tucaras, Boca de Aroa, Boca de Yaracuy, Morón y Puerto Cabello, así como muchas otras poblaciones de la zona costera de algunos estados del país,



la desfibración se realiza de una manera muy primitiva. Sin embargo, el procedimiento llevado a cabo en estas coqueras, en las mayorías de los casos, les permite obtener la capa fibrosa o mesocarpio con muy poco daño, lo que trae como consecuencia el aprovechamiento de la fibra en los procesos de fabricación. Los procesos actuales de desfibración, son muy sencillos pero muy rudimentarios y exigen un alto esfuerzo físico por parte de los operarios. Uno de estos procesos, se realiza mediante una herramienta denominada localmente Estaca.

Este, consiste en tomar el fruto (coco) manualmente, colocarla de tal manera que la estaca pueda penetrar exactamente, entre dos (2) lóbulos cualesquiera preferiblemente hacia la parte delantera de la drupa, por ser de mayor acceso que todas las demás. Una vez que la punta de dicha herramienta penetra hacia el eje longitudinal de la drupa, aproximadamente, y mediante la aplicación de una fuerza, se efectúa un torque hasta el despegue de uno de los lóbulos; seguidamente se hace penetrar la estaca nuevamente entre los dos (2) lóbulos restantes que conservan sus condiciones naturales, y se lleva a cabo la misma operación, obteniendo como resultado el despegue del segundo lóbulo; finalmente, se hace penetrar la estaca entre la nuez y el lóbulo restante, se efectúa la operación, ya mencionada, y se logra así, despegar totalmente la capa fibrosa de la nuez; este procedimiento se lleva a cabo en un tiempo promedio comprendido entre 7 y 8 segundos, llegando así a la producción diaria de 1,500 a 2,000 cocos por operario en un lapso de tiempo de 2 horas aproximadamente. La estaca puede presentarse de varias formas como por ejemplo: En Ojiva, en Pico de Pato, etc. En nuestro país su forma es por lo general una sola y sería como un híbrido de las dos mencionadas anteriormente. Otra manera de llevar el proceso de desfibración, como lo es en unas de las coqueras ubicadas en las zonas antes referidas, sería por intermedio de un hacha. El coco en este caso es cortado en dos (2) partes, no llevando a cabo ninguna operación previa; luego se realiza un proceso de despulpación o decopación, sea cual fuese el caso, obteniéndose así la capa fibrosa adherida a la cáscara, en dos (2) partes, llevando a cabo algunas veces la



separación entre ellas; este procedimiento trae como consecuencia la pérdida total del agua, en caso que la hubiese, por lo general, la parte resultante del proceso, fuera de la pulpa o copra, son incineradas o vendidas a industria donde, puedan ser procesadas en máquinas desfibradoras de fibras.

Existe otras manera de realizar el proceso de desfibración en Venezuela, esto consiste en dar golpes a los cocos con un rolo de madera y metal de tal manera de ir descompactandose las fibras entre sí y lograr aflojar la capa fibrosa hasta ejecutar el desfibrado, esto se lleva a cabo en grandes estanques acuático con profundidades de 0.5 a 0.6 m, de manera tal que a medida que el proceso avanza, el agua, penetra a la capa fibrosa y el procedimiento se hace más sencillo. Este método es muy rudimentario, pero sin embargo en algunos países del mundo este procedimiento le proporciona trabajo a más de medio millón de persona, en Venezuela el proceso antes descrito es difícil de encontrar y existe en menor escala que los de los otros países. Desde el punto de vista del aprovechamiento del Mesocarpio, este procedimiento es bastante negativo debido a que destruye en gran parte la capa fibrosa, trayendo como consecuencia el no aprovechamiento industrial de ella, al igual que el agua, debido a que el 90% de los casos la nuez es partida dando así origen a la salida del nutriente líquido.

Por ser el primero de los tres (3) descritos, el más común y por haberse presenciado solo un caso de cada uno de los otros dos (2) procesos en la zona ya mencionada, se concluyen que, como se dijo antes, es el procedimiento más efectivo y económico, además de ser el único de los tres (3) donde la capa fibrosa es separada de las cáscara de la nuez, con un porcentaje muy pequeño de daños en ella; por lo tanto, luego de haber recolectado todo tipo de información sobre este procedimiento y de haber visitado algunas coqueras en la zona costera del país, se ha obtenido como resultados promedios los siguientes:



- Número de operarios desfibradores de la industria coquera: 3 - 4 personas
- Edad promedio del Operario: 25- 40 años.
- Producción promedio por operario: 1500 cocos/días
- Hora de trabajo por día: 2 a 4 horas.
- Producción de la coquera: 6.600 a 8800 cocos desfibrados/días.
- Costo de producción: de 40.000 a 45.000 bs por cada 1500 cocos desfibrados.
- Tiempo promedio de desfibración de un coco: 7 a 8 segundos.
- Precio de Venta de la fibra: 20.000 bs en un camión 350.

Por otra parte de las extensas plantaciones de cocoteros, existente en la zona costera de Venezuela se recolecta su fruto tres (3) veces por año, ósea, cada cuatro meses; la zona antes mencionada puede abarcar desde la orilla del mar hasta las faldas de la montaña. El coco se transporta por vía terrestre desde la zona de su recolección hasta la coqueras y es depositado en los terrenos de dichas industria sin ninguna protección contra la intemperie lo cual tiene como finalidad lograr que lo drupa seque lo más que puede antes de realizar su desfibración. El transporte se realiza por intermedio de camiones y gandolas y por lo general su colocación se efectúa en grandes agrupación alrededor de la zona de desfibración, se cual sea el procedimiento llevado a cabo, muchas veces se acostumbra a colocar láminas de zinc de manera vertical, para tratar de concentrar los rayos solares sobre las agrupación antes descritas, para así acelerar el proceso de secado del fruto.



Una vez obtenidos los componentes del fruto en buenas condiciones, se realiza su respectivo transporte al igual que el anterior hacia la industria procesadoras de ellas, el restante se incinera o se consume dentro de las coqueras como ya se hizo referencia.

### **2.8 Decoprado o Decopración.**

Es el proceso mediante el cual se extrae la copra del coco; para ello esta fruta debe poseer un porcentaje muy pequeño de humedad en el interior de la nuez.

En nuestro país, este proceso es bastante rustico y por lo general, las herramientas utilizadas son un machete, una panda, un hacha o sencillamente batir la nuez contra el suelo; muchas veces, primero se realiza un proceso de desfibrado antes de realizar el proceso ya descrito.

### **2.9 Proceso de Secado de la Pulpa.**

Para fines de este proyecto la pulpa no tendrá ninguna utilidad, ya que solo utilizaremos la cáscara. Debido a que la pulpa tiene gran cotización tanto en el mercado venezolano como en el exterior, se efectuará el procedimiento necesario para la transformación de la misma en copra, que es la forma en que es adquirida por las empresas que la procesan, y así obtener mayores beneficios para fines de la rentabilidad del proyecto.



A la copra, antes de venderse se le debe eliminar un gran porcentaje de humedad. Los métodos que comúnmente se emplean para este fin, es el calentamiento por radiación solar y el de calentamiento por convección.

### **2.9.1 Calentamiento por Radiación Solar.**

Es el método más utilizado, y consiste en esparcir la pulpa en un patio de secado, exponiéndola el tiempo necesario para que la incidencia directa de los rayos solares evaporen el agua contenida en la pulpa. Este método tiene la desventaja que el tiempo de incidencia es mayor si se compara con el invertido en el calentamiento por convección, y además habría que adaptarse a las condiciones atmosféricas, reduciéndose su producción en época de lluvia.

### **2.9.2 Calentamiento por Convección.**

Este consiste en utilizar cámaras por donde se hace circular aire caliente a través de la pulpa depositada en dichos compartimientos, con lo que se lograría disminuir el tiempo necesario para la deshumidificación de la pulpa a un tercio del tiempo requerido por el método de radiación.



### 2.10 Carbón Activado.

El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna.

El carbón activado es un adsorbente muy versátil ya que el tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología actual y futura. Los carbones activados comerciales son preparados a partir de materiales precursores con un alto contenido en carbono, especialmente, materiales orgánicos como, madera, huesos, cáscaras de semillas de frutos, como también, carbón mineral, breas, turba y coque. La elección del precursor es fundamentalmente una función de su disponibilidad, precio y dureza, pero el proceso de fabricación y la posible aplicación del producto final deben ser igualmente tomados en cuenta.

El interés por este tipo de material se basa en algunas de sus propiedades: a) estabilidad térmica; b) resistencia al ataque ácido; c) carácter esencialmente hidrófobo (repelente al agua); d) bajo costo relativo; e) estructura porosa. Por tal razón, en los últimos años ha aumentado considerablemente el número de investigaciones en lo que concierne a su síntesis, y a sus diversas aplicaciones, como en la separación de gases y en la industria en general.

El carbón activado es un tipo de carbón especial que se emplea para la purificación de líquidos y gases. Para tener una idea de la importancia del carbón activado tenemos la Tabla No 2.1

**Tabla No 2.1.** Consumo de carbón activado anual per capital.

Consumo anual per capital	País
0.5 Kg	Desarrollado
0.2 – 0.3 Kg	Venezuela

Fuente: Jorge Laine. Centro de Química. IVIC. Revista: Ciencia y tecnología hoy, 1998.

### 2.11 Carbón activado a partir de la cáscara del coco.

La cáscara de la nuez del coco, subproducto de la copra (pulpa de coco seca), ha sido desde hace muchos años una materia prima ideal para la manufactura de carbón activado en forma granulada, que es la forma más útil para muchas aplicaciones del carbón activado. La cáscara de coco, además de ser económica por ser un subproducto agroindustrial, produce un carbón activado de características insuperables por otras materias primas más costosas como madera y carbón mineral. Sin embargo, la demanda de carbón activado es actualmente tan grande que no existe suficiente suministro de cáscara de coco a nivel mundial para satisfacerla, por lo que carbones activados hechos a partir de madera, carbón mineral y otras materias primas son producidos para poder satisfacer dicha demanda. Actualmente la mayor producción de cáscara de coco para manufactura de carbón activado esta concentrada en países del lejano oriente (Filipinas, etc.). La clave de la cáscara de coco es que produce directamente un carbón activado granulado de alta resistencia mecánica y bajo contenido de impurezas. Tales importantes propiedades pueden alcanzarse también usando otras materias primas solo si se emplean procedimientos especiales que aumentan los costos de



producción, por ejemplo, en el caso de la madera es necesario usar el aserrín mezclado con aditivos para el moldeo por extrusión de los gránulos mientras que en el caso del carbón mineral se requiere de una lixiviación para reducir el contenido de impurezas.

A partir de la cascara de coco es posible obtener diversos tipos de carbones activados para distintas aplicaciones, variando las condiciones de preparación. Por ejemplo, activando la cáscara de coco a alta temperatura ( 800 ° C ) en presencia de vapor de agua se puede obtener un carbón hidrofóbico muy microporoso (incluyendo ultramicroporos con diámetro menor de 7 Amstrongs) apropiado para aplicaciones que involucran separación de gases; pero si se activa a menor temperatura ( 450 ° C ) usando un aditivo químico como acido fosfórico o cloruro de zinc, se puede obtener un carbón hidrofílico de poros más anchos ( con mesoporos mayores de 20 Amstrongs ) apropiado para aplicaciones en fase líquida.

En la actualidad, la producción de la copra podría ser considerada el subproducto y la cáscara de la nuez el producto principal, teniendo en cuenta el alto valor del carbón activado de buena calidad obtenido de la cáscara de coco.

Debido al gran auge en el mercado del carbón activado, podría entonces ser conveniente un estudio sobre las posibilidades de expansión en la producción cocotera. Grandes extensiones de sabanas existen en Venezuela y otros países del trópico, probablemente aptas para la producción de alguna variedad de cocotero. “Teniendo en cuenta que una hectárea de una hacienda de cocos puede producir unos 10 mil cocos por años y que cada coco tiene una cáscara aproximadamente 200 gramos de donde se puede obtener un promedio de 40 gramos de carbón activado la demanda de venezolana de carbón activado, actualmente satisfecha



toda por importación, podría cubrirse con el producto proveniente de la siembra de aproximadamente mil hectáreas ( 10 Km<sup>2</sup> ) de cocoteros; la posibilidad de una mayor producción con fines de exportación puede lucir atractiva debido a la gran demanda mundial por carbón activado [1].

### 2.12 Tipos de carbones activados.

Los carbones activos pueden clasificarse atendiendo al tamaño de las partículas en carbón activado en polvo (CAP) y carbón activado granular (CAG). Los CAG pueden dividirse en dos categorías: carbón activado troceado (o sin forma) y carbón activado conformado (o con una forma específica, cilindros, discos, etc.). Los carbones activados troceados se obtienen por molienda, tamizado y clasificación de briquetas de carbón o de trozos más grandes.

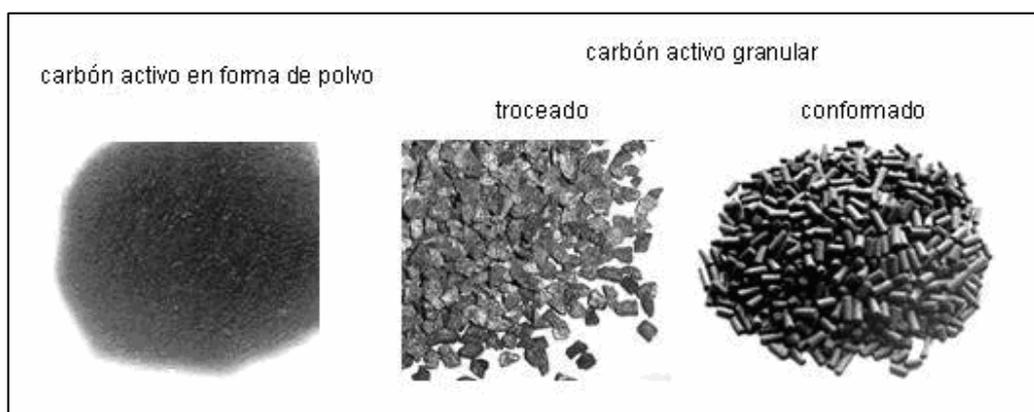


Figura No 2.7. Tipos de Carbones Activados.

Fuente: <http://www.carbonactivo.com>



### 2.13. Aplicaciones del carbón activado

Remoción de impurezas que le dan color, olor y sabor al agua potable.



Tratamientos en intoxicaciones agudas.



Respiradores de Cartuchos



Purificación de aire y gases.



Eliminación de olores en lugares cerrados: cocinas, bodegas, refrigeradores, etc.



Adsorbentes de Etileno para evitar la maduración prematura de frutas y verduras.



**Fuente:** Empresa Carbotecnia, México. <http://www.carbotecnia.info>



Recuperación de Oro.



Tratamiento del Agua en Procesos Industriales.



Tratamiento terciario de aguas residuales.



Decoloración de azúcares, mieles y caramelos.



Decoloración de vinagres, jugos y licores.



Tratamiento de llagas, quemaduras, heridas.



**Fuente:** Empresa Carbotecnia, México. <http://www.carbotecnia.info>



---

---

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo explica en forma detallada la metodología empleada en la investigación que permite cumplir con los objetivos planteados, dando a conocer tópicos como recopilación, presentación y análisis de datos, el nivel de la investigación y el diseño de la investigación.

**3.1 Nivel de la Investigación.**

El objetivo de esta investigación es establecer las condiciones óptimas de operación del sistema, formular de manera secuencial el conjunto de acciones realizadas por el proceso automatizado para la obtención de carbón activado, por lo que se desarrollará un trabajo de tipo descriptivo, es decir, se busca caracterizar un hecho o fenómeno con el fin de establecer su estructura o comportamiento. En base a lo anterior se procede al planteamiento de posibles soluciones con la intención de seleccionar la que mejor se ajuste a los criterios planteados.

**3.2 Diseño de la Investigación.**

Para lograr el objetivo del proyecto se realizará una investigación documental, debido a que no se cuenta con ninguna información de campo. Para lograr este fin, a continuación se presenta una secuencia lógica de pasos que describen la metodología utilizada.



---

---

**Paso I. Diseño del dispositivo automático para separar la fibra de la concha del coco.**

Se llevará a cabo el diseño del dispositivo, se utilizarán herramientas para el diseño de los elementos que lo componen.

- Descripción de las partes del dispositivo.
- Descripción de los materiales a ser utilizado en el dispositivo.
- Cálculos necesarios para el diseño de dispositivo.

**Paso II. Selección de los dispositivos necesarios para el transporte de la materia prima.**

En este paso es necesario establecer las variables del proceso (Volumen, Velocidad, etc.) y la selección de los componentes de acuerdo a la siguiente condición:

- Seleccionar los dispositivos de transporte que mejor se ajusten a las necesidades del proceso, de los catálogos de diversas empresas fabricantes.

**Paso III. Selección del horno en función del volumen y capacidad calorífica.**

A través de las variables del proceso (Volumen, capacidad calorífica, etc.) se llevará a cabo la siguiente actividad:

- Seleccionar de los catálogos de diversas empresas fabricantes, el horno que mejor se ajuste a las exigencias del proceso.



**Paso IV. Establecer los componentes necesarios para la producción del carbón activado en su forma granular y en polvo.**

Para este paso es necesario realizar una búsqueda de información la cual puede ser proporcionada por diversas empresas dedicadas a la fabricación de carbón activado en su forma granular y en polvo. Esto facilitará la selección de los componentes en esta parte del proceso.

**Paso V. Estudio de la Fctibilidad Económica.**

Se establecerá el procedimiento a utilizar para la elaboración del estudio económico considerando los listados de equipos y materiales necesarios para la implementación del proyecto en cuestión. Se solicitarán cotizaciones a los diferentes proveedores de maquinarias destinadas a la fabricación de carbón activado.

A partir de las cotizaciones suministradas por los proveedores y por medios del procedimiento seleccionado para la elaboración del estudio económico, se podrá conocer el costo de implementación del proyecto, tomando en cuenta los modelos de rentabilidad y tiempo de recuperación de la inversión.



---

---

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO MECÁNICO Y AUTOMATIZACIÓN DEL DISPOSITIVO

#### 4.1. Descripción del proceso para la obtención de carbón activado a partir de la concha del coco. (1<sup>er</sup> Etapa)

El proceso de obtención de carbón activado se efectuará de la siguiente manera:

1. Los frutos son pasados por mallas para poder seleccionar los que pasarán al desfibrado automático. (Ver punto 4.2.)
2. Los cocos llegan a la planta en estado de madurez (secos) y ya preseleccionados.
3. Los frutos seleccionados pasarán por el sistema de desfibrado, con el fin de obtener la capa fibrosa y la cáscara por separado.
4. Se separará la cáscara de la pulpa, la cual puede ser vendida a otras empresas para su procesamiento.
5. La nuez del coco pasará por el molino y el tamiz para obtener la granulometría requerida.
6. Se carbonizará y activará la cáscara por medio del horno rotatorio, aplicando así el método de activación física.
7. Se pasará el carbón a través del molino y el tamiz en caso de ser requerido, para verificar la granulometría nuevamente.
8. Se empaquetará para luego ser vendido.



## 4.2. Selección de los cocos por mallas.

Para que el sistema funcione correctamente se deben seleccionar frutos que posean el tamaño promedio requerido para ser procesados por dicho sistema. La selección de estos frutos se efectuará mediante la utilización de mallas, por las cuales se deben hacer pasar los cocos. Este procedimiento se realizará de forma manual y debe ser realizado en las haciendas donde se adquirirán los cocos, y así de esta manera solo adquirir frutos del tamaño deseado. La cantidad de cocos seleccionados para un tiempo dado dependerá del tamaño de dicha malla.

### 4.2.1 Malla No 1 (Descartar cocos de gran tamaño)

Los frutos se colocarán sobre esta malla donde:

- a. Los frutos que pasen a través de los agujeros no exceden el tamaño máximo requerido por el sistema. (Ver Figura No 4.1)
- b. Los frutos que no pasen a través de los agujeros de la malla se considerarán muy grandes para ser procesados por el sistema, y con los cuales debe utilizarse otro método de desfibrado en caso de ser adquiridos, o ser procesados en un sistema igual al propuesto pero diseñado para trabajar con frutos de mayor tamaño.

Esta malla tendrá las siguientes medidas:



Tabla No 4.1 Tamaño de los agujeros de la malla No 1.

<b>Largo</b>	23 cm
<b>Ancho</b>	13 cm

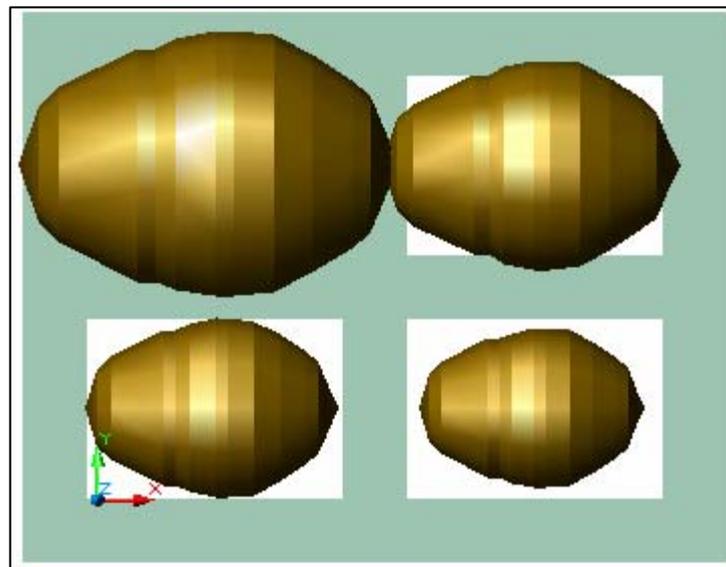


Figura No 4.1. Descartar cocos de gran tamaño.

#### 4.2.2 Malla No 2 (Descartar cocos muy pequeños)

Luego de haber pasado los frutos por la malla No 1, se hará pasar los frutos por la malla No 2, la cual es de agujeros más pequeños y está diseñada con la siguiente finalidad, en donde:

- a. Los cocos que queden sobre la malla serán los adecuados para ser desfibrados por el sistema, debido a que están dentro de los límites establecidos para el tamaño de los frutos. (Ver Figura No 4.2)



- b. Los frutos que pasen a través de los agujeros serán considerados muy pequeños, y deberán ser desfibrados por otro método en caso de ser adquiridos, o ser desfibrados en un sistema igual al propuesto pero diseñado para trabajar con frutos de tamaño más pequeño.

Esta malla tendrá las siguientes medidas:

Tabla No 4.2 Tamaño de los agujeros de la malla No 2.

<b>Largo</b>	13cm
<b>Ancho</b>	8cm

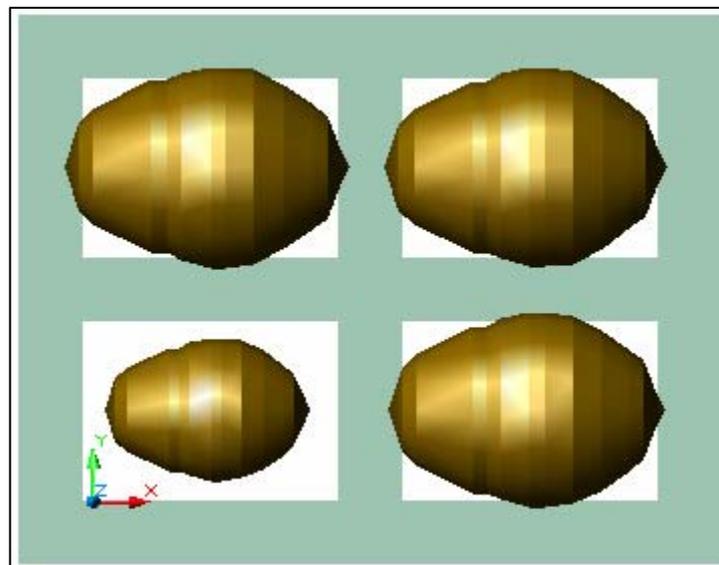


Figura No 4.2. Descartar cocos pequeños.



### 4.3 Desarrollo de la solución.

Para el diseño o selección de los elementos que componen el dispositivo se tomó un factor de seguridad para diseño de  $N = 3$ . Este factor fue determinado tomando como referencia la Tabla No A.5.1. del anexo 5, la cual trata de los factores utilizados para determinar un factor de seguridad para materiales dúctiles. Según esta referencia el factor de seguridad viene dado por  $N = \text{Máx} (F_1, F_2, F_3)$ .

Para este diseño se tomó también en cuenta factores económicos, como lo es el uso de tamaños estándar, tolerancias amplias, aplicando las normas de buena ingeniería en el análisis, diseño, control de calidad y realizando los ensayos necesarios.

#### 4.3.1 Cálculo de la cantidad de fruta

En base a los datos dados en el punto 2.11. del marco teórico, se calculó la cantidad de fruta a procesar por jornada de trabajo ( $8 \text{ h} = 28.800 \text{ s}$ ) diarias.

Datos generales:

-Rendimiento de cáscara por cada coco: 200 gramos.

-Rendimiento de carbón activado por cada cáscara: 40 gramos.



Para determinar el número de frutas a procesar se tomó como referencia crítica la cantidad de cocos mínima que es necesario procesar para obtener un rendimiento de 192 kg de carbón activado.

Este rendimiento mínimo esta basado en la producción por día de carbón activado para cubrir parte de la demanda venezolana tal como se indica en el punto 2.11 de las bases teóricas.

$$\text{Cantidad\_de\_Frutas} = \frac{X}{Y} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

X: Cantidad en Kilogramos de carbón activado deseado por turno.

Y: Cantidad en Kilogramos de carbón activado que hay en cada coco.

La cantidad deseada de carbón activado por turno es 192 kg/turno y la cantidad de carbón activado que hay en cada coco es 0.04 kg/coco, por lo tanto el total de frutas a procesar por el sistema es 4.800 Coco/turno.

#### 4.3.2 Tiempo del ciclo de producción

Con la cantidad de fruta a procesar en una jornada diaria se determina el tiempo del ciclo de producción el cual debe cumplirse en cada una de las frutas que procesa el sistema diseñado.



$$T_{Ciclo} = \frac{T_J}{Cantidad\_de\_Fruta} \quad (Ec. 4.2)$$

$T_{Ciclo}$ : Tiempo del ciclo de producción (s/coco)

$T_J$ : Tiempo de la jornada (s)

Resolviendo la ecuación 4.2 con una cantidad de fruta de 4.800 unidades y un tiempo por jornada de 28.800 segundos, se obtiene que el mecanismo diseñado y la automatización del sistema deben ser capaces de tener un tiempo de ciclo de producción de:

$$T_{Ciclo} = 6 \text{ s}$$

Por lo tanto el tiempo de ciclo que tarda el vástago del cilindro superior de compresión más el cilindro inferior de desfibrado debe ser de 6 s, teniendo en cuenta que este es un proceso continuo siempre y cuando se mantenga alimentada la línea.

La velocidad de avance y retroceso del cilindro de compresión y de desfibrado son considerables (Ver anexo 4) para mantener el tiempo calculado y reducir en un 25% el tiempo de desfibrado manual que se realiza rudimentariamente en las fincas cocoteras de toda la zona costera del país.



#### 4.4 Selección y justificación de la tecnología más apropiada.

Entre las opciones existentes con las cuales se puede automatizar el sistema para separar la fibra de la concha del coco se seleccionó una tecnología híbrida, la cual combina un equipo electrónico con actuadores neumáticos.

Esto ya que la lógica cableada y la lógica programada presentan las siguientes desventajas:

1. La lógica cableada ofrece gran dificultad para la búsqueda de averías, debido a la cantidad de conexiones y cableado asociado.
2. Posee escasa flexibilidad frente a modificaciones; esto implica que el sistema que contenga tecnología de mando cableada, al ser puesta fuera de servicio o reemplazada, la adaptación a nuevas condiciones representaría una inversión importante de tiempo y de dinero.
3. En cuanto al control lógico programable, este presenta un mayor nivel de dificultad en la programación, la cual aumenta en sistemas en los que el número de dispositivos es alto.
4. El costo es relativamente alto, y aumenta a medida que el sistema requiere un mayor número de entradas y de salidas.

Este es un sistema interesante ya que su uso es relativamente nuevo en Venezuela, lo que indujo un mayor interés en aprenderlo para poder aplicarlo en este diseño.



Da la posibilidad de adquirir destreza en el uso de esta tecnología, la cual cada vez va teniendo mayor aceptación en empresas venezolana, lo que está incrementando su uso.

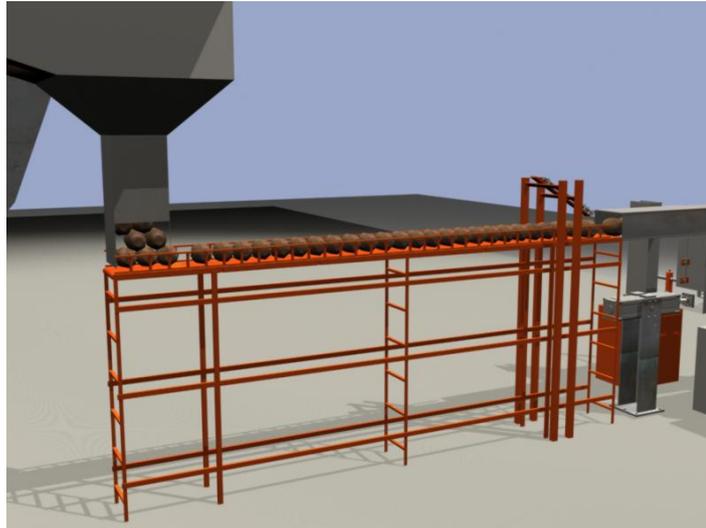
Se cuenta con la asesoría de la empresa certificada por la marca para la comercialización de este sistema en Venezuela, la cual se encuentra ubicada en Maracay Edo. Aragua.

#### **4.5 Necesidades de control**

El sistema va a ser automatizado desde que se depositan los cocos en la tolva hasta que se obtienen la fibra y la concha por separado. El proceso se va a realizar en tres etapas, estas son:

##### **4.5.1 Etapa N° 1 (Depósito y suministro de cocos a la etapa de compresión).**

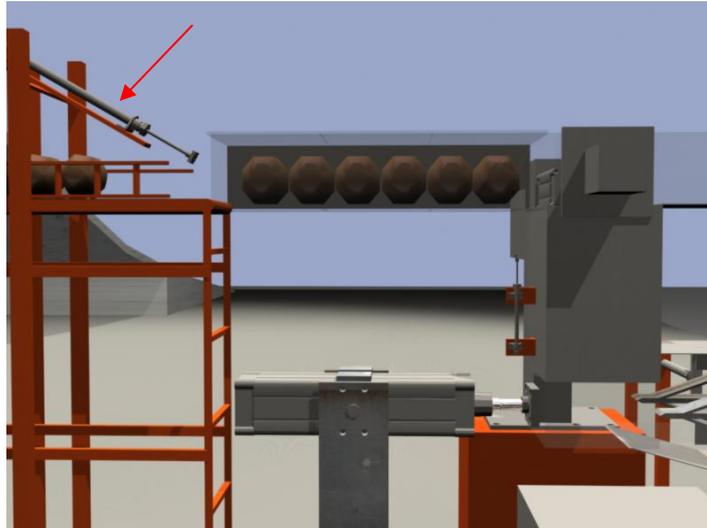
En esta etapa se colocarán los cocos en la tolva, donde serán ubicados en la posición correcta por medio del movimiento de la banda transportadora, y serán trasladados por la misma hasta la entrada del ducto donde se procederá a comprimirlos. (Ver Figura No 4.3.)



**Figura No 4.3** Cocos provenientes de la tolva a la banda transportadora

En la entrada del ducto se verifica la existencia de cocos en el mismo por medio de un sensor del tipo optoelectronico de reflexión directa, el cual activará la banda transportadora para suministrar cocos provenientes de la tolva.

El estado de carga de la tolva también será verificada por medio de un sensor optoelectronico de reflexión, el cual activará una señal de alarma sonora y visual cuando detecte que la cantidad de cocos en la misma ha disminuido casi en su totalidad. Los cocos serán empujados hacia la etapa de compresión por medio de un cilindro neumático, el cual se activará cuando reciba la señal del sensor optoelectronico ubicado en la entrada del ducto de compresión. (Ver Figura No 4.4)



**Figura No 4.4.** Cocos empujados por el cilindro neumático.

#### **4.5.2. Etapa N° 2. (Compresión)**

En esta etapa se comprimirá el coco por medio de un cilindro neumático hasta la presión requerida (Ver ensayo de compresión del coco, anexo 3) y la cual será detectada por medio de un sensor de presión. (Ver Figura No 4.5.)

También es necesario controlar el paso de los cocos que van a ser comprimidos. Esto se realizará con una compuerta que será desplazada por medio de un cilindro neumático.

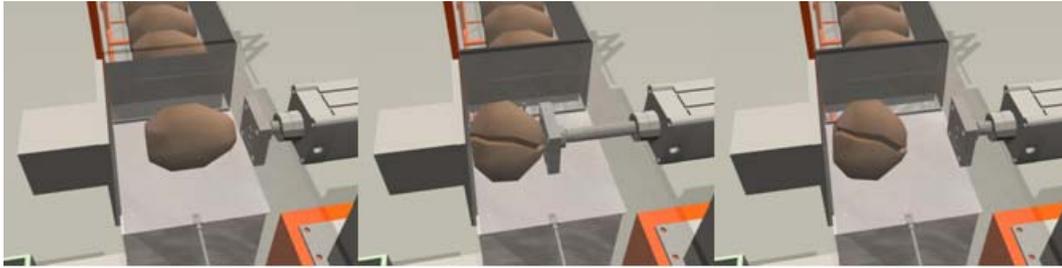


Figura No 4.5. Secuencia de la compresión del coco.

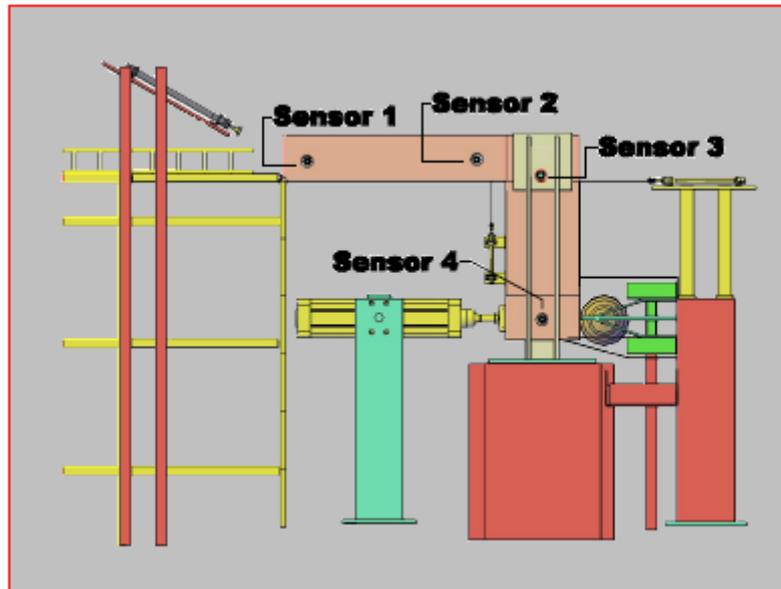
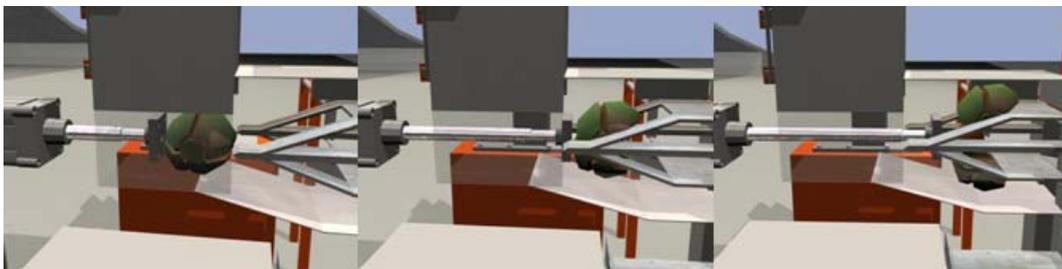


Figura No 4.6. Ubicación de los sensores optoelectronicos en el sistema de desfibrado.



### 4.5.3 Etapa N° 3. (Desfibrado)

En esta etapa se separará la fibra de la concha del coco, para lo cual se necesita un cilindro neumático que haga que la fibra del coco sea atravesado por dos cuchillas de acero inoxidable. (Ver Figura No 4.7.)



**Figura No 4.7.** Secuencia del desfibrado del coco por medio de la cuchilla.

El paso del coco a esta etapa estará controlado por una compuerta que se retraerá por medio de un cilindro neumático y dejará pasar el coco proveniente de la etapa de compresión. Para la expulsión de la fibra también será utilizado un cilindro neumático.

### 4.6 Descripción detallada de cómo funcionará el sistema.

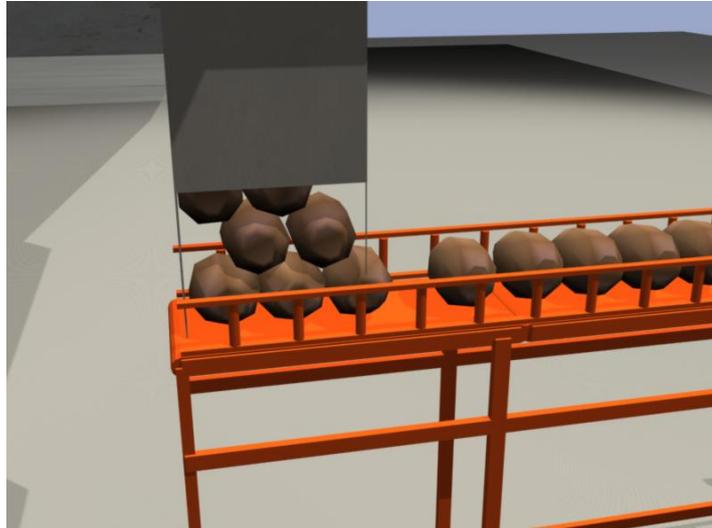
El sistema necesitará de un solo operario, el cual tendrá como función activar o desactivar el sistema, depositar los cocos en la tolva cada vez que sea requerido, y actuar de manera conveniente en la solución de algún problema que presente el sistema, los cuales serán comunicados al operarios por medio de las diversas alarmas de sonido o visuales con que está provisto el mismo.



Inicialmente los cocos estarán almacenados en un piso que se encuentra a la altura de la entrada de la tolva. El operario solo cargará la tolva cuando se active la alarma que indicará que ha disminuido casi en su totalidad el nivel de cocos en la misma.

La tolva contará con una compuerta, la cual se abrirá o cerrará de forma manual al iniciar un nuevo ciclo de trabajo o cada vez que sea requerido.

Por medio de esta compuerta caerán los cocos por efecto de gravedad sobre la banda transportadora (Ver Figura No 4.8), la cual también será activada con el mismo pulsador de inicio de trabajo del sistema.



**Figura No 4.8.** Cocos cayendo sobre la banda transportadora.

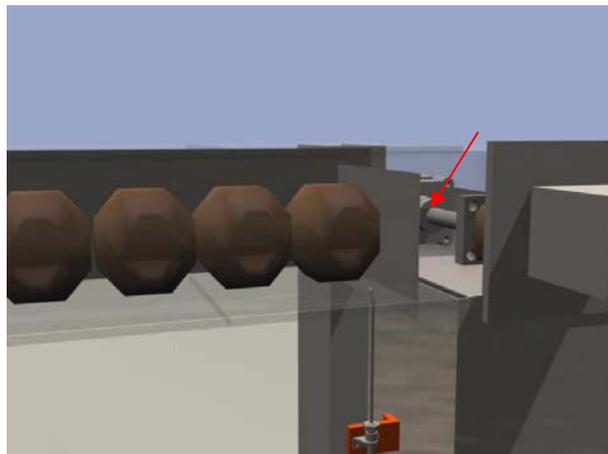
Esta banda transportadora se activará y desactivará de manera automática cada vez que el sistema requiera del suministro de cocos para ser comprimidos, lo cual



se efectuará por medio de un sensor optoelectronico de reflexión (sensor 1) ubicado en la entrada del ducto de compresión.

En la entrada del ducto de compresión existirá un actuador que empujará a los cocos hacia el interior del mismo. Esta operación será efectuada tanto para introducir los seis cocos requeridos al inicio de funcionamiento del sistema, función que será censada con el sensor optoelectronico de reflexión (sensor 2) ubicado al final del ducto de compresión, y cada vez que haya terminado un ciclo de compresión y se requiera otro coco para ser comprimido. Este cilindro será activado cada vez que no sea detectada la presencia de coco en la zona de compresión, el cual será detectado por medio de un sensor optoelectronico de reflexión (sensor 3) ubicado en esta zona.

El paso de los cocos a la zona de compresión será controlado por una compuerta (Ver Figura No 4.9.), la cual abrirá y cerrará cada vez que el actuador se retraiga o extienda. Esta operación también estará controlada por el sensor optoelectronico de reflexión ubicado en el área de compresión y el final de carrera ubicado en el cilindro de desfibrado.



**Figura No 4.9.** Compuerta de entrada de los cocos a la zona de compresión.



La compresión será efectuada por medio de un actuador, que se activará para efectuar un ciclo cada vez que el sensor optoelectrónico de reflexión directa ubicado en la zona de compresión envíe una señal, lo que indicará que ha entrado otro coco a esta zona.

El paso de los cocos al área de desfibrado será controlado por una compuerta, la cual se abrirá o cerrará al retraer o extender un actuador. Este ciclo se repetirá cada vez que el cilindro de compresión y el de desfibrado lleguen a su final de carrera.

El desfibrado de los cocos se efectuará cuando un actuador empuje cada coco a través de dos cuchillas, las cuales serán planas al inicio y luego tomarán forma de triángulo, para que esta manera se separe la fibra en dos partes, al mismo tiempo que se introducirá la cáscara entre las dos cuchillas. Este cilindro será activado cada vez que un sensor optoelectrónico de reflexión ubicado en la zona de desfibrado detecte la presencia de coco en la misma.

Al final de las cuchillas, y ubicados en posición perpendicular al cilindro de desfibrado, se dispondrá de un actuador, el cual tendrá la función de expulsar la fibra del exterior de las cuchillas hacia una canal (Ver Figura No 4.10), que conducirá la misma hacia su depósito. La cáscara a su vez será expulsada del interior de las cuchilla por medio de la fuerza que le ejercerá la cáscara que provenga del ciclo de desfibrado siguiente y será depositada dentro de un pequeño ducto por donde se dirigirán hacia su depósito.



**Figura No 4.10.** Secuencia de la expulsión de la fibra del coco.

#### **4.7. Selección de los elementos de control.**

Para la selección de los elementos de control se utilizará el catálogo FESTO. En el apéndice 3 se presentan las gráficas usadas para algunos de los cálculos realizado y .en el apéndice 4 se presentan las especificaciones de cada uno de los elementos seleccionados.

##### **4.7.1 Cilindro No 1. (Introducción de los cocos en el ducto)**

Este cilindro tiene la función de desplazar los cocos para que puedan avanzar desde la entrada del ducto hacia la zona de compresión. Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta la carrera y la fuerza necesaria para desplazar unos 6 cocos a través del ducto (Ver figura No 4.11.)

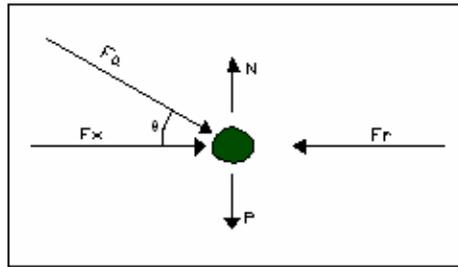


Figura No 4.11 Diagrama de fuerzas en el ducto de entrada.

**Datos:**

El cilindro tendrá que mover seis cocos a la vez.

Se asumirá un tiempo de estabilización de tres segundos.

$$m = 7,2 \text{ Kg}$$

$$\theta: 30^\circ$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 0,7$$

$$T_{\text{est}} = 3 \text{ seg}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$P = m * a$$

$$P = 70,63 \text{ N}$$

$$\sum F_x = F_x - F_r = m * a$$

$$\sum F_y = N - P = 0$$

$$N = P = 70,63 \text{ N}$$

$$F_r = \mu * N$$

$$F_r = 49,44 \text{ N}$$



$$V_f = \frac{d}{T_{est}}$$

$$V_f = 0,1m / s$$

$$a = \frac{V_f - V_o}{T_{est}}$$

$$a = 0,03m / s^2$$

$$\Sigma F_x = F_x = F_r + ma$$

$$F_x = 49,44N + 7,2Kg * 0,033m / s^2$$

$$F_x = 49,67N$$

$$F_a = \frac{F_x}{\text{Cos}\theta}$$

$$F_a = 57,35N$$

Características requeridas para este cilindro.

$$F_a = 57,35N$$

$$\text{Carrera} = 30cm$$

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DSNU-20-300-P-A, ya que cumple con los requerimientos. (Ver apéndice 4)



### Selección de la Electroválvula

- El modelo del cilindro neumático es DSNU-20-300-P-A
- El diámetro del émbolo es 20 mm.
- La carrera es de 300 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.

En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO (Ver apéndice 3), se obtiene el consumo de aire (q) en l/cm de carrera.

$$q = 0,018 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,018 * 30 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 1,08L / Ciclo$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO (ver apéndice 3), se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 740 \text{ mm/s}$$

El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,74 m/s, y 1 ciclo es de 60 cm, se tiene que:

$$V = 0,74 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{60} * \frac{Ciclo}{cm} = 74 \frac{Ciclos}{min}$$



Entonces el caudal de aire que manejará la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$
$$Q = 1,08 \frac{L}{Ciclo} * 74 \frac{Ciclos}{min} = 79,92 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE10-M1BH-5J-M5.

Todas las válvulas seleccionadas son apropiadas para este sistema debido a que el ambiente de trabajo es limpio y no va a estar sometida a condiciones ambientales severas.

#### 4.7.2 Cilindro No 2 (Entrada de cocos a la etapa de compresión)

Este cilindro elevará y bajará una compuerta la cual permitirá el paso de los cocos a la etapa de compresión.

Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta la carrera y la fuerza necesaria para levantar la compuerta. (Ver figura No 4.12.)

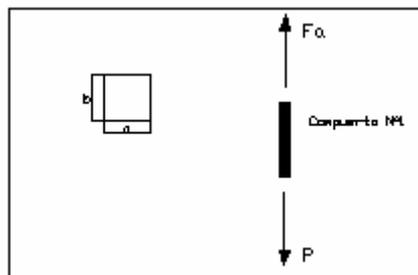


Figura No 4.12 Diagrama de fuerzas para la compuerta de entrada



Datos:

a : 160 mm

b: 160 mm

c: 1.98mm

$\rho$ : 7800kg/m<sup>3</sup>

$$V = a * b * c$$

$$V = 5,068 * 10^{-5} m^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 0,395 Kg$$

$$\sum F_y = F_a - P = 0$$

$$\sum F_y = F_a = P$$

Como

$$P = m * g$$

Entonces

$$F_a = m * g$$

$$F_a = 3,87 N$$

Características requeridas para el cilindro.



$$F_a = 3,87 N$$

$$Carrera = 10 cm$$

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DSNU-8-100-P-A, ya que cumple con las características requeridas. (Ver apéndice 4)

### Selección de la Electroválvula

- El modelo del cilindro neumático es DSNU-8-100-P-A
- El diámetro del émbolo es 8 mm.
- La carrera es de 100 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.

En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO, se obtiene el consumo de aire (q) en l/cm de carrera.

$$q = 0,01 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,01 * 10 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,2 L / Ciclo$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 300 \text{ mm/s}$$

El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,3 m/s, y 1 ciclo es de 20 cm,



se tiene que:

$$V = 0,3 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{20} \frac{Ciclo}{cm} = 90 \frac{Ciclos}{min}$$

Entonces el caudal de aire que manejará la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$
$$Q = 0,21 \frac{L}{Ciclo} * 90 \frac{Ciclos}{min} = 18,9 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE10-M1BH-5J-M5.

#### 4.7.3 Cilindro No 3 (Entrada de cocos a la etapa de desfibrado)

Este cilindro permitirá que los cocos pasen de la etapa de compresión a la etapa de desfibrado, al desplazar una compuerta posicionada horizontalmente.

Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta la carrera y la fuerza necesaria para desplazar la compuerta. (Ver Figura No 4.13.)

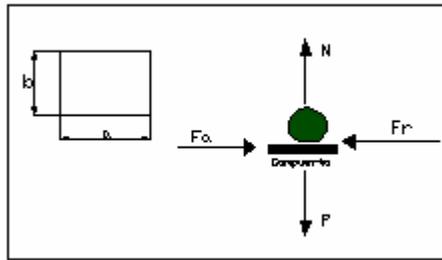


Figura No 4.13 Diagrama de fuerza de la compuerta de Salida.

Datos:

d: 20cm

a: 230 mm

$\mu$ : 0,7

b: 180 mm

$\rho$ : 7800 kg/m<sup>3</sup>

c: 1.98mm

$T_{est} = 3\text{seg}$

$$V = a * b * c$$

$$V = 8,19 * 10^{-5} m^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 0,639 Kg$$

$$V_f = \frac{d}{T_{Est}}$$

$$V_f = 0,066 m / s$$

$$a = \frac{V_f - V_0}{T_{Est}}$$

$$a = 0,022 m / s^2$$



$$\sum F_x = F_a - F_r = m * a$$

$$\sum F_y = N - P = 0$$

$$P = 6,26N$$

$$F_r = \mu * N$$

$$F_r = 4,388N$$

$$\sum F_x = F_a = F_r + m * a$$

$$F_a = 4,35N$$

Características requeridas para el cilindro.

$$F_a = 4,388N$$

$$Carrera = 20cm$$

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DSN-12-200-P, ya que cumple con las características requeridas. (Ver apéndice 4)

#### Selección de la Electroválvula:

- El modelo del cilindro neumático es DSN-12-200-P
- El diámetro del émbolo es 12 mm.
- La carrera es de 200 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.



En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO se obtiene el consumo de aire ( $q$ ) en l/cm de carrera.

$$q = 0,012 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0.012 * 20 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,48L / Ciclo$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 400 \text{ mm/s}$$

El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,4 m/s, y 1 ciclo es de 40 cm, se tiene que:

$$V = 0,4 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{40} \frac{Ciclo}{cm} = 60 \frac{Ciclos}{min}$$

Entonces el caudal de aire que manejara la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$

$$Q = 0,48 \frac{L}{Ciclo} * 60 \frac{Ciclos}{min} = 28,8 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE10-M1BH-5J-M5.



#### 4.7.4 Cilindro No 4 (Cilindro para la compresión de cocos)

Este cilindro es utilizado para comprimir el coco, aplicando la fuerza necesaria para lograr que la fibra se separe de la cáscara y así facilitar el desfibrado en la siguiente etapa.

Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta la carrera y la fuerza necesaria para levantar la compuerta. (Ver Figura No 4.14.)

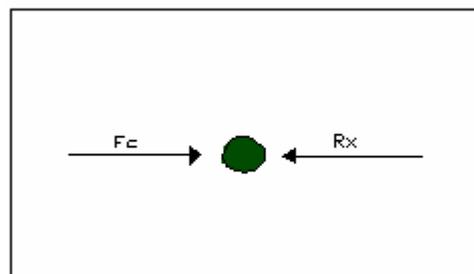


Figura No. 4.14 Diagrama de fuerza de la compresión.

Fuerza de Compresión = 3800 N (Ver ensayos en Apéndice 3).

Carrera: 10 cm

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DNC-100-100-PPV, ya que cumple con los requerimientos. (Ver apéndice 4)

#### Selección de la Electroválvula

- El modelo del cilindro neumático es DNC-100-100-PPV.



- El diámetro del émbolo es 100 mm.
- La carrera es de 100 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.

En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO se obtiene el consumo de aire ( $q$ ) en l/cm de carrera.

$$q = 0,45 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,45 * 10 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 9 \frac{L}{Ciclo}$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 200 \text{ mm/s}$$

El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,2 m/s, y 1 ciclo es de 20 cm, se tiene que:

$$V = 0,2 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{20} \frac{Ciclo}{cm} = 60 \frac{Ciclos}{min}$$

Entonces el caudal de aire que manejará la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$



$$Q = 9 \frac{L}{Ciclo} * 60 \frac{Ciclos}{min} = 540 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE14-M1BH-5J-QS-8

#### 4.7.5 Cilindro No 5. (Cilindro para el desfibrado de los cocos)

Este cilindro es utilizado para empujar el coco hasta hacer que unas cuchillas logren atravesarlo y a su vez terminar de separar la fibra de la concha del coco.

Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta la carrera y la fuerza necesaria para levantar la compuerta. (Ver Figura No 4.15.)

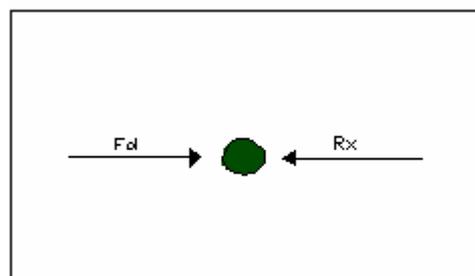


Figura No 4.15 Diagrama de fuerza del desfibrado del coco.

La fuerza de avance requerida se obtiene de los ensayos realizados en la tesis de grado “Diseño de una máquina desfibradora de cocos”, realizada en la universidad de Carabobo. (Ver ensayo de fuerza en el apéndice 3)

$$F_a = 7000 \text{ N}$$



Carrera = 40 cm

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DNG-125-400-PPV, ya que cumple con los requerimientos. (Ver apéndice 4)

### Selección de la Electroválvula

- El modelo del cilindro neumático es DNG-125-400-PPV
- El diámetro del émbolo es 125 mm.
- La carrera es de 400 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.

En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO se obtiene el consumo de aire (q) en l/cm de carrera.

$$q = 0,7 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,7 * 40 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 56 \frac{L}{Ciclo}$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 150 \text{ mm/s}$$



El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,15 m/s, y 1 ciclo es de 80 cm, se tiene que:

$$V = 0,15 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{80} * \frac{Ciclo}{cm} = 11,25 \frac{Ciclos}{min}$$

Entonces el caudal de aire que manejará la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$
$$Q = 56 \frac{L}{Ciclo} * 11,25 \frac{Ciclos}{min} = 630 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE14-M1BH-5J-QS-8

#### 4.7.6 Cilindro No 6. (Cilindro para la expulsión de la fibra).

Este cilindro es el encargado de sacar la fibra de las cuchillas. Para la selección de este cilindro solo se tomará en cuenta la carrera necesaria, ya que la fibra presentara una resistencia casi despreciable debido al roce al ser expulsado, ya que su peso es muy pequeño. (Ver Figura No 4.16.)

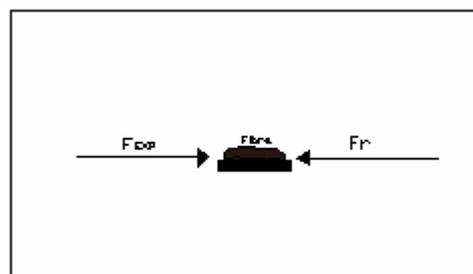


Figura No 4.16. Diagrama de fuerza de la expulsión de la fibra.



Carrera: 50cm

El actuador seleccionado en el catálogo FESTO es el modelo DSN-25-500-P, ya que cumple lo requerido. Este cilindro tiene fuerza de avance de 294,5 N. (Ver apéndice 4)

### Selección de la Electroválvula

- El modelo del cilindro neumático es DSN-25-500-P.
- El diámetro del émbolo es 25 mm.
- La carrera es de 500 mm.
- Presión de trabajo es 6 Bar.

En el diagrama de consumo de aire del catálogo de FESTO se obtiene el consumo de aire (q) en l/cm de carrera.

$$q = 0,027 \text{ l/cm (carrera)}$$

$$Q_{Ciclo} = q * Carrera * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 0,027 * 50 * 2$$

$$Q_{Ciclo} = 2,7 \frac{L}{Ciclo}$$

En el diagrama de velocidad en función del diámetro del catálogo de FESTO se obtiene la velocidad máxima teórica que puede alcanzar el cilindro en mm/s.

$$V = 680 \text{ mm/s}$$

El cilindro avanzará a una velocidad máxima de 0,68 m/s, y 1 ciclo es de 100 cm, se tiene que:



$$V = 0,68 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min} * 100 \frac{cm}{m} * \frac{1}{100} \frac{Ciclo}{cm} = 40,8 \frac{Ciclos}{min}$$

Entonces el caudal de aire que manejará la electroválvula es:

$$Q = Q_{Ciclo} * V$$
$$Q = 2,7 \frac{L}{Ciclo} * 40,8 \frac{Ciclos}{min} = 110,16 \frac{L}{min}$$

Se selecciona la electroválvula Compact Performance CPE10-M1BH-5J-M5

#### 4.8 Accesorios necesarios para los actuadores seleccionados

Tabla No 4.3. Accesorios para los actuadores.

Elemento	Accesorio
<b>DSNU-20-300-P-A</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/8-QS-3-RS-D</li><li>• Pies de fijación: HBN-20/25x1</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: KSZ-M8</li><li>• Racor: QSW-1/8-4</li></ul>



Elemento	Accesorio
<b>DSNU-8-10-P-A</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/8-QS-3-RS-D</li><li>• Pies de fijación: HBN-8/10x1</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: SG-M4</li><li>• Racor: QSML-M5-3-100</li></ul>
<b>DSN-12-200-P</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/8-QS-3-RS-D</li><li>• Pies de fijación: HBN-12/16x1</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: SG-M6</li><li>• Racor: CK-M5-PK-3</li></ul>



Elemento	Accesorio
<b>DNC-100-100-PPV</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/4-B</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: KSG-M20x1,5</li><li>• Sensor de pres.:SDE1-D10-G2-H18-L-P2-M</li><li>• Racor: CK-1/2-PK-13</li></ul>
<b>DNC-125-400-PPV</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/4-QS-8-RS-B</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: KSG-M27x2</li><li>• Racor: QSW-1/2-12</li></ul>
<b>DSN-25-500-P</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/8-QS-3-RS-D</li><li>• Pies de fijación: HBN-20/25x1</li><li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li><li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li><li>• Acoplamiento para vástago: KSZ-M10x1,25</li></ul>



Elemento	Accesorio
<b>DSN-25-500-P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula reguladora de caudal: GRLA-1/8-QS-3-RS-D</li> <li>• Pies de fijación: HBN-20/25x1</li> <li>• Kit de fijación para detectores: SMBS-1</li> <li>• Sensor magnético: SMEO-4U-K-LED-230</li> <li>• Acoplamiento para vástago: KSZ-M10x1,25</li> <li>• Racor: CK-1/8-PK-4</li> </ul>

#### 4.9 Otros Elementos Seleccionados.

Tabla No 4.4. Otros Elementos Seleccionados.

Detector Optoelectrónico: SOEG-RT-M18-NS-S-L
Tubo: PQ-AL-12x1x3000

Tabla No 4.5. Elementos Seleccionados de Marca Opto 22

Equipo (Modelo)	Descripción	Cantidad	Imagen
SNAP-PAC-R2	Controlador	1	



Equipo (Modelo)	Descripción	Cantidad	Imagen
SNAP-IDC5D	Modulo	5	
SNAP-OAC5-I	Modulo	1	
SNAP-ODC5A-I	Salida para Solenoide	3	
SNAP-PS24	Fuente de Energía	1	

#### 4.10 Esquema del programa que controlará el sistema

Tabla No 4.6 Descripción de las funciones de cada carta.

Nombre de la carta	Descripción	Nombre de la carta
POWERUP	Inicia las demás cartas.	POWERUP
ALARMA CILINDRO	Activa alarma por cilindros estancados	ALARMA CILINDRO
ALARMA TOLVA	Activa alarma por falta de cocos	ALARMA TOLVA

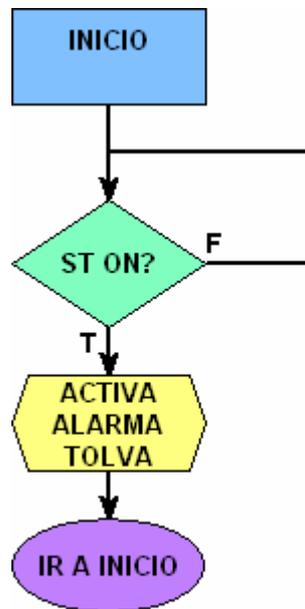


Nombre de la carta	Descripción	Nombre de la carta
BAND_TRANSP	Controla el encendido y apagado de banda transportadora.	BAND_TRANSP
CILINDRO1_COMPUERTA	Controla el movimiento del cilindro1 y de la compuerta 1	CILINDRO1_COMPUERTA
CILINDRO_5	Controla el movimiento del cilindro 5	CILINDRO_5
CILINDRO_COMPRESION	Controla el movimiento del cilindro de compresión.	CILINDRO_COMPRESION
EXP_FIBRA	Controla el movimiento del cilindro expulsor de fibra	EXP_FIBRA
PARADA_EMERGENCIA	Controla la parada de emergencia del sistema.	PARADA_EMERGENCIA

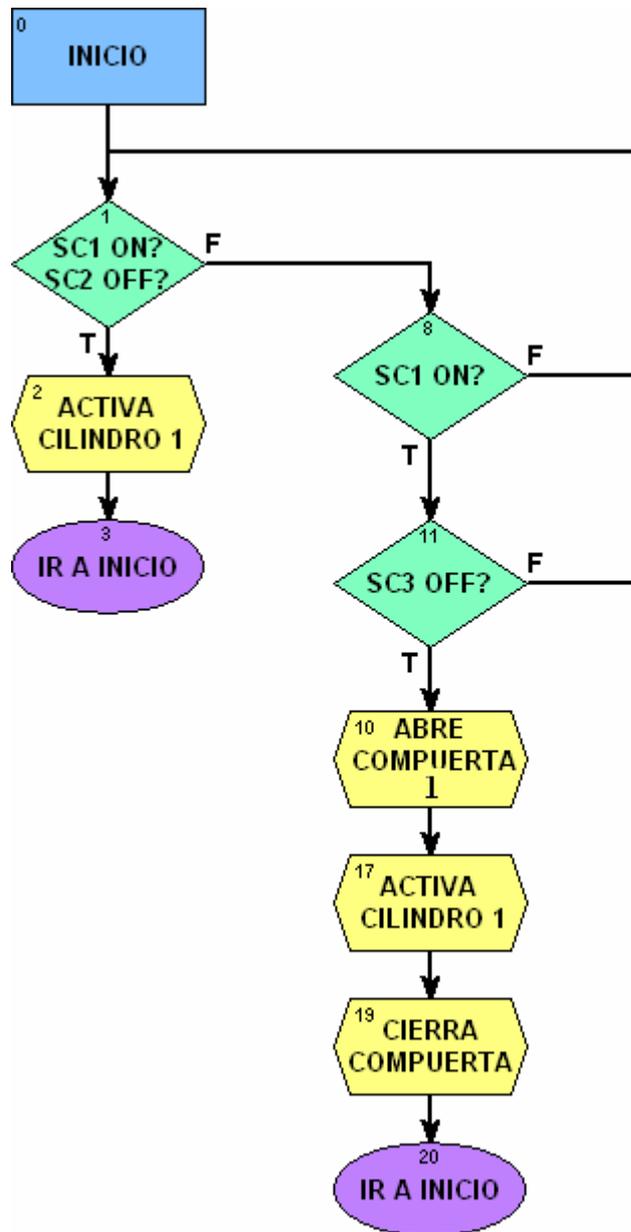
**Nota:** Toda la programación que contienen estas cartas se muestra en forma detallada en el anexo No 4.



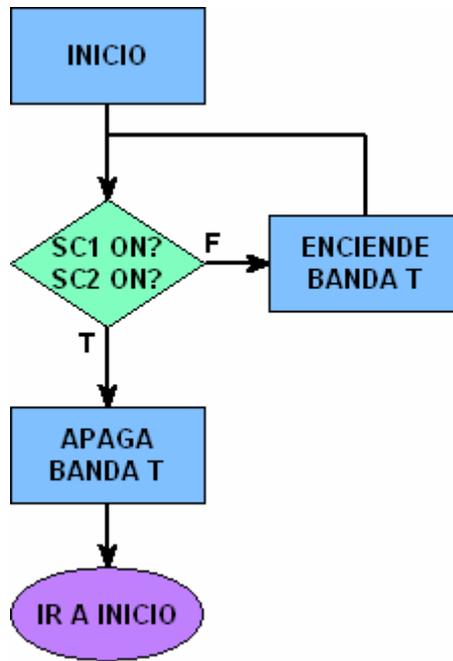
Esquema No 4.1. Alarma Cilindro.



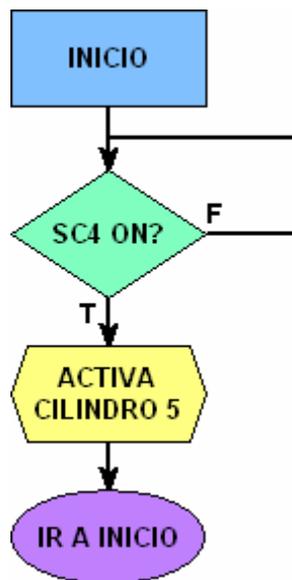
Esquema No 4.2. Alarma Tolva.



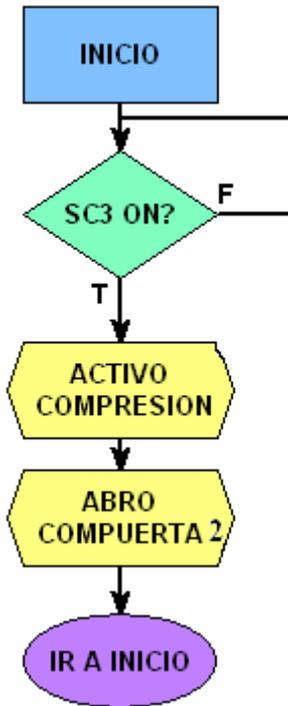
Esquema No 4.3. Cilindro 1, Compuerta 1.



Esquema No 4.4. Banda Transportadora.



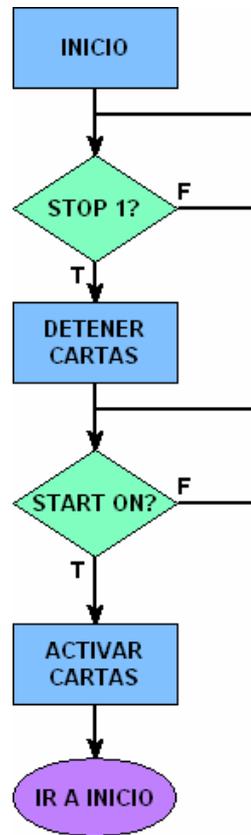
Esquema No 4.5. Cilindro 5.



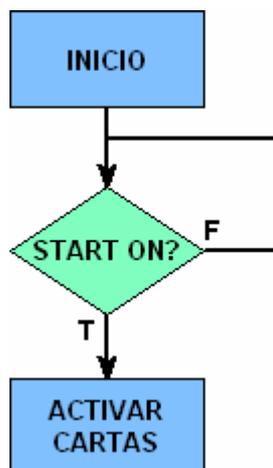
Esquema No 4.6. Cilindro Compresión.



Esquema No 4.7. Expulsión de Fibras.



Esquema No 4.8. Parada de Emergencia.



Esquema No 4.9. Power Up.



#### 4.11 Diseño del sistema de desfibrado.

El dispositivo diseñado cuenta con dos etapas, la de compresión y la de desfibrado, cada etapa esta diseñada para procesar dimensiones de (13 – 9 cm) de ancho y (23 – 18 cm) de alto. El diseño responde a la necesidad de procesar una fruta a la vez, así como comprimir la fruta para facilitar la extracción del mesocarpio (fibra) del endocarpio (cáscara) en el tiempo de ciclo establecido.

##### 4.11.1 Ducto de entrada de los cocos.

El ducto de entrada esta compuesto por 4 láminas de acero inoxidable planas, que permite la entrada y salida del coco, conteniendo así un máximo de 6 frutas correspondientes a las dimensiones del coco a procesar. Este ducto permite el reordenamiento de las frutas proveniente de la banda transportadora para luego se comprimida, ejerciendo una fuerza de fricción a la fruta poco considerable. Se visualiza el ducto de entrada en la Figura No 4.17.

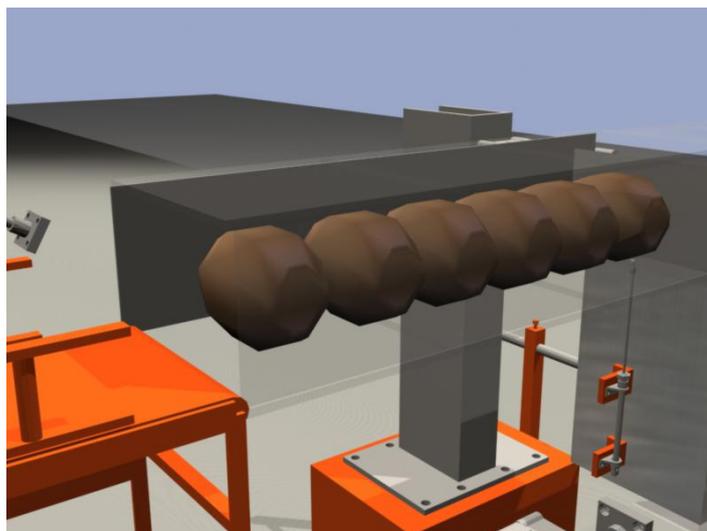


Figura No 4.17. Cocos en el ducto de entrada.



Se considera que el elemento está en contacto directo con la fruta soportando una carga, el material seleccionado debe ser el adecuado para estar en contacto con alimento, además debe ser capaz de resistir una carga propia de su función.

Por requerimiento de funcionamiento, las dimensiones del ducto están determinadas en base a las fruta a procesar, tal como se muestra a continuación:

$$L_{Ducto} = (No\_Cocos) * b \text{ (Ec. 4.3)}$$

No\_cocos: Cantidad de coco que puede contener el ducto.

b<sub>Ducto</sub> : Ancho máximo de la fruta.

Siendo la longitud del ducto:

$$L_{Ducto} = 78\_cm$$

El Ancho del ducto se determina de acuerdo a la altura máxima de la fruta a procesar

$$A_{Ducto} = 23\_cm$$

La carga máxima de 72 N es el resultado de los 6 cocos que puede contener el ducto y el peso máximo de 1.2 kg/coco.

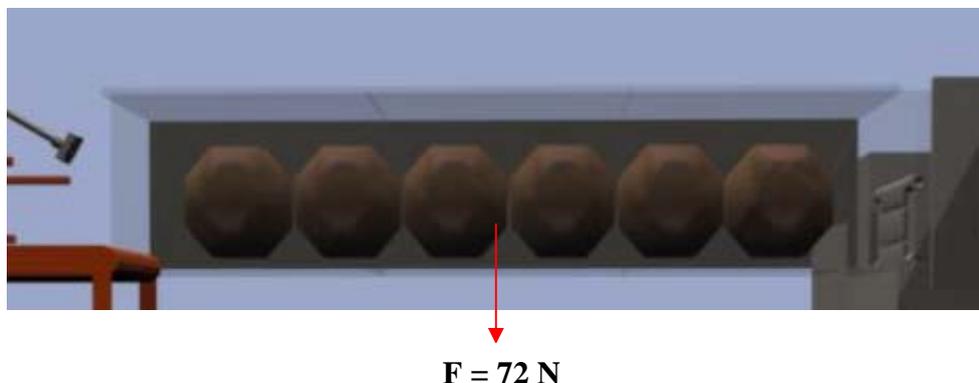


Figura No 4.18. Carga aplicada a la lámina inferior del ducto de entrada.



El procedimiento que se describe a continuación es tomando en cuenta las dimensiones de la sección transversal y validando los resultado en la ecuación del criterio de falla de Gerber, “la cual sigue ciertamente mejor la tendencia de los puntos reales de falla debido a esfuerzos alternativos, Faires V., 1970, Diseño de elementos de maquina, Página 139-140.”

Para determinar el esfuerzo producción por el momento flector en éste elemento se utiliza la ecuación 4.4.

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M * c}{I} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Donde:

M: Momento flector

$$M_1 = M_2 = 7020Nm$$

Se consideró como F, la mayor máxima producto de la suma de los peso por cada fruta en el ducto, teniendo como base que cada fruta tiene su peso máximo.

El brazo de esta fuerza viene dado por la mínima distancia entre el empotramiento a la línea de acción de la fuerza F, siendo igual a L = 390 mm.

I: Momento de inercia respecto al eje Z, de acuerdo a la ecuación 4.5.

$$I = \frac{W * h^3}{12} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$I = 2054mm^4$$



El esfuerzo a flexión es:

$$\sigma_{Flexion} = 8.11MPa$$

El esfuerzo de corte máximo se determina por la ecuación 4.6.

$$\sigma_{Corte} = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 4.6})$$

$$\sigma_{Corte} = 0.038MPa$$

En este punto es preciso definir el material a utilizar para fabricar este y los otros elementos mecánicos que conforman el diseño, siendo el material adecuado por su resistencia a medios corrosivos y su alta resistencia a esfuerzos, es como ya se menciona antes el acero inoxidable en específico AISI 304, siendo éste el material más utilizado en los equipos que están en contacto con productos alimenticios, fabricado en nuestro país, con costo accesibles. Las propiedades y descripción del material se pueden ver en el anexo 5.

Para el estudio del comportamiento del elemento a carga fluctuantes se determino unos esfuerzos equivalentes medios y alternos por las ecuaciones de esfuerzos efectivo para dos dimensiones de la teoría de Von Mises-Hecky; el esfuerzo permisible por efecto de la fatiga de acuerdo a los factores de superficie, tamaño y carga que afectan, la combinación de estos esfuerzos y la resistencia del material se relacionan en la ecuación para el criterio de fallas de Gerber que tiene una mayor aproximación a las condiciones de falla de elementos sometidos a estados de esfuerzos alternados, tal como se sustento anteriormente.



Esfuerzos combinados de Von Mises.

$$\sigma_{\text{Equivalente-Medio}} = \sqrt{\sigma_{\text{Medio}}^2 + 3\tau_{\text{Medio}}^2} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

$$\sigma_{\text{Equivalente-Alternado}} = \sqrt{\sigma_{\text{Alternado}}^2 + 3\tau_{\text{Alternado}}^2} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

Esfuerzo de resistencia a la fatiga

$$\sigma_{\text{Permisible-por-Fatiga}} = \sigma * K_{a-\text{superficie}} * K_{C \text{ arg } a} * K_{E-\text{corrosion-por-apriete}} * K_{\text{Concentrador-de-Esfuerzo}}$$

(Ec. 4.9)

$$\sigma = 0.54 * S_{\text{Ultimo}}$$

$$K_{\text{Superficie}} = a * S_{\text{Uti lim o}}^b$$

Donde para materiales maquinados o estirados en frío.

a = 4.51 (Acabado Superficial)

b = -0.265 (Estirado en Frío)

Para diámetros equivalentes de  $2.79 \leq d \leq 51mm$

$$K_{C \text{ arg } a} = 1, \text{ para cargas que generan flexión.}$$

El proceso se puede observar en la hoja de cálculo en el anexo 1. Donde se obtuvieron los siguientes resultados.

$$\sigma_{\text{Equivalente-Alternado}} = 4.05MPa$$



$$\sigma_{\text{Equivalente-Medio}} = 4.05MPa$$

Y el límite de resistencia a fatiga del material tomando en cuenta los factores de carga, tamaño y superficie, según la ecuación 4.9. (Ver anexo 1) es:

$$\sigma_{\text{permisible-por-fatiga}} = 168.80MPa$$

Con las dimensiones del elemento y los valores de esfuerzos equivalentes medio, alternados, el límite de resistencia del material a la fatiga, el esfuerzo último del material y el factor de seguridad, se comprobó que cumpliera con la ecuación de Gerber, ecuación 4.10. Esto permitió tomar las dimensiones de la sección transversal de (780x230) mm como satisfactorias.

$$\left( \frac{n * \sigma_{\text{Equivalente-alternativo}}}{\sigma_{\text{Fatiga}}} \right) + \left( \frac{n * \sigma_{\text{Equivalente-Medio}}}{S_{\text{Ultimo}}} \right)^2 = 1 \quad (\text{Ec. 4.10})$$

#### 4.11.2 Cuchillas de desfibrado.

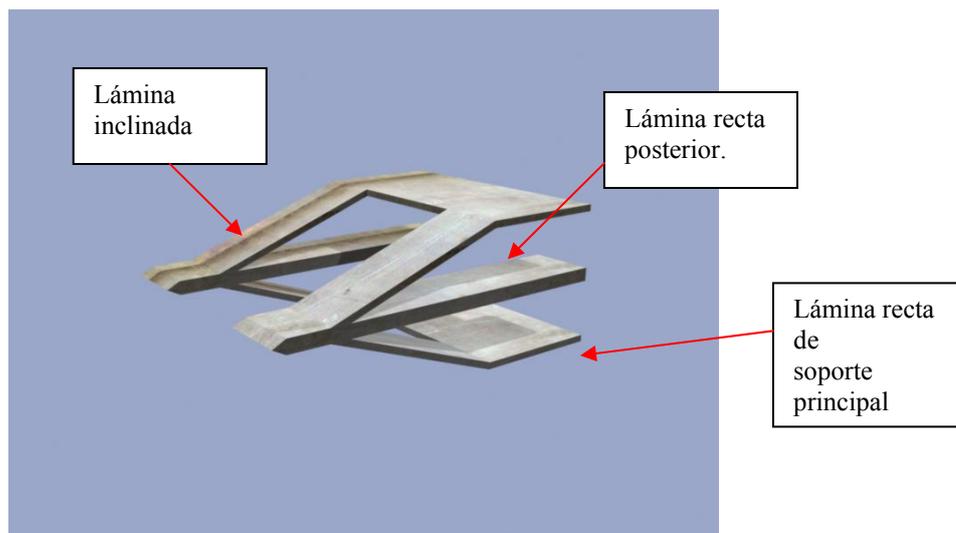


Figura No 4.19. Cuchillas de Desfibrado del coco.



Las cuchillas están compuestas por 4 láminas planas y 4 láminas inclinadas un ángulo de 20 ° con respecto a la horizontal, las láminas rectas de soporte principal son de ½ pulg., 6 cm de ancho y 34.7 cm de largo, estas son las encargadas de soportar toda la carga ejercida para lograr el desfibrado de la fruta. Los extremos de la lámina tienen las puntas afiladas para facilitar la penetración en los extremos del coco. Tal como se muestra en la Figura No 4.20.

Estas cuchillas desfibradoras son factibles de fabricar, a pesar de tener una configuración compleja (Ver Figura No 4.19) las láminas inclinadas se unen a las láminas de soporte principal y las láminas posteriores por medio de líneas de soldadura (Ver anexo 2) , donde se toman en cuenta los aspectos dimensionales (Ver planos de cuchillas) para tener un resultado final como se muestra en la Figura No 4.19 y cumpla con su función. En este punto es importante acentuar que las láminas inclinadas sirven de guía para separar la capa fibrosa de la cáscara mediante la constante aplicación de la fuerza a la drupa, no soportando ninguna carga considerable debido a la débil adhesión que tiene la capa fibrosa a la cáscara producto de la compresión del fruto.



**Figura No 4.20.** Lámina de soporte principal penetrando a los extremos del coco



Una vez que se encuentra penetrada la lámina de soporte principal entre los extremos del coco y el cilindro neumático ejerza la fuerza para llevar la drupa dentro de las cuchillas, las láminas inclinadas abrirán el mesocarpio (Capa fibrosa) que rodea al coco de tal manera que este quede desfibrado por completo. Tal como se muestra en la Figura No 4.21.



**Figura 4.21.** Desfibrado del coco por medio de las láminas inclinadas.

La lámina de soporte principal esta sometida a cargas fluctuantes en la dirección axial, por lo que su diseño se basa en la resistencia que deben poseer en cuanto al análisis de fatiga, pandeo y esfuerzo cortante.

**Estudio de Pandeo:** La lámina de soporte principal que es filosa por unos de sus extremos, es un elemento que esta cargado centralmente a compresión, por lo que un tipo de falla o rotura podría deberse a su inestabilidad, llamada también pandeo. A continuación se verifica la resistencia del elemento a este tipo de falla.

En la Figura No 4.22. se muestra la carga a la cual se encuentra sometido el elemento.



El elemento es considerado resistente a este tipo de falla si de la ecuación 4.11 el factor de seguridad resultante es mayor o igual a 3, esto según el factor de seguridad de diseño seleccionado anteriormente para cada uno de los elementos a diseñar.

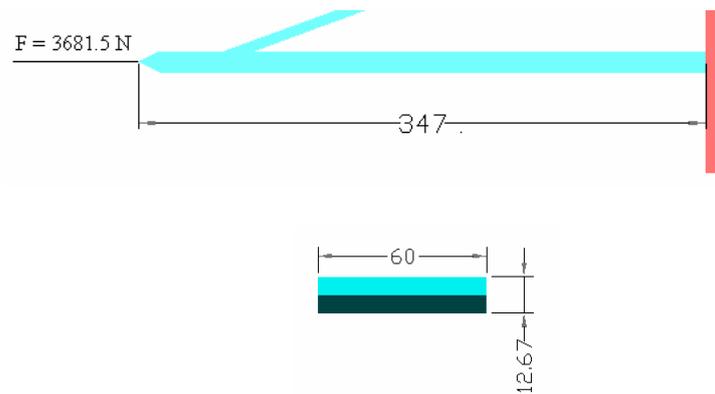


Figura No 4.22. Lámina de soporte principal sometida a carga

$$N = \frac{F_{cr}}{F} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

$F_{cr}$ : Carga crítica, que origina que la columna este en el punto de iniciación de pandeo.

$F$ : Carga aplicada sobre la sección transversal de la lámina de soporte principal.

La relación de esbeltez de la columna viene dada por la ecuación 4.12.

$$Sr = \frac{l_e}{K} \quad (\text{Ec. 4.12})$$



Donde:

Sr: Relación de esbeltez de la columna.

Le: Longitud efectiva de la columna (según se el caso)

K: Radio de giro mínimo de la sección recta.

El radio de giro viene dado por la ecuación 4.13.

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (\text{Ec. 4.13})$$

Donde:

I: Momento de inercia de la sección transversal de la barra.

Para una sección transversal rectangular en momento de inercia se calcula por la ecuación 4.14:

$$I = \frac{b * h^3}{12} \quad (\text{Ec. 4.14})$$

Cuyo resultado es:

$$I = 10,169.50mm^4$$

Para una columna del tipo empotrado en un extremo y libre en el otro la longitud efectiva y la carga crítica viene dado por:

$$Le = 2l = 2 * 347.01 = 694.02 \text{ mm}$$

$$Fcr = \frac{\pi^2 * E * I}{4 * l}$$



Donde:

l: longitud de la lámina de soporte principal.

E: Modulo de elasticidad del material de la columna o modulo de Young

La ecuación de columna de Euler 4.15. es valida para  $Sr \geq (Sr)_D$

$$(Sr)_D = \pi \sqrt{\frac{2 * E}{S_y}} \quad (\text{Ec. 4.15.})$$

$$(Sr)_D = 119.00$$

El área de la sección circular viene dado por la ecuación 4.16.

$$A = b * h = 760.2mm^2 \quad (\text{Ec. 4.16})$$

Sustituyendo en la ecuación 4.17 se tiene el radio de giro:

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} = 3.657mm \quad (\text{Ec. 4.17})$$

La relación de esbeltez vendría dado por:

$$Sr = \frac{l}{K} = 189.77$$

Por lo tanto  $Sr \geq (Sr)_D$  (cumple con tal ecuación 4.15)

La carga crítica de pandeo será calculada por la siguiente ecuación de Euler:

$$Fcr = \frac{\pi^2 * E * I}{4 * l}$$



Donde:

$E = 189 \cdot 10^9$  Pa (Modulo de Young del material)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{4 * l} = \frac{(3.14)^2 (1.93 * 10^{11}) (10,169.5)}{4 * (347.01)} = 13,940.97 N$$

Dado que la carga aplicada es de 3681.5 N, sustituyendo en la ecuación 4.11, se tiene un factor de seguridad de 3.78, por lo que el diseño del elemento resiste al pandeo. A pesar de estar cercano al factor de seguridad establecido de 3 se considera necesario para garantizar el corte adecuado que permita la separación del mesocarpio (fibra) del endocarpio (cáscara) teniendo en cuenta que el cilindro de desfibrado se selecciono tomando en consideración ensayos sobre cuchillas que penetraban en los extremos del coco, pero sin antes pasar por la compresión de la fruta; para este proceso, la fruta es comprimida lo que garantiza que la separación de la capa fibrosa se lleve a cabo aplicando una menor fuerza, es decir que tanto el cilindro como la láminas de soporte principal están sobrediseñadas.

#### 4.12 Diseño de las juntas soldadas.

Unos de los medio de unión utilizados para éste proyecto, es la realizada por soldadura. En esta, sección se definen las características dimensionales de la soldadura. Considerándola como una línea recta, para la simplificación de los cálculos.

Los pasos a seguir que a continuación se presentan, son obtenidos del texto “Design of welded structures” por Omer W. Blodgett.



El electrodo a utilizar para el diseño es de tipo *AWS E-308L-15* de 1/8 de pulgada (Ver anexo 5) por ser este uno de los populares en el mercado y el más utilizado para construcciones de acero inoxidable AISI 304. Además, brinda una resistencia de fluencia de 57 kpsi (393 MPa), lo cual depende del material a soldar y el espesor del mismo. Por lo tanto, se debe calcular la fuerza resultante aplicada sobre el cordón de soldadura para determinar así la altura de garganta necesaria.

Para el sistema diseñado se estudiará el caso de las soldaduras más críticas. A continuación se presenta el estudio realizado en la unión de los soporte del cilindro desfibrador y la lámina de soporte de los tornillos, por la acción aplicada de las cargas. En las hojas del anexo 2, se muestra el análisis resistivo de las uniones soldadas restantes que fueron analizadas según sus cargas aplicadas.

#### **4.12.1 Juntas soldadas en la barra del cilindro desfibrador**

En la figura 4.18. se puede observar una barra con una carga ubicada considerando la condición mas critica, la cual consiste en colocar la carga máxima resultante en el extremo opuesto del empotramiento de las extensiones y totalmente flexionante, aun cuando estás en realidad ocurren aproximadamente en el punto medio de estas y perpendiculares al área de contacto. A partir de estas consideraciones se obtiene una fuerza cortante sobre el cordón de soldadura y un momento producido por F. Esta fuerza (F) representa la carga máxima de 7363 N que fue el resultado de los ensayos obtenidos (Ver anexo 3)



De acuerdo a la figura se puede tener una fuerza cortante primaria cuya magnitud es:

$$\tau^1 = \frac{F}{A}$$

El momento M produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas, que viene expresado por:

$$M = Z * F$$

$$\tau^2 = \frac{My}{I}$$

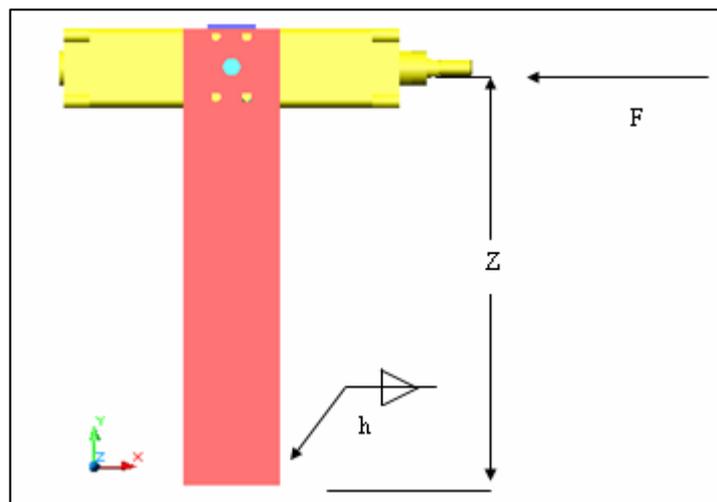


Figura No 4.23. Fuerza aplicada sobre la barra del cilindro desfibrador

Por lo tanto una representación equivalente de la figura 4.22. se muestra en la figura 4.23, donde la junta soldada se somete a esfuerzos de corte y de flexión resultante del estado de carga.

La forma de unión de la soldadura se observa en la Figura No 4.24.

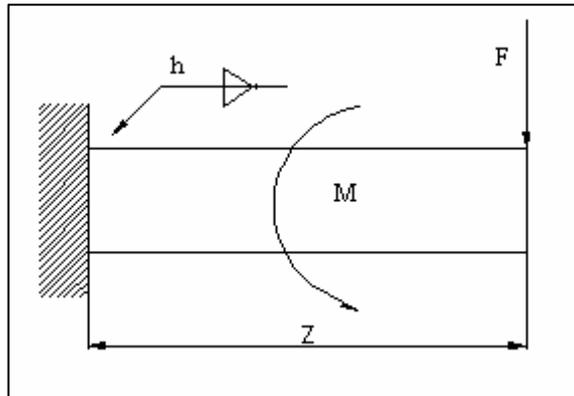


Figura 4.24. Representación equivalente.

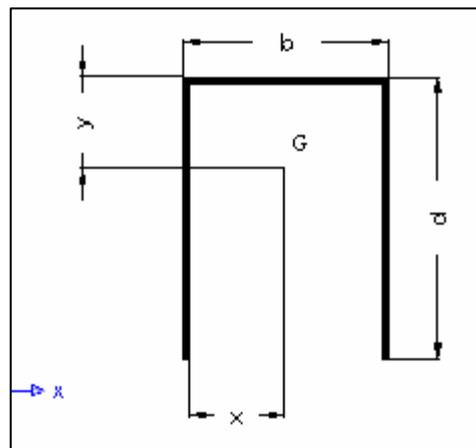


Figura No 4.25. Forma de la soldadura.

Para determinar el área de garganta de soldadura se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = 0.707h(b + 2d)$$

La distancia desde el centro de gravedad hasta la fibra mas alejada es:



$$y = \frac{d^2}{b + 2d}$$

El momento unitario de área de soldadura se calcula con la ecuación siguiente:

$$I_U = 2\frac{d^3}{3} - 2d^2y + (b + 2d)y^2$$

Por lo tanto la fuerza resultante aplicada sobre el cordón de soldadura es:

$$\tau_R = \sqrt{(\tau^1)^2 + (\tau^2)^2}$$

Teniendo como datos:

$$F = 7363 \text{ N}$$

$$Z = 0.7 \text{ m}$$

$$b = 0.185 \text{ m}$$

$$d = 0.16 \text{ m}$$

Se tiene que:

$$A = 3.391 * 10^{-3} m^2$$

$$\tau^1 = 2,171,335.88 Pa (\text{Máximo})$$

$$M = 5154.1 Nm$$

$$\checkmark = 0.050 \text{ m}$$

$$I_U = 1.433 * 10^{-3} m^4$$

$$I = 0.707hI_U = 9.624 * 10^{-6} m^4$$



Se tiene que:

$$\tau^2 = 26.777.327,51Pa$$

Por lo que la resultante viene dada por:

$$\tau_R = 26.952.822,94Pa$$

Por lo tanto el esfuerzo máximo existente en la soldadura viene expresado por:

$$\tau_R = \tau_{m\acute{a}x} = 26.952.822,94Pa$$

Para soldaduras sometidas a fatiga se debe cumplir que  $\tau_{max} \leq (\tau_{m\acute{a}x})_{permisible}$ , en donde el esfuerzo de fatiga máximo permisible viene dado por la ecuación 4.21

$$(\tau_{m\acute{a}x})_{permisible} = \frac{\tau_{st}}{1 - k} \quad (\text{Ec. 4.21})$$

$$K = \frac{\tau_{m\acute{i}n}}{\tau_{m\acute{a}x}} = 0$$

Dado que  $\tau_{m\acute{i}n} = 0$  N, entonces  $K = 0$ .

Según la Tabla A.5.2., del anexo 5, en el programa A, la configuración de la junta soldada es la (11) y la categoría (E). Con estos datos y un ciclo de vida mayor a  $2 \times 10^6$  ciclos se tiene que  $\tau_{st} = 34.473.786,47Pa$ .



Dado que el esfuerzo máximo (26.952.822,94Pa) es menor que el esfuerzo máximo por fatiga permisible la cual es (34.473.786,47Pa) se puede asegurar que la soldadura soporta el estado de carga.

En conclusión la soldadura con el electrodo seleccionado para las extensiones de la barra del cilindro desfibrador resiste el estado de carga siempre y cuando el espesor de soldadura sea mayor o igual a  $9,5 * 10^{-3} m$

#### **4.13 Diseño y selección de las uniones atornilladas**

Uno de los medios de unión utilizados en el diseño de la máquina, es la realizada por medio de pernos (Tornillos). La ventaja que poseen estos sobre las soldaduras es que pueden armarse y desarmarse las piezas a unir como si fueran rompe cabeza.

Los estudios de tornillos que se realizaron en esta tesis, corresponde a las uniones consideradas más importantes y críticas en el funcionamiento y ensambles de la máquina. En las hoja del anexo 2 se muestran los cálculos realizados para las uniones atornilladas más relevantes.

#### **4.14 Juntas atornilladas a la lámina de la barra del cilindro desfibrador**

Esta es un elemento que se encuentra unido a la barra del cilindro desfibrador que sirve de soporte, esto lo hace a través de 3 (tres) tornillos ubicados tal como



se muestra en la figura de los cálculos de las juntas atornilladas del anexo 2. La cantidad de tornillos y su ubicación se realizó tomando en cuenta que su función principal es evitar que los miembros de la junta se muevan transversalmente. Dado que la carga transversal se considera insignificante se procedió a seleccionar dichos elementos según aspectos comerciales y económicos, siempre y cuando su material sea de acero aleado. Por lo tanto los tornillos de unión utilizados son M20x2.5 de grado 6, según la fijación SAE para pernos de acero.

Los tornillos seleccionados para la unión entre el bastidor y la columna que sirve de base a la copa fueron seleccionados bajo las mismas condiciones consideradas anteriormente, por lo cual los tornillos utilizados para estas juntas son de M20x2.5, de grado 6, según la fijación SAE para pernos de acero. Los cálculos restantes de las uniones se muestran en el anexo 2 de las juntas atornilladas.

#### **4.15 Proceso de obtención del carbón activado a partir de la cáscara del coco. (Segunda Etapa)**

El proceso consta de las siguientes etapas:

1. Secado Forzado.
2. Molienda del producto seco.
3. Transporte de la molienda al tratamiento térmico.
4. Tratamiento térmico del material (Carbonización y activación).
5. Transporte del carbón activado en su forma (granular y en polvo).
6. Envasado del carbón activado.



#### **4.15.1 Secado Forzado.**

En ésta etapa la cascara del coco es incinerada para eliminar algún tipo de humedad que pueda tener la cascara y además facilitar el proceso de molienda, ya que disminuye la dureza del material.

#### **4.15.2 El proceso de molienda.**

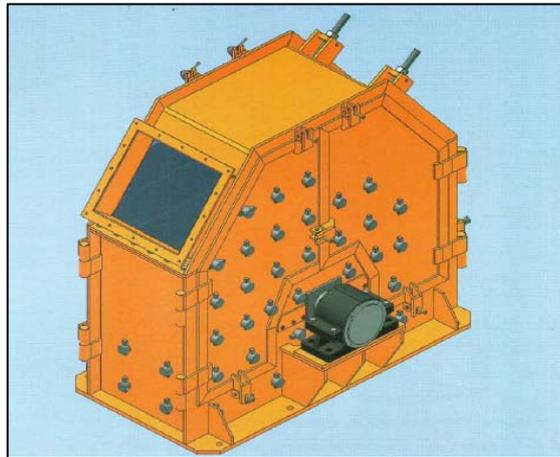
##### **Selección del Molino**

El proceso de molienda se realizará en un molino con la capacidad necesaria para poder moler la cáscara del coco seca de manera eficiente y con la granulometría establecida, para que pueda mantener la velocidad de alimentación requerida por el horno rotatorio, además, que pueda trabajar por pausas y que no esté en operación constante.

El molino tiene como función principal reducir el volumen de la materia prima para que la alimentación al horno rotatorio sea la óptima, además poder definir el tamaño de grano que se quiera para el carbón activado. Por tanto, el molino debe tener una gran capacidad de alimentación. Como la materia a moler se considera rígida y a su vez blanda, para el sistema de molienda la reducción del área será una disminución exponencial de la sección, hasta llegar al de un tamaño requerido; además, debe tener una malla para que el material a la salida sea uniforme.



Se selecciono un molino impactador tipo **MIS-20**, fabricada por la empresa **DISMET LTDA**, ubicada en Bogotá, Colombia. (Ver Figura No 4.26.)



**Figura No 4.26.** Molino de Impacto tipo MIS

Fuente: <http://www.dismet.com/industrial/molinosimpacto.html>

**Tabla No 4.7.** Características de los distintos molinos de impacto tipo MIS.

Molino	Producción Ton/día	Potencia HP	Peso Kg	Alimentación Max.mm	Rpm	Giro
MIS-20	15-25	25	2500	100	800	ÚNICO
MIS-40	25-50	50	5100	150	800	ÚNICO

**Ventajas.**

- Mantenimiento muy reducido.
- Producción de materiales altamente cúbicos.
- Elevada producción con bajo consumo de energía.



- Martillo con doble cara de trabajo y graduable.
- Menor rechazo, aumento del material valido en la primera pasada.
- Posee un sistema de regulación entre las soleras y el rotor para aumentar la producción del material requerido.
- Dispone de cuatro placas de acceso para un cómodo cambio de martillos o de placas de impacto.
- Chumaceras robustas con sellos de laberintos.

#### 4.15.3 Transporte de la concha molida.

Se diseño una rosca transportadora con las siguientes características, para transportar la concha de coco molida en sus diferentes tamaños (granular o en polvo).

Tabla No 4.8. Características de la Rosca Transportadora

<b>Diámetro de la Rosca (D)</b>	14''
<b>Velocidad (N)</b>	28.72 rpm
<b>Potencia del Motor</b>	3HP
<b>Diámetro del tubo</b>	2 1/2''

#### 4.15.4 Tratamiento térmico del material (Carbonización y activación)

##### Selección del Horno Rotatorio.

El proceso de carbonización-activación se llevará a cabo en el horno rotatorio, el cual operará de manera continua y solo podrá ser suspendido al realizar labores



de mantenimiento general. El proceso de activación tiene como objetivo crear en la superficie del carbón muchos poros u orificios microscópicos que van a atraer a las moléculas de diferentes sustancias. En el presente proceso se usará un tipo de activación física con vapor de agua.

Se seleccionó la activación física del carbón con vapor de agua por ser un proceso más económico y menos corrosivo, aunque en la actualidad existen hornos que pueden funcionar para cualquiera de los dos métodos de activación. Además que debe poder manejar como mínimo el volumen de material con el cual se pueda satisfacer los requerimientos de carbón activado de nuestro país.

En los cálculos para la selección de la banda transportadora se estableció que un horno que sea capaz de manejar un volumen de unas diez ton/día no solo cumpliría con los requerimientos de carbón activado, sino, que estaría dándose un amplio margen para algún futuro aumento de la producción.

Cabe destacar que este tipo de hornos aunque funcionen perfectamente para obtener carbón activado, no son diseñados para este fin, sino que son diseñados como hornos cementeros, proceso en el cual se requiere una producción mucho más alta que la de carbón activado, motivo por el cual, cualquiera de los hornos que se seleccionen para nuestro diseño estará altamente sobrediseñado.

La empresa que provee el horno rotatorio otorga un método de selección del mismo basándose en el material que estos van a manejar, en la potencia requerida o en el volumen a manejar.

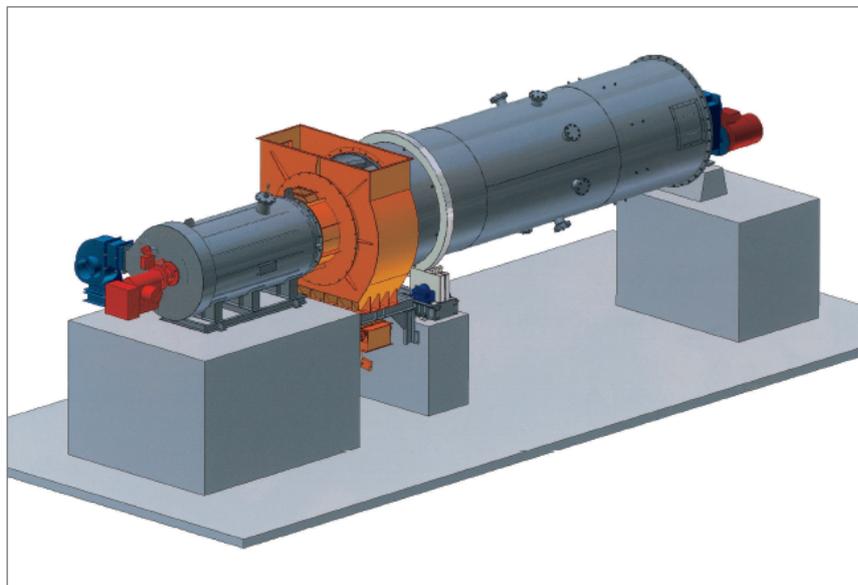


En este caso seleccionaremos en base al volumen a manejar por el sistema. Se selecciona un horno tipo: **DOUBLE SHELL DRYER**, de 1,4m de diámetro. (Ver Detalles en apéndice 4)



**Figura No 4.27.** Horno Rotatorio Seleccionado (Modelo DOUBLE SHELL DRYER)

**Fuente:** [www.cemtec.at/fileadmin/pdf/dryer\\_en.pdf](http://www.cemtec.at/fileadmin/pdf/dryer_en.pdf)



**Figura No. 4.28.** Modelo en 3D del horno Rotatorio Seleccionado.

**Fuente:** [www.cemtec.at/fileadmin/pdf/dryer\\_en.pdf](http://www.cemtec.at/fileadmin/pdf/dryer_en.pdf)



Este horno es el más apropiado, ya que con él se puede obtener el carbón activado por los dos medio existentes (físico y químico), debido a que tiene la función de rociar vapor de agua, que es necesario en la segunda etapa del método de activación física.

#### 4.15.5 Transporte del carbón activado en su forma (granular y en polvo)

Se diseño una Rosca Transportadora con las siguientes características, para transportar el carbón activado en sus diferentes tamaños.

Tabla No 4.9. Características de la Rosca Helicoidal

<b>Diámetro de la Rosca (D)</b>	14''
<b>Velocidad (N)</b>	5.7 rpm
<b>Potencia del Motor</b>	1HP
<b>Diámetro del tubo</b>	2 ''



## CAPÍTULO V

### ESTUDIOS ECONÓMICOS

#### 5.1 Estimación de los Flujos Monetarios.

En todos los proyectos de investigación es vital la realización de un estudio de costos o evaluación económica que permita determinar la rentabilidad y viabilidad de la realización del mismo.

Los flujos monetarios, se refieren a las entradas y salidas de dinero que se producen al poner en marcha un proyecto y a lo largo de la operación del mismo.

Para la evaluación de este proyecto se considerará que las máquinas operarán durante un turno de trabajo que es equivalente a 8 horas diarias, a excepción de la máquina desfibradora, la cual operara durante dos turnos de trabajo al día, para así satisfacer los requerimientos del proyecto.

#### 5.2 Capital Fijo. (CF)

Esta sección del estudio económico comprende la porción de la inversión inicial destinada a la compra de activos fijos tangibles y a la compensación de los activos fijos intangibles.



### 5.2.1 Activos Fijos Tangibles. (AFT)

Se consideran activos fijos tangibles aquellos gastos en los que se incurre para la instalación física de la planta.

#### 5.2.1.1 Requerimiento de Maquinarias y Equipos.

Para la puesta en marcha del proyecto, se requiere invertir en el acondicionamiento y la compra de un conjunto de equipos y de maquinarias indispensables para el proceso.

En la Tabla 5.1 se muestra la lista de precios de cada uno de los equipos y de la maquinaria requerida para el proyecto, Los costos de estos equipos fueron solicitados a los fabricantes y/o distribuidores de dichos productos y algunas de las cotizaciones en forma más detallada se muestran en el apéndice 4 y 5.

**Tabla No 5.1** Lista de Precios de los equipos seleccionados.

<b>Equipo</b>	<b>Costo (Bs F)</b>
Total de Equipos Fiesto	16.650
Banda Transportadora de máquina desfibadora	15.000
Estructura de máquina desfibadora	9.000



Equipo	Costo (Bs F)
Mallas para la selección del fruto	4.000
Tolva	14.000
Sistema Modular (opta 22)	2.888
Horno Rotatorio	300.000
Roscas Helicoidales de horno rotatorio	50.000
Molino	12.000
<b>Total de Equipos</b>	<b>423.438</b>

### 5.2.1.2 Accesorios.

El costo por concepto de accesorios se ha estimado en 2% del costo total de adquisición de maquinarias y equipos.

$$C_{(accesorios)} = Ct_{(maquinarias\ y\ equipos)} \times 2/100 \text{ (Ec. 5.1)}$$

$$C_{(accesorios)} = 8.468,76 \text{ Bs F}$$

### 5.2.1.3 Costo de Adaptación e Instalación de Equipos.

Los costos por concepto de adaptación e instalación de equipos se estimarán en 2% del costo total de adquisición de maquinarias y equipos.



$$C_{(adaptación\ e\ instalación)} = Ct_{(maquinarias\ y\ equipos)} \times 2/100 \text{ (Ec. 5.2)}$$

$$C_{(adaptación\ e\ instalación)} = 8.468,76 \text{ Bs F}$$

En la Tabla 5.2 se muestran el total correspondiente a los activos fijos tangibles, calculados mediante la siguiente ecuación.

$$AFT = R_{(requerimiento\ de\ maquinarias\ y\ equipos)} + C_{(accesorios)} + C_{(adaptación\ e\ instalación)} \text{ (Ec. 5.3)}$$

Tabla No 5.2 Total de los activos fijos tangibles.

Concepto	Valor (Bs F)
Requerimiento de maquinarias y equipos	423.438
Costo de accesorios	8.468,76
Costos de adaptación e instalación	8.468,76
<b>Total</b>	<b>440.375,52</b>

### 5.2.2 Activos Fijos Intangibles. (AFI)

En esta sección se estudian los costos que no son considerados como activos fijos tangibles, pero que influyen de igual manera en el valor correspondiente al capital fijo.



### 5.2.2.1 Estudios y Proyectos de Ingeniería.

Se considero el costo generado para la puesta en marcha del proyecto por concepto de estudios y proyectos de ingeniería necesarios para la realización del mismo a un 1% de la inversión en maquinarias y equipos.

$$C_{(estudios\ y\ proyectos\ d\ ingeniería)} = Ct_{(maquinarias\ y\ equipos)} \times 1/100 \text{ (Ec. 5.4)}$$

$$C_{(estudios\ y\ proyectos\ d\ ingeniería)} = 4.234,38 \text{ Bs F}$$

### 5.2.2.2 Imprevistos.

Siempre en todo proyecto se debe tomar en cuenta el costo por imprevistos, debido a que nunca se tomaran en cuenta todas y cada una de las variables que influyen en los costos por activos fijos tangibles. Para realizar un estimado, se asumió el costo por imprevistos en 2% de la inversión en la compra de maquinarias y equipos.

$$C_{(imprevistos)} = Ct_{(maquinarias\ y\ equipos)} \times 2/100 \text{ (Ec. 5.5)}$$

$$C_{(accesorios)} = 8468,76 \text{ Bs F}$$

En la Tabla 5.3 se muestra el total correspondiente a los activos fijos intangibles.



$$AFI = C_{(estudios\ y\ proyectos\ d\ ingeniería)} + C_{(imprevistos)} \text{ (Ec. 5.6)}$$

Tabla No 5.3 Total de activos fijos intangibles.

Concepto	Costo (Bs F)
Estudios y proyectos de ingeniería	8468,76
Imprevistos	8468,76
<b>Total</b>	<b>16937,52 Bs F</b>

En la Tabla 5.4 se muestran el valor total correspondiente al capital fijo.

$$CF = AFT + AFI \text{ (Ec. 5.7)}$$

Tabla No 5.4. Total del capital fijo

Concepto	Costo (Bs F)
Activos fijos tangibles	440.375,52
Activos fijos intangibles	16.937,52
<b>Total</b>	<b>457.313,04</b>



---

### 5.3 Capital de Trabajo (CT)

Se considera capital de trabajo a la cantidad de dinero necesaria para cumplir los requerimientos mínimos de activos circulantes, es decir para que el proyecto inicie sus operaciones y lo siga haciendo normalmente hasta que se produzcan los primeros ingresos. Para el caso en estudio se consideraron como capital de trabajo a los costos por inventarios de repuestos y materiales, de materia prima y producto terminado.

#### 5.3.1 Costos por Inventarios de Repuestos y Materiales.

El costo generado por inventarios de materia prima se estimó en 1% del costo total referido a la compra de maquinarias y equipos.

$$C_{(\text{repuestos y materiales})} = Ct_{(\text{maquinarias y equipos})} \times 1/100 \quad (\text{Ec. 5.8})$$

$$C_{(\text{repuestos y materiales})} = 4.234,38 \text{ Bs F}$$

#### 5.3.2 Costos por Inventarios de Materia Prima.

Para el proyecto en estudio se considerará un inventario de materia prima suficiente para una semana de producción (5 días de trabajo con dos turnos por día solo para el desfibrado), lo que equivale a unos 48000 cocos aproximadamente.



Adicional a esto, el estudio económico será realizado para cinco años y se tomara un incremento anual de 20% en el costo de la materia prima.

Realizaremos un cálculo tipo para el segundo año en estudio, el resto se muestra en la Tabla 5.5.

$$C_{(\text{inventario de materia prima})} = C_{(\text{inventario de materia prima})n-1} \times 1,2 \text{ (Ec. 5.9)}$$

$$C_{(\text{inventario de materia prima})} = 14.400Bs F \times 1,2$$

$$C_{(\text{inventario de materia prima})} = 17.200 Bs F$$

Tabla No 5.5 Costos por inventario de materia prima

Año	Inventario de materia prima (Bs F)
0	14.400
1	17.280
2	20.736
3	24.883,2
4	29.859,94
5	35.831,81

**5.3.3 Costos por Inventario de Producto Terminado.**

Se tomo como costos de producto terminado, a los costos generados por una semana de producción. Al igual que en los costos por inventario de materia prima se tomo un incremento anual de 20% del costo del producto terminado.

$$C_{(\text{inventario de producto terminado})} = C_{(\text{inventario de producto terminado})_{n-1}} \times 1,2 \quad (\text{Ec. 5.10})$$

$$C_{(\text{inventario de producto terminado})} = 28.800 \times 1,2$$

$$C_{(\text{inventario de producto terminado})} = 34.560 \text{ Bs F}$$

**Tabla No 5.6.** Costos por inventario de producto terminado.

<b>Año</b>	<b>Inventario de producto terminado (Bs F)</b>
0	28.800
1	34.560
2	41.472
3	49.766,4
4	59.719,68
5	71.663,61



En la Tabla 5.7 se muestra el capital de trabajo para cada año de estudio, el cual es la suma de inventario de repuestos y materiales, de materia prima y de producto terminado.

$$CT = C_{(\text{repuestos y materiales})} + C_{(\text{inventario de materia prima})} + C_{(\text{inventario de producto terminado})} \quad (\text{Ec. 5.11})$$

Tabla No 5.7 Capital de trabajo por año.

Año	Capital de trabajo (Bs F)	Variación ( $\Delta$ CT) (Bs F)	Recuperación (Bs F)
0	47.434,38	47.434,38	-
1	56.074,38	8.640	-
2	66.442,38	10.368	-
3	78.883,98	12.441,6	-
4	93.814	14.930	-
5	111.729,8		111.729,8

Una vez calculados el capital fijo y el capital de trabajo se procede a realizar el cálculo de la inversión inicial mediante la siguiente formula.

$$II = CF + CT \quad (\text{Ec. 5.12})$$



Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5.8. Cabe destacar que para realizar el cálculo de la inversión inicial con la formula que se muestra anteriormente se tomo el capital de trabajo para el año en curso, es decir el año cero.

Tabla No 5.8. Costo de la inversión inicial

Concepto	Costo (Bs F)
Capital Fijo	457.313,04
Capital de Trabajo	47.434,38
<b>Total</b>	<b>504.747,42 Bs F</b>

#### 5.4 Costos Operacionales (CO)

Son todos aquellos desembolsos que se requieren para que el proyecto una vez puesto en marcha continúe operando normalmente.

##### 5.4.1 Costos Operacionales Directos (COD)

Son todos aquellos costos que inciden de manera directa en el proceso de producción del carbón activado.

**5.4.1.1 Costos Operacionales por Servicios Básicos.**

En los costos operacionales por servicios básicos, se tomo en cuenta únicamente la energía eléctrica, debido a que es el servicio que más se utilizara en los equipos seleccionados, y el de mayor costo. El valor correspondiente al servicio de energía eléctrica se estimo de acuerdo a las tarifas vigentes y a los consumos de cada equipo.

Se realizo un cálculo tipo para el primer año. En la Tabla 5.9 se presentan los consumos de cada equipo.

**Tabla No 5.9** Consumo de electricidad por equipo

<b>Equipo</b>	<b>Consumo (Kwh)</b>
Horno Rotatorio	11
Banda transportadora	2
Molino	2,3
Compresor	1,2

Una vez calculado el consumo por equipo, se procede a calcular el costo total por año del consumo de electricidad, de acuerdo a la tarifa vigente. El cálculo tipo se realizo para el año 1, y luego el mismo se incremento en un 10% al año. Los resultados obtenidos por año se muestran en la Tabla 5.10.



$$C_{(\text{servicios básicos})} = C_{(\text{total de electricidad})} \times \text{Tarifa} \times 6\text{día/mes} \times 12 \text{ mes/año} \text{ (Ec. 5.13)}$$

$$C_{(\text{servicios básicos})} = 71,28 \text{ Bs F}$$

Tabla No 5.10. Costos por servicios básicos.

Año	Costos por servicios Básicos (Bs F)
0	-
1	78,408
2	86,248
3	94,837
4	104,361
5	114,797

#### 5.4.1.2 Costos Operacionales por Repuestos y Mantenimiento.

El costo por concepto de repuestos y mantenimiento se estimó en 2% de la inversión correspondiente a la compra de maquinarias y equipos.

$$C_{(\text{operacionales de repuestos y mantenimiento})} = C_{(\text{maquinarias y equipos})} \times 2/100 \text{ (Ec. 5.14)}$$

$$C_{(\text{operacionales de repuestos y mantenimiento})} = 8.468,76 \text{ Bs F}$$



### 5.4.1.3 Costos Operacionales por Materia Prima

Los costos operacionales por concepto de materia prima se calcularon tomando el promedio de materia prima necesario para la producción de un año. Se estimó un aumento anual del costo de la materia prima del 20%. El cálculo tipo se realizó para el año 2, y los valores por año correspondientes a los costos operacionales por materia prima se muestran en la Tabla 5.11.

$$C_{(\text{operacionales por materia prima})n} = C_{(\text{operacionales por materia prima})n-1} \times 1,2 \quad (\text{Ec. 5.15})$$

$$C_{(\text{operacionales por materia prima})2} = 676.680Bs \times 1,2$$

$$C_{(\text{operacionales por materia prima})2} = 812.160 Bs$$

**Tabla No 5.11** Costos operacionales por materia prima

<b>Año</b>	<b>Costos operacionales por materia prima (Bs F)</b>
0	-
1	812.160
2	974.592
3	1.169.510,4
4	1.403.412,248
5	1.684.094,976



### 5.4.2 Costos Operacionales Indirectos (COI)

Son todos aquellos costos operacionales que no inciden directamente en el proceso de producción del carbón activado. Para el cálculo se estimaron los costos en un 10% del capital fijo estimado.

$$COI = CF \times 10/100 \text{ (Ec. 5.16)}$$

$$COI = 457.313,04 \text{ Bs F} \times 10/100$$

$$COI = 45.731,304 \text{ Bs F}$$

En la Tabla 5.12 se presentan los costos operacionales totales.

$$CO_n = COD_n + COI_n \text{ (Ec. 5.17)}$$

**Tabla No 5.12** Total de costos operacionales.

<b>Año</b>	<b>Costos operacionales (Bs F)</b>
0	-
1	857.891,304
2	1.020.323,304
3	1.215.241,704



---

---

Año	Costos operacionales (Bs F)
4	1.449.143,552
5	1.729.826,28

### 5.5 Valor Residual (VR)

Es la remuneración neta obtenida por la venta de los activos fijos tangibles. Este valor se estimó como el 20% del valor de los activos fijos tangibles.

$$VR = AFT \times 20/100 \text{ (Ec. 5.18)}$$

$$VR = 88.075,104 \text{ Bs F}$$

### 5.6 Ingresos Brutos. (IB)

Los ingresos brutos representan el producto de las ventas de los bienes producidos y/o de los servicios prestados. En esta sección se incluyen los ingresos estimados que obtiene la empresa con la implementación del proyecto.

**5.6.1 Aumento de la Producción.**

Se considerará un aumento de la producción de un 10% anual, y adicional a esto se considerará un aumento de 20% anual en los precios de venta del producto terminado.

$$I_{(\text{aumento de la producción})} = I_{(\text{producción})n-1} \times 1,3 \text{ (Ec. 5.19)}$$

En la Tabla 5.13 se presentan los valores correspondientes a los ingresos brutos totales.

$$IB = I_{(\text{aumento de la producción})} \text{ (Ec. 5.20)}$$

**Tabla No 5.13 Ingresos Brutos**

<b>Año</b>	<b>Ingreso por aumento de la producción (Bs F)</b>	<b>Total de ingresos brutos (Bs F)</b>
0	-	-
1	-	1.353.600
2	135,360	1.786.752
3	178.675,200	2.358.512,640
4	235.851,264	3.113.236,685
5	311.323,668	4.109.472,424



### 5.7 Depreciación. (Dt)

La depreciación se realizó mediante el modelo de la línea recta y el tiempo de vida de los equipos se ha estimado en 10 años.

$$D_t = \frac{CF - VR}{n} \text{ (Ec. 5.21)}$$

$$Dt = (440.375,52 - 88.075,104) / 10 \text{ años}$$

$$Dt = 35.230,041 \text{ Bs F}$$

En la Tabla 5.14 se presentan los valores correspondientes a la depreciación para cada año.

**Tabla No 5.14** Depreciación por cada año.

Año	Depreciación (Bs F)
0	-
1	35.230,041
2	70.460,082



Año	Depreciación (Bs F)
3	105.690,123
4	140.920,164
5	176.150,205

### 5.8 Amortización de los Activos Fijos Intangible. (Alt)

La amortización de los activos fijos intangibles se realizo utilizando el modelo de la línea recta y el tiempo de amortización es de 10 años.

$$Alt = (AFI - VR) / 10 \text{ años (Ec. 5.22)}$$

$$Alt = (16.937,52 \text{ Bs F} - 0 \text{ Bs F}) / 10$$

$$Alt = 1.693,75 \text{ Bs F}$$

En la Tabla 5.15 se presentan los valores correspondientes a la amortización de los activos intangibles para cada año.



Tabla No 5.15 Amortización de los activos intangibles por año

Año	Amortización de los AFI (Bs F)
0	-
1	1693,75
2	3387,5
3	5081,25
4	6775
5	8468,75

### 5.9 Impuesto sobre la Renta. (ISR)

Para realizar el cálculo del impuesto sobre la renta se debe calcular primero los ingresos netos gravables. El cálculo de los mismos se realiza mediante la siguiente formula y los resultados por año están reflejados en la Tabla 5.16. Cabe destacar que el valor de la unidad tributaria es de 46 Bs F/UT.

$$ING_n = I_{bn} - Con - (D_n + Alt)(Ec. 5.23)$$



Tabla No 5.16 Ingresos netos gravables

Año	Ingreso neto gravable (Bs)	Ingreso neto gravable (U.T)
0	-	-
1	458.784,91	9973,58
2	692.581,11	15056,11
3	1.032.499,56	22445,64
4	1.750.299,82	38049,99
5	2.475.709,92	53819,78

Una vez calculados los ingresos netos gravables, se observa que para todos los años superan las 3001 U.T, por lo que la tarifa a aplicar es la de 34%, con su respectivo sustraendo. Los valores de las tarifas del impuesto sobre la renta se pueden observar en la Tabla 5.17.

Tabla No 5.17. Tarifas del impuesto sobre la renta

Fracciones del ingreso neto gravable (U.T)	Tarifa (%)	Sustraendo (U.T)
Hasta 2000	15	0
De 2001 hasta 3000	22	140
De 3001 en adelante	34	500



En la Tabla 5.18 se presentan los valores correspondientes al impuesto sobre la renta de cada año.

$$ISR_m = (INGn \times 0,34) - \text{Sustrando (Ec. 5.24)}$$

$$ISR_2 = (692.581,11 \times 0,34) - 23.000 \text{ Bs F}$$

$$ISR_2 = 212.477,57 \text{ Bs F}$$

Tabla No 5.18 Impuesto sobre la renta

Año	Impuesto sobre la renta (Bs F)	Impuesto sobre la renta (U.T)
0	-	-
1	132986,868	2891,01
2	212477,579	4619,07
3	328049,851	7131,51
4	572101,938	12436,99
5	818741,372	17798,72

### 5.10 Determinación del Flujo Monetario Neto. (FMn)

Los flujos monetarios netos se estiman para cada año, para determinar la rentabilidad y el tiempo de pago del proyecto. Los resultados para todos los años se reflejan en la Tabla 5.19.



$$FM_n = IB_n - CO_n - CF_n \pm CT_n + VR_n - ISR_n \text{ (Ec. 5.25)}$$

$$FM_2 = IB_2 - CO_2 - ISR_2 - \Delta CT$$

Tabla No 5.19 Flujos monetarios netos.

Año	Flujos monetarios netos (Bs F)
0	-47.434,38
1	354.081,83
2	543.583,12
3	802.779,49
4	1.310.963,04
5	1.841.587,50

### 5.11 Determinación de la Rentabilidad del Proyecto.

En esta sección se estudia la rentabilidad del proyecto mediante los métodos del valor actual y la tasa interna de retorno. Para estos cálculos se esperará una tasa mínima de rendimiento de 30% ( $i = 30\%$ ).



### 5.11.1 Valor Actual.

Se define valor actual como la cantidad de dinero (Bs) en el presente ( $t = 0$ ), que es equivalente a los flujos monetarios netos del proyecto a una determinada tasa mínima de rendimiento. De acuerdo con esta definición se realiza el cálculo del valor actual mediante el siguiente modelo matemático.

$$VA = F_0 + F_1x(i+1)^{-1} + F_2x(i+1)^{-2} + F_3x(i+1)^{-3} + F_4x(i+1)^{-4} + \dots + F_nx(i+1)^{-n} \text{ (Ec. 5.26)}$$

$$VA = 1.394.952,01 \text{ Bs F}$$

El valor actual es mayor a 0, lo que quiere decir que los ingresos superan los costos, incluyendo la tasa mínima de rendimiento en una cantidad de dinero equivalente al valor del mismo (1.394.952,01). Lo mencionado anteriormente indica que el proyecto es rentable para la empresa de acuerdo con el método matemático planteado.

### 5.11.2 Tasa Interna de Retorno ( $i^*$ )

La tasa interna de retorno es la tasa de interés que hace que los ingresos y los costos del proyecto sean iguales. Mediante esta tasa se conoce el beneficio neto anual que se obtiene en relación con la inversión pendiente por recuperar al inicio de cada año. El valor de la tasa interna de retorno se obtuvo de la siguiente manera.



$$0 = F_0 + F_1x(i^*+1)^{-1} + F_2x(i^*+1)^{-2} + F_3x(i^*+1)^{-3} + F_4x(i^*+1)^{-4} + \dots + F_nx(i^*+1)^{-n} \text{ (Ec. 5.27)}$$

$$i^* = 61 \%$$

Para las condiciones planteadas en el proyecto la tasa interna de retorno (61 %) es mucho mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida para fines de este proyecto, lo que nos indica que el proyecto es rentable.

### 5.11.3 Tiempo de Pago. (TP)

Una vez determinada la rentabilidad del proyecto, se determino el tiempo de pago, que constituye el lapso necesario para que los ingresos netos recuperen la inversión inicial a una tasa mínima de rendimiento de cero. Para el caso de este proyecto se tomara dos años como tiempo de pago limite.

$$-I + \sum_{t=1}^{TF} Ft = 0$$

$$-504.747,42 + 354.081,83 + 543.583,12 = 0$$

$$392.917,53 \text{ Bs } F = 0$$

El valor obtenido se indica que para el segundo año se recupera la inversión y se generan ganancias. Debido a que el tiempo de pago obtenido es menor al tiempo de pago límite, se dice que el proyecto es rentable de acuerdo con éste modelo.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo con las características físicas, mecánicas y reológicas en el fruto del cocotero (Coco Nucifera), la cual presenta gran variabilidad en sus medidas; se diseñó una máquina desfibadora para rangos de medidas permitidas por las mallas en la etapa de pre-selección del fruto.
- Se definieron las etapas del proceso como: pre-selección de la materia prima, desfibrado del coco, molienda del producto seco, tratamiento térmico del material (Carbonización y activación), enfriamiento indirecto mediante un equipo sellado y envasado manual.
- Se seleccionó para el sistema de transporte de materiales molidos o a granel, un transportador helicoidal, ya que de acuerdo a las bases teóricas resulta ser más confiable.
- Se seleccionó un horno rotatorio que usa como combustible gas natural, en lugar de gasóleo, con el fin de reducir emisiones tóxicas. Todo ello se traduce en menor costo y menor impacto medioambiental.
- Se utilizará vapor de agua como agente de activación, el cual es más económico y menos corrosivo que los agentes químicos utilizados habitualmente, lo que facilita y simplifica el proceso.
- Se seleccionó un molino con la capacidad necesaria para poder moler la cáscara del coco seca de manera eficiente con la granulometría establecida y que se adapta a los cambio producto del aumento de la demanda.
- Se diseñó un sistema automatizado mediante el Opto 22 que permite el control por módulos e interactuar con los elementos de la máquina desfibadora.

- Se determino que el proyecto planteado es rentable ya que los ingresos son suficientes para obtener una ganancia del 61 % y amortizar la inversión inicial con un tiempo de pago de 5 años, así como también la inversión inicial se recupera en menos de 2 años calculado con una tasa mínima de rendimiento de 30% anual.
- Se reducen los costos por accidentes a Bs. F (0).
- Se reduce el tiempo de desfibrado de 8 a 6 segundos, cuando la máquina opera mediante un proceso continuo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un estudio, la cual tendría como función principal retirar el material terminado del horno rotatorio y a su vez, reducir la temperatura de salida para que el manejo y almacenado del material sea más seguro.
- Los hornos rotatorios por lo general son diseñados para ser usados en la industria del cemento y para la incineración de desechos; para ellos es necesario realizar un diseño propio para la obtención de carbón activado, donde se tomen en cuenta las siguientes variables: Capacidad de producción suficiente para que sea rentable, funcionamiento de operación continua, costo de construcción accesible y consumo de energía.
- Para estudios posteriores se recomienda estudiar la posibilidad de diseñar un sistema de carbonización donde la cáscara del coco de lugar a una estructura carbonosa utilizando la energía térmica emitida por los gases del horno.
- Diseñar un sistema de regeneración donde el carbón activado recupere su estado inicial luego que haya sido saturado con los componentes que absorbe en la aplicación industrial.
- El sistema en general debe estar en un área bajo condiciones de limpieza de acuerdo a las normas vigentes para la producción de alimentos, por lo que debe ser limpiado antes y después de cada jornada de trabajo, para así evitar la acumulación de desechos en el desfibrado.

- Por ser un sistema de control centralizado mediante (Módulos) y ser un el equipo electrónico, debe ser protegido contra humedad y cualquier vibración cercana.
- Evaluar y diseñar el sistema de desfibrado a fin de que pueda trabajar con frutos de menor y mayor tamaño.
- Diseñar un plan de mantenimiento para los equipos seleccionados y diseñados en el presenta trabajo.
- Para el manejo de este sistema no se requiere que el personal tenga una alta cualificación, ya que el dispositivo solo tendrá dos pulsadores y cuando se presente alguna falla en el mismo este lo indicará por medio de las alarmas, la cual muestra la ubicación exacta donde existe la falla.
- Por medidas de seguridad el operario no debe manipular los equipos internamente mientras este se encuentre en funcionamiento, ya que puede ocasionar accidentes laborales; En caso que el dispositivo se pare o halla chispa, se recomienda presionar el botón de parada de emergencia.
- Se recomienda implementar el diseño en zonas costeras donde sea factibles la obtención de la materia prima –El coco-
- Hacer un estudio de la ubicación en planta de cada uno de los elementos involucrados en el proceso productivo de carbón activado.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Jorge Laine (1998) “La Caña de Azúcar y la Palma de coco”, Revista Ciencia y Tecnología, Departamento de Química, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

[2] Carlos O. Blanco C. (1981) “Diseño de una máquina desfibradora de coco” Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Mecánica.

[3] Muñoz Rodríguez (1984) “Diseño de un proceso mecanizado para separar la pulpa de coco de su cáscara” Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Mecánica.

[4] Felipe D` Onofrio Ayala (1982) “Procedimiento y labores para el procesamiento post-cosecha del coco (Cocos nucifera)” Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.

[5] Jorge Laine y Simon Yunes (1993) “Effect of the preparation method on the pore size distribution of activated carbon from coconut shell”, Laboratorio de Físico-Química de superficie, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

[6] Donaciano Luna, Armando González, Manuel Gordón y Nancy Martín M (2007) “Obtención de Carbón Activado a partir de la cascara de coco”, Departamento de Química, UAM-A, México.

[7] Jorge Laine y Álvaro Calafat (1991) “Factors Affecting the preparation of activated carbons from coconut shell catalized by potassium”, Laboratorio de Físico-Química de superficie, Instituto de Investigaciones Científicas (IVIC)

[8] Reinoso, Francisco, (2005) “Carbon Activado: estructura, preparación y aplicaciones”, Revista Uniandes, Colombia, 66-69.

[9] Félix Rachadell Estrada y Ezequiel Gómez Abreu, “Manejo de Materiales”, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial.

[10] Joseph E. Shiley y Charles R. Mischke, “Diseño en Ingeniería Mecánica” (Edición 5). México: Editorial McGraw Hill.

[11] San Antonio, Thalia (2001) “Dibujo Mecánico” Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Mecánica.

[12] Catalogo Festo 2004 (2004), España. [on-line]

Disponible en: <http://www.festo.com.ve>

[13] Empresa: Carbotecnia (2007), México. [on-line]

Disponible en: <http://www.carbotecnia.info>

[14] Empresa: Carbón Apelsa (2007), México. [on-line]

Disponible en: <http://www.CarbonApelsa.com>

[15] Empresa: Carbón Activo (2007), México [on-line]

Disponible en: <http://www.carbonactivo.com>

[17] Fundación para el Desarrollo y la tecnología del Estado Falcón (2007), Venezuela [on-line] Disponible en:

<http://www.fundacitefalcon.gob.ve/programas/redes/notacoco03.htm>

[18] Programa Nacional de Frutas de el Salvador (2007) [on-line]

Disponible en:

[http://camagro.com/frutales/docs/guias\\_tecnicas/guiatecnicacocoo.pdf](http://camagro.com/frutales/docs/guias_tecnicas/guiatecnicacocoo.pdf)

[19] Página principal de Opto 22 (on-line).

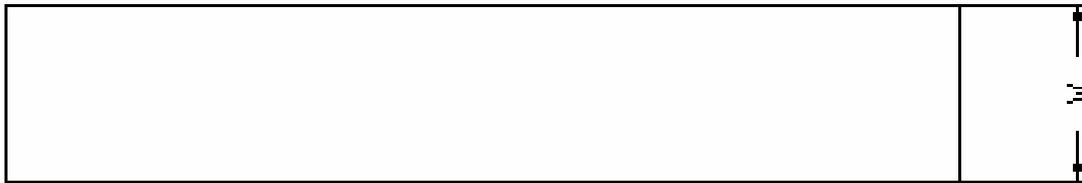
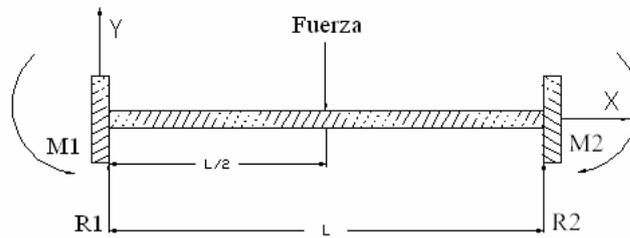
Disponible en: [http://www.opto22.com/site/su\\_document\\_list.aspx](http://www.opto22.com/site/su_document_list.aspx)

# Anexos

# Anexo 1

**CÁLCULOS DE ELEMENOS COMPLEMENTARIOS**

**Cálculo Resistivo de la Lámina Inferior del Ducto de Entrada.**



**Datos**

Material AISI 304

Carga = 72 N

Modulo de Elasticidad (E) =  $1.93 \cdot 10^{11}$  Pa

Longitud (L) = 780 mm

Esfuerzo de Fluencia (Sy) =  $2.69 \cdot 10^8$  Pa

Espesor (h) = 4.75 mm = 3/16 pulg.

Esfuerzo de Ruptura (Su) =  $6.00 \cdot 10^8$  Pa

Ancho de la Sección (W) = 230 mm

Fuerza = 72 N

**Cálculo de las Reacciones y Momentos:**

$R_1 = R_2 = 36$  N

$$M_1 = M_2 = \frac{F \cdot L}{8} = \frac{72 \cdot 780}{8} = 7020 Nm$$

$$V_{ab} = -V_{bc} = \frac{F}{2} = 36 N$$

$$I = \frac{W \cdot h^3}{12} = \frac{(230) \cdot (4.75)^3}{12} = 2054 mm^4$$

**Deformación Máxima**

$$Y_{m\acute{a}x} = -\frac{F * L^3}{192 * E * I} = \frac{(72)(720)^3}{192 * 1.93 * 10^{11} * 2054} = 3.53 * 10^{-7} \text{ mm}$$

**Cálculos de los Esfuerzos****Momento Flector Máximo**

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M * c}{I} = \frac{7020 * 2.375}{2054} = 8.11 \text{ MPa}$$

**Corte Máximo**

$$\sigma_{Corte} = \frac{F}{A} = \frac{72}{(2.375)(780)} = 0.038 \text{ MPa}$$

**Esfuerzos Alternados**

$$\sigma_{Alternado} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{8.11}{2} = 4.05 \text{ MPa}$$

**Esfuerzos Medios**

$$\sigma_{Medio} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{8.11}{2} = 4.05 \text{ MPa}$$

**Esfuerzos Equivalente según la Teoría de Von Missis**

$$\sigma_{Equivalente-Alternado} = \sqrt{\sigma_{Alternado}^2 + 3\tau_{Alternado}^2} = \sqrt{(4.05)^2 + 3(0.038)^2} = 4.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Equivalente-Medio} = \sqrt{\sigma_{Medio}^2 + 3\tau_{Medio}^2} = \sqrt{(4.05)^2 + 3(0.038)^2} = 4.05 \text{ MPa}$$

**Esfuerzo Permisible del Material por Fatiga**

$$\sigma_{Permisible-por-Fatiga} = \sigma * K_{a-sup\ erficie} * K_{C\ arg\ a} * K_{E-corrosion-por-apriete} * K_{Concentrador-de-Esfuerzo}$$

$$\sigma = 0.54 * S_{Ultimo} \rightarrow Si = Su \leq 1400MPa \rightarrow \sigma = 0.54(6.00 * 10^8) = 324 * 10^6 Pa$$

$$K_{a-Superficie} = a * S_{Ultimo}^b = (4.51)(600)^{-0.265} = 0.827$$

a = 4.51 (Acabado Superficial)

b = -0.265 (Estirado en Frío)

$K_{Carg a} = 1$  (Por ser un elemento sometido a flexión)

$$K_{E-corrosion-por-apriete} = 0.9$$

$$K_{concentrador\_de\_Esfuerzo} = \frac{1}{[1 + q(K_t - 1)]} = 0.7$$

$$\sigma_{permisible-por-fatigass} = 168.80MPa$$

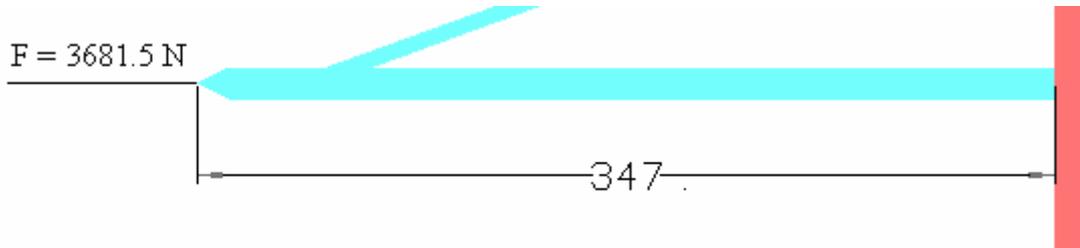
Según la teoría de falla de Gerber se debe cumplir que:

$$\left( \frac{n * \sigma_{Equivalente-alternativo}}{\sigma_{Fatiga}} \right) + \left( \frac{n * \sigma_{Equivalente-Medio}}{S_{Ultimo}} \right)^2 = 1.03$$

El factor de seguridad fijado es N = 40

Por lo tanto para un factor de seguridad de N = 3, selecciona según la tabla A.5.3. del anexo 5 y al análisis resistivo se recomienda un espesor mínimo de 3/16 pulg. Por lo tanto se selecciono este espesor por su aspecto comercial y espesor estandarizado.

**Cálculo Resistivo de la Columna de la cuchilla.**



**Características de las Columnas**

Material: Acero Inoxidable 304

Modulo de Elasticidad (E) =  $1.93 \cdot 10^{11}$  Pa

Esfuerzo de Fluencia (Sy) =  $2.69 \cdot 10^8$  Pa

Esfuerzo de Ruptura (Su) =  $6.00 \cdot 10^8$  Pa

**Dimensiones**

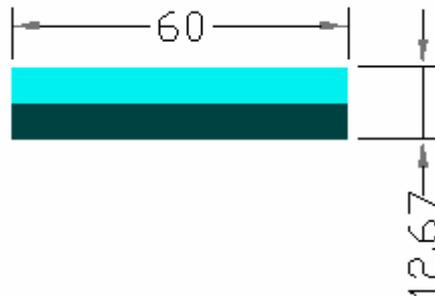
Largo = 60 mm

Ancho = 12.67 mm

Longitud = 347.01 mm

**Inercia**

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{(60)(12.67)^3}{12} = 10,169.50 \text{ mm}^4$$



**Área**

$$A = b \cdot h = (60)(12.67) = 760.2 \text{ mm}^2$$

Para el caso del tipo de columna, extremo libre y un extremo empotrado

$$L_e = 2 * 347.01 \text{ mm} = 694.02 \text{ mm}$$

**Radio de Giro.**

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{10,169.50}{760.2}} = 3.657 \text{ mm}$$

**Relación de Esbeltez.**

$$\frac{l}{K} = \frac{694.02}{3.657} = 189.77$$

$$(Sr)_D = \pi \sqrt{\frac{2 * E}{S_y}} = \pi \sqrt{\frac{2 * 1.93 * 10^{11}}{2.69 * 10^8}} = 119.00$$

Dado que  $l/k = 189.77$  es mayor a 119.00 la carga crítica se determine mediante la siguiente ecuación:

**Carga crítica que origina Pandeo**

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{4 * l} = \frac{(3.14)^2 (1.93 * 10^{11}) (10,169.5)}{4 * (347.01)} = 13.940,97 \text{ N}$$

$$F_{cr} = 13.940,97 \text{ N}$$

**Carga axial aplicado sobre la columna viene dado por:**

$$F_{aplicada} = 3.681,5 \text{ N}$$

Por lo tanto el factor de seguridad es  $N = 3.78$  , lo cual es mucho mayor a 3 indicando así que el elemento cumple con el factor de seguridad.

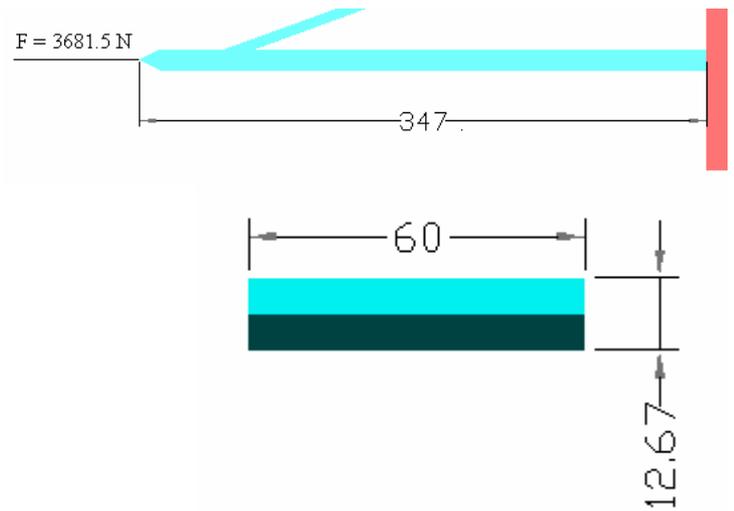
## Anexo I

Material Acero Inoxidable AISI 304  
Esfuerzo de Fluencia =  $269.0 \cdot 10^6$  Pa  
Esfuerzo Último =  $600.0 \cdot 10^6$  Pa

### Carga

F máx. = 3681.5 N

F mín = 0 N



### Dimensiones

Espesor de la lámina = 12.67 mm =  $\frac{1}{2}$  pulg.

Ancho de la lamina (w) = 60 mm

Largo de la lamina (L) = 347 mm

### Esfuerzo Máximo

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A} = \frac{3681.5}{60 \cdot 12.67} = 4.84 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

### Esfuerzo Mínimo

$$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{F_{m\acute{i}n}}{A} = \frac{0}{60 \cdot 12.67} = 0 \text{ Pa}$$

### Esfuerzo Medio

$$\sigma_{Medio} = \frac{\sigma_{M\acute{a}x} + \sigma_{M\acute{i}n}}{2} = \frac{4.84}{2} = 2.42 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

### Esfuerzo Alternado

$$\sigma_{Alternado} = \frac{\sigma_{M\acute{a}x} - \sigma_{M\acute{i}n}}{2} = \frac{4.84}{2} = 2.42 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

**Esfuerzos Equivalente según la teoría de Von Misses**

$$\sigma_{\text{Equivalente-Medio}} = \sqrt{\sigma_{\text{Medio}}^2 + 3\tau_{\text{Medio}}^2} = \sqrt{(2.42)^2 + 3(0)^2} = 2.42 \text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{Equivalente-Alternado}} = \sqrt{\sigma_{\text{Alternado}}^2 + 3\tau_{\text{Alternado}}^2} = \sqrt{(2.42)^2 + 3(0)^2} = 2.42 \text{MPa}$$

**Esfuerzo Permissible del Material por Fatiga**

$$\sigma_{\text{Permissible-por-Fatiga}} = \sigma * K_{a\text{-superficie}} * K_{C \text{ arg a}} * K_{E\text{-corrosion-por-apriete}} * K_{\text{Concentrador-de-Esfuerzo}}$$

$$\sigma = 0.54 * S_{\text{Ultimo}} \rightarrow Si = Su \leq 1400 \text{MPa} \rightarrow \sigma = 0.54(6.00 * 10^8) = 324 * 10^6 \text{Pa}$$

$$K_{a\text{-Superficie}} = a * S_{\text{Ultimo}}^b = (4.51)(600)^{-0.265} = 0.827$$

a = 4.51 (Acabado Superficial)

b = -0.265 (Estirado en Frío)

$$K_{\text{Tamaño}} = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.113} = 0.85$$

**Diámetro equivalente =**

A<sub>circunferencia</sub> = A<sub>rectángulo</sub>

$$\frac{\pi * d^2}{4} = \text{Largo} * \text{Ancho} \Rightarrow \frac{\pi * (d)^2}{4} = 60 * 12.67 \Rightarrow d = 30 \text{mm}$$

Valido cuando el valor de d este en mm; entre

$$2.78 \leq d \leq 51 \text{mm}$$

$K_{C \text{ arg a}} = 0.92$  (Para carga axial y  $\dot{U}_{\text{ltimo}} \leq 1520 \text{MPa}$ )

$K_{E\text{-corrosion-por-apriete}} = 0.9$  Dado por el ambiente corrosivo al que esta sometido

$$\sigma_{\text{permissible-por-fatigas}} = 191.59 \text{MPa}$$

Según la teoría de falla de Gerber, se debe cumplir que

$$\left( \frac{n^* \sigma_{\text{Equivalente-alternativo}}}{\sigma_{\text{Fatiga}}} \right) + \left( \frac{n^* \sigma_{\text{Equivalente-Medio}}}{S_{\text{Ultimo}}} \right)^2 = 1$$

$$\left[ \frac{(110) * (2.42)}{191.59} \right] + \left[ \frac{(110) * (2.42)}{600} \right]^2 = 1.03$$

Por lo tanto el facto de seguridad para este elemento es  $N = 75$ .

Nota: A pesar de ser exagerado el factor de seguridad, las dimensiones se consideran necesarias para garantizar el corte adecuado que permite la separación de la fibra de la cáscara en el proceso de extracción y por ser la lámina de un tamaño nominal existente según las especificaciones del material.

# Anexo 2

**CÁLCULOS DE DE UNIONES ATORNILLADAS Y  
SOLDADAS**

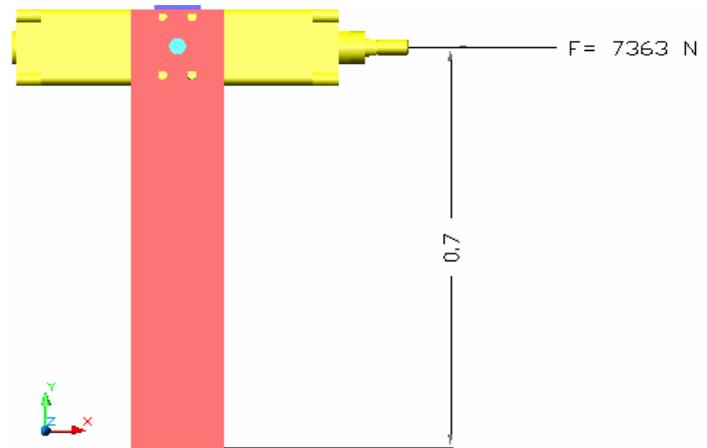
**Cálculo Resistivo de la Soldadura de la Barra del Cilindro Desfibrador**

**Datos:**

$F \text{ máx} = 7363 \text{ N}$

$F \text{ mín} = 0 \text{ N}$

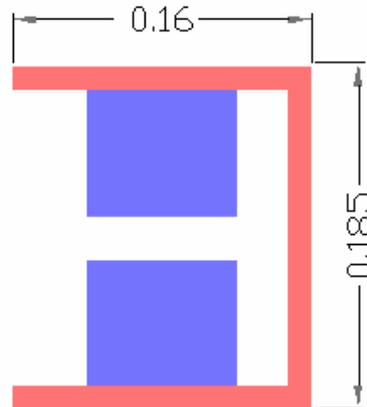
$Z = 0.7 \text{ m}$



$b = 0.185 \text{ m}$

$d = 0.160 \text{ m}$

$\check{y} = 0.050 \text{ m}$



Variable analizada (espesor de la soldadura)

$$h = \frac{3}{8} pu lg = 9.5 * 10^{-3} m$$

El área de la soldadura es:  $A = 0.707h(b + 2d)$

$$A = 0.707(9.5 * 10^{-3})[0.185 + 2(0.16)] = 3.391 * 10^{-3} m^2$$

La fuerza cortante primaria es:

$$\tau^1 = \frac{F}{A} = \frac{7363}{3.391 * 10^{-3}} = 2,171,335.88 Pa (Máximo)$$

$$M = Z * F = [(0.7)(7363)] = 5154.1Nm$$

$$I_U = 2 \frac{d^3}{3} - 2d^2y + (b + 2d)y^2 = 1.433 * 10^{-3} m^3$$

$$I_U = 2 \frac{(0.16)^2}{3} - 2(0.16)^2(0.050) + [0.185 + 2(0.16)](0.050)^2 = 1.433 * 10^{-3} m^4$$

$$I = 0.707hI_U = 0.707(9.5 * 10^{-3})(1.433 * 10^{-3}) = 9.624 * 10^{-6} m^4$$

El momento M produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas, que viene dado por:

$$\tau^2 = \frac{My}{I} = \frac{(5154.1)(0.050)}{9.624 * 10^{-6}} = 26,777,327.51 Pa$$

Por lo tanto la fuerza resultante sobre el cordón de soldadura es:

$$\tau_R = \sqrt{(\tau^1)^2 + (\tau^2)^2} = \sqrt{(2,171,335.88)^2 + (26,865,218.5)^2} = 26,952,822.94 Pa$$

El esfuerzo de fatiga máximo permisible viene dado por:

$$(\tau_{m\acute{a}x})_{permisible} = \frac{\tau_{st}}{1 - k}$$

Según ciertas tablas que hay que revisar para la etapa final tenemos

$$K = \frac{\tau_{m\acute{a}n}}{\tau_{m\acute{a}x}} = 0$$

$$\tau_{st} = 34,473,786.47 Pa$$

$$\tau_{m\acute{a}xpermisible} = \frac{34,473,786.47}{1 - 0} = 34,473,786.47 Pa$$

Nota: Dado que el esfuerzo máximo (26.952.822,94Pa) es menor que el esfuerzo máximo por fatiga permisible la cual es (34.473.786,47Pa) se puede asegurar que la soldadura soporta el estado de carga.

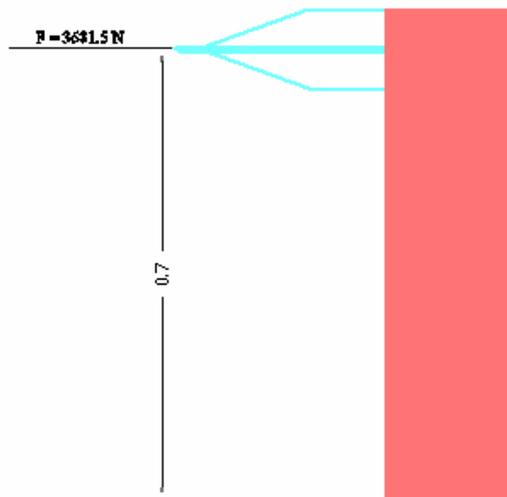
**Cálculo Resistivo de la soldadura de la Barra 2**

**Datos:**

$F \text{ máx} = 3681.5 \text{ N}$

$F \text{ mín} = 0 \text{ N}$

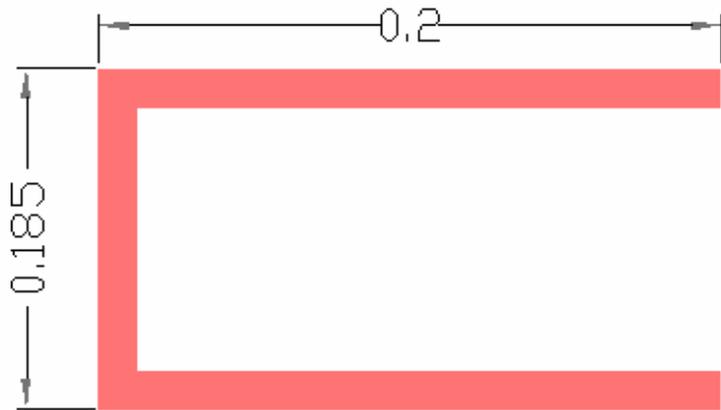
$Z = 0.7 \text{ m}$



$b = 0.185 \text{ m}$

$d = 0.2 \text{ m}$

$\check{y} = 0.068 \text{ m}$



Variable analizada (espesor de la soldadura)  $h = \frac{3}{8} pu \lg = 9.5 * 10^{-3} m$

El área de la soldadura es:  $A = 0.707h(b + 2d)$

$$A = 0.707(9.5 * 10^{-3})[0.185 + 2(0.2)] = 3.929 * 10^{-3} m^2$$

La fuerza cortante primaria es:

$$\tau^1 = \frac{F}{A} = \frac{3681.5}{3.929 * 10^{-3}} = 937,006.87 Pa (\text{Máximo})$$

$$M = Z * F = [(0.7)(3681.5)] = 2577.05 Nm$$

$$I_U = 2 \frac{d^3}{3} - 2d^2y + (b + 2d)y^2 = 1.433 * 10^{-3} m^3$$

$$I_u = 2 \frac{(0.2)^2}{3} - 2(0.2)^2(0.068) + [0.185 + 2(0.2)](0.068)^2 = 2.598 * 10^{-3} m^4$$

$$I = 0.707hI_U = 0.707(9.5 * 10^{-3})(2.598 * 10^{-3}) = 1.744 * 10^{-5} m^4$$

El momento M produce un esfuerzo normal por flexión en las juntas, que viene dado por:

$$\tau^2 = \frac{My}{I} = \frac{(2577.05)(0.068)}{1.744 * 10^{-5}} = 10,048,130.73 Pa$$

Por lo tanto la fuerza resultante sobre el cordón de soldadura es:

$$\tau_R = \sqrt{(\tau^1)^2 + (\tau^2)^2} = \sqrt{(937,006.87)^2 + (10,048,130.73)^2} = 10,091,724.98 Pa$$

El esfuerzo de fatiga máximo permisible viene dado por:

$$(\tau_{m\acute{a}x})_{permisible} = \frac{\tau_{st}}{1 - k}$$

Según ciertas tablas que hay que revisar para la etapa final tenemos

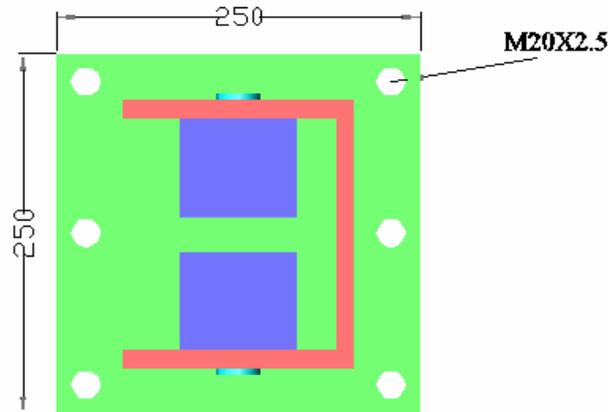
$$K = \frac{\tau_{m\acute{a}n}}{\tau_{m\acute{a}x}} = 0$$

$$\tau_{st} = 34,473,786.47 Pa$$

$$\tau_{m\acute{a}xpermisible} = \frac{34,473,786.47}{1 - 0} = 34,473,786.47 Pa$$

Nota: Dado que el esfuerzo máximo (10.091.724,98Pa) es menor que el esfuerzo máximo por fatiga permisible la cual es (34.473.786,47Pa) se puede asegurar que la soldadura soporta el estado de carga.

**Cálculos Resistivo de los Tornillos del Cilindro Desfibrador**



Datos de los Elementos de Unión:

Tipo de Rosca: M20x2.5

Diámetro Mayor = 20 mm

Área de Esfuerzo ( $A_t$ ) = 244.79 mm<sup>2</sup>

Longitud de agarre del perno = 12.666 mm

Material: Acero de aleación de mediano carbono, templado y revenido grado 6 SAE

Modulo de Elasticidad ( $E$ ) =  $1.93 \cdot 10^5$  MPa

Esfuerzo de Fluencia ( $S_y$ ) =  $7.93 \cdot 10^2$  MPa

Resistencia limite mínima a la tensión ( $S_p$ ) =  $7.24 \cdot 10^2$  MPa

Esfuerzo de Ruptura ( $S_u$ ) =  $9.17 \cdot 10^2$  MPa

**Cálculo de la rigidez de las juntas**

$$K_b = \frac{A_t * E}{l} = \frac{(244.79)(1.93 * 10^5)}{12.666} = 3.730 * 10^6 \text{ MPa/mm}$$

$$K_m = \frac{0.577 * \pi * E * d}{2 \text{Ln} \left( 5 \frac{0.577 * l + 0.5d}{0.577l + 2.5d} \right)} = \frac{0.577 * \pi * (1.93 * 10^5) * 20}{2 * \text{Ln} \left[ 5 \frac{0.577(12.666) + 0.5(20)}{0.577(12.66) + 2.5(20)} \right]} = 8.487 * 10^6 \text{ MPa/mm}$$

Constante de unión de pernos (C) es:

$$C = \frac{Kb}{Kb + Km} = \frac{3.730 * 10^6}{3.730 * 10^6 + 8.487 * 10^6} = 0.305$$

**Cargas sobre el perno**

Precarga o fuerza de sujeción (Fi)

Para conexiones permanentes  $F_i = 0.90F_p$

Donde  $F_p$  es

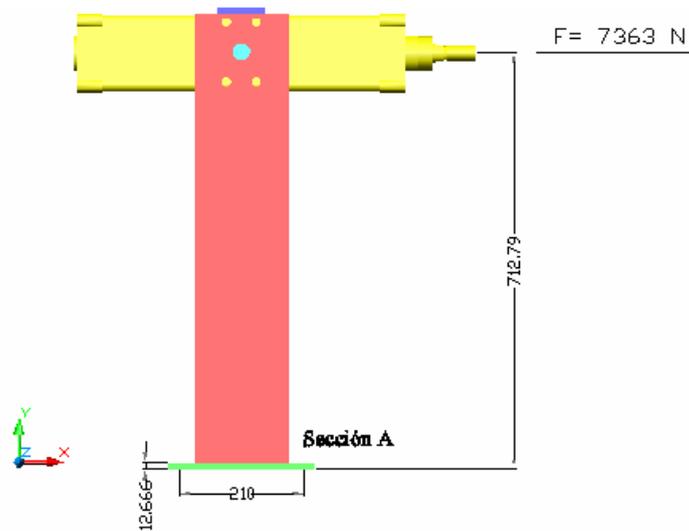
$$F_p = A_t * S_p$$

$$F_p = (244.79)(7.24 * 10^2) = 17.72 * 10^4 N$$

$$F_i = 0.90(17.72 * 10^4) = 15.94 * 10^4 N$$

La carga externa (P) soportada por un perno en la sección A, por ser la mas crítica viene

Dado por:



$$P = \frac{7363 * 712.666}{3 * 210} = 8,329.14 N$$

**Esfuerzo Alternante**

$$\sigma_a = \frac{C * P}{3 * A_t} = \frac{0.305 * 12,493.71}{3 * 244.79} = 5.18 MPa$$

**Esfuerzo Medio**

$$\sigma_m = \frac{C * P}{3 * A_t} + \frac{Fi}{A_t} = \frac{0.305 * 12,493}{3 * 244.79} + \frac{15.94 * 10^4}{244.79} = 656.35 MPa$$

**Esfuerzo permisible del material por fatiga**

$$\sigma_{Permisibleporfatiga} = \sigma * K_{a-Superficie} * K_{B-Tamaño} * K_{C-Corrosion} * K_D$$

$$\sigma_{Limite-resistencia-a-la-Fatiga} = 0.504 * S_{Ultimo} = 0.504 * 9.17 * 10^2 = 4.621 * 10^2 MPa$$

$$K_{a-sup\ erficie} = a * S_U^B = (4.51) (9.17 * 10^2)^{-0.265} = 0.0190$$

a = 4.51 (Acabado superficial)

b = -0.265 (Maquinado)

$$K_{b-Tamaño} = \left( \frac{d}{7.62} \right)^{-0.113} = \left( \frac{10}{7.62} \right)^{-0.113} = 0.969$$

$$K_{C-Corrosion} = 0.9$$

$$K_d = 0.26$$

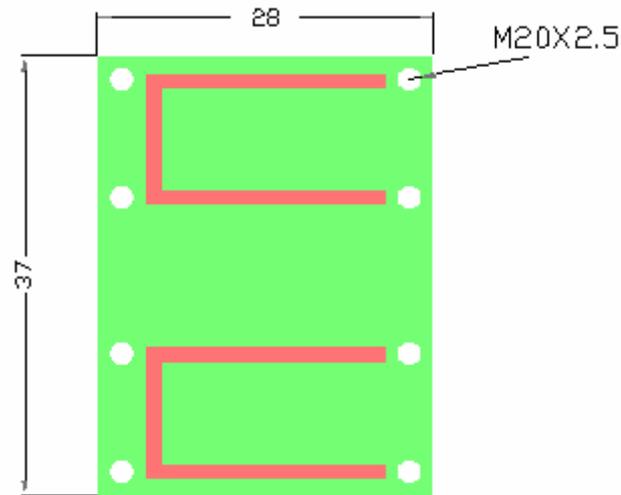
$$\sigma_{Permisible-a-la-Fatiga} = 77.53 MPa$$

Aplicando el criterio de Goodman modificado por ser una teoría de falla bastante conservadora se tiene que:

$$N = \frac{S_u - \left( \frac{F_t}{A_t} \right)}{\sigma_a \left( 1 + \frac{S_u}{\sigma_{permisible-a-la-fatiga}} \right)} = \frac{9.17 * 10^2 - \left( \frac{15.94 * 10^4}{244.79} \right)}{5.18 \left( 1 + \frac{9.17 * 10^2}{77.53} \right)} = 4$$

Nota: El factor de seguridad es mayor al establecido para el diseño de la máquina desfibradora.

**Cálculos de los Tornillos**



Datos de los Elementos de Unión:

Tipo de Rosca: M20x2.5

Diámetro Mayor = 20 mm

Área de Esfuerzo ( $A_t$ ) = 244.79 mm<sup>2</sup>

Longitud de agarre del perno = 12.666 mm

Material: Acero de aleación de mediano carbono, templado y revenido grado 6 SAE

Modulo de Elasticidad ( $E$ ) =  $1.93 \cdot 10^{11}$  MPa

Esfuerzo de Fluencia ( $S_y$ ) =  $7.93 \cdot 10^2$  MPa

Resistencia limite mínima a la tensión ( $S_p$ ) =  $7.24 \cdot 10^2$  MPa

Esfuerzo de Ruptura ( $S_u$ ) =  $9.17 \cdot 10^2$  MPa

**Cálculo de la rigidez de las juntas**

$$K_b = \frac{A_t \cdot E}{l} = \frac{(244.79)(1.93 \cdot 10^{11})}{12.666} = 3.730 \cdot 10^6 \text{ MPa/mm}$$

$$K_m = \frac{0.577 \cdot \pi \cdot E \cdot d}{2 \ln \left( 5 \frac{0.577 \cdot l + 0.5d}{0.577l + 2.5d} \right)} = \frac{0.577 \cdot \pi \cdot (1.93 \cdot 10^{11}) \cdot 20}{2 \cdot \ln \left[ 5 \frac{0.577(12.666) + 0.5(20)}{0.577(12.66) + 2.5(20)} \right]} = 8.487 \cdot 10^6 \text{ MPa/mm}$$

Constante de unión de pernos (C) es:

$$C = \frac{Kb}{Kb + Km} = \frac{3.730 * 10^6}{3.730 * 10^6 + 8.487 * 10^6} = 0.305$$

Cargas sobre el perno

Precarga o fuerza de sujeción (Fi)

Para conexiones permanentes  $F_i = 0.90F_p$

Donde  $F_p$  es

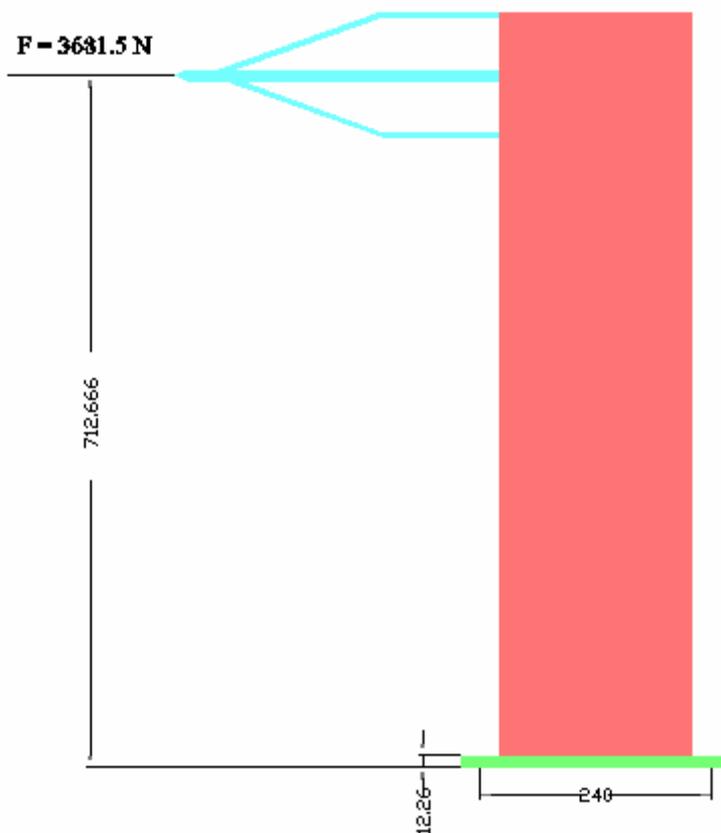
$$F_p = A_t * S_p$$

$$F_p = (244.79)(7.24 * 10^2) = 17.72 * 10^4 N$$

$$F_i = 0.90(17.72 * 10^4) = 15.94 * 10^4 N$$

La carga externa (P) soportada por un perno en la sección A, por ser la mas critica viene

Dado por:



$$P = \frac{7363 * 712.666}{4 * 240} = 5,465.99 N$$

**Esfuerzo Alternante**

$$\sigma_a = \frac{C * P}{4 * A_t} = \frac{0.305 * 5,465.99}{4 * 244.79} = 1.697 MPa$$

**Esfuerzo Medio**

$$\sigma_m = \frac{C * P}{4 * A_t} + \frac{Fi}{A_t} = \frac{0.305 * 5,465.99}{4 * 244.79} + \frac{15.94 * 10^4}{244.79} = 652.86 MPa$$

**Esfuerzo permisible del material por fatiga**

$$\sigma_{Permisibleporfatiga} = \sigma * K_{a-Superficie} * K_{B-Tamaño} * K_{C-Corrosion} * K_D$$

$$\sigma_{Limite-resistencia-a-la-Fatiga} = 0.504 * S_{Ultimo} = 0.504 * 9.17 * 10^2 = 4.621 * 10^2 MPa$$

$$K_{a-superficie} = a * S_U^b = (4.51)(9.17 * 10^2)^{-0.265} = 0.74$$

a = 4.51 (Acabado superficial)

b = -0.265 (Maquinado)

$$K_{b-Tamaño} = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.113} = \left(\frac{20}{7.62}\right)^{-0.113} = 0.9$$

$$K_{C-Corrosion} = 0.9$$

$$K_d = 0.26$$

$$\sigma_{Permisible-a-la-Fatiga} = 72.01 MPa$$

Aplicando el criterio de Goodman modificado por ser una teoría de falla bastante conservadora se tiene que:

$$N = \frac{S_u - \left(\frac{F_t}{A_t}\right)}{\sigma_a \left(1 + \frac{S_u}{\sigma_{\text{permissible-a-la-fatiga}}}\right)} = \frac{9.17 * 10^2 - \left(\frac{15.94 * 10^4}{244.79}\right)}{1.697 \left(1 + \frac{9.17 * 10^2}{72.01}\right)} = 11.40$$

Nota: Aunque el factor de seguridad es mucho mayor que el factor de seguridad establecido en el diseño  $N = 3$  (Ver anexo 4) de este elemento, el resultado indica que esta sobrediseñado y por condiciones geométricas de los puntos de unión, juntas estandarizadas, se dejan estas como dimensiones finales

**Análisis Resistivo de la Soldadura de la Cuchilla mediante SolidWokrs**

**1. Información de Archivo**

Nombre del Modelo	Barras de las Cuchillas
Software	Solidworks

**2. Materiales**

N <sup>a</sup>	Nombre de la Pieza	Material	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Barras de las Cuchillas	AISI 304	6.10	0,00076283

**3. Información de Carga y Restricciones.**

Restricciones	Fuerza de desfibrado
Aplicar a una cara inmóvil	7000 N

**4. Propiedad del Estudio.**

Tipo de malla:	Malla con elementos sólidos tetraédricos
Mallador utilizado:	Estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	9.1393 mm
Tolerancia:	0.45697 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	12702
Número de nodos:	26315
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:07
Nombre de computadora:	DESKTOP
Tipo de Soldadura	Croomarco 308 L
Cordón de Soldadura	1/8 pulg

5. Resultados

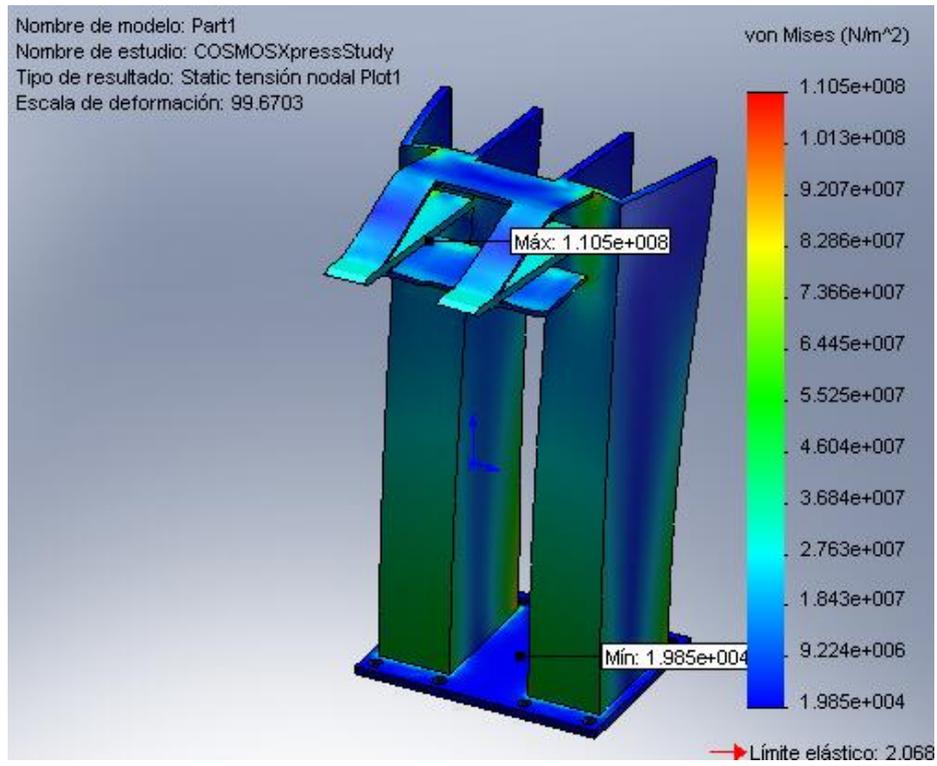


Figura No A.2.1 Tensiones en la barra de las cuchillas.

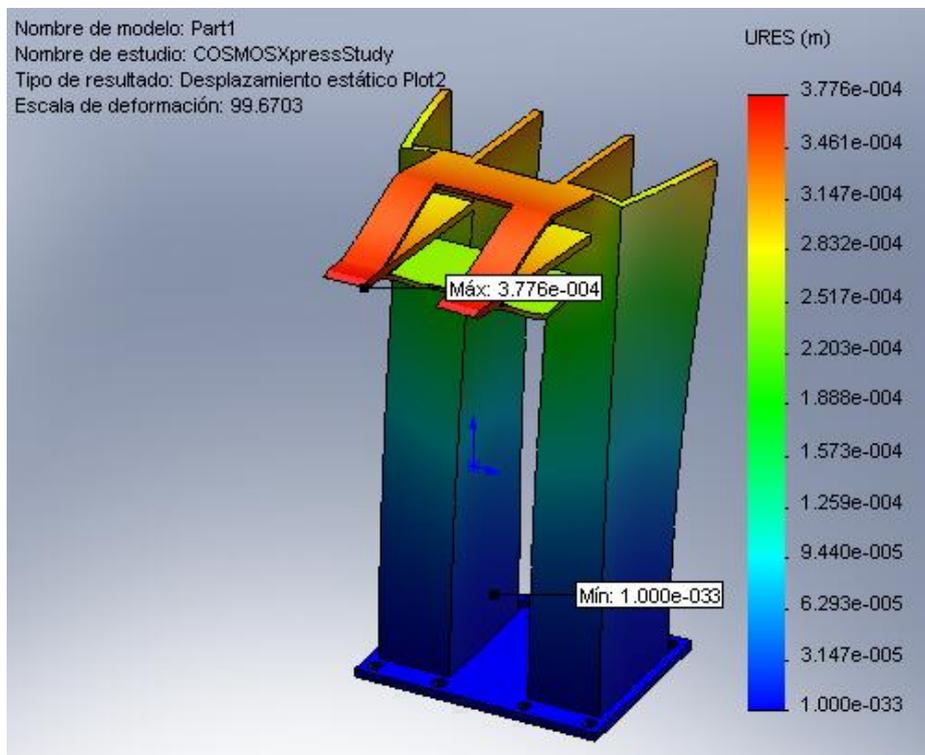
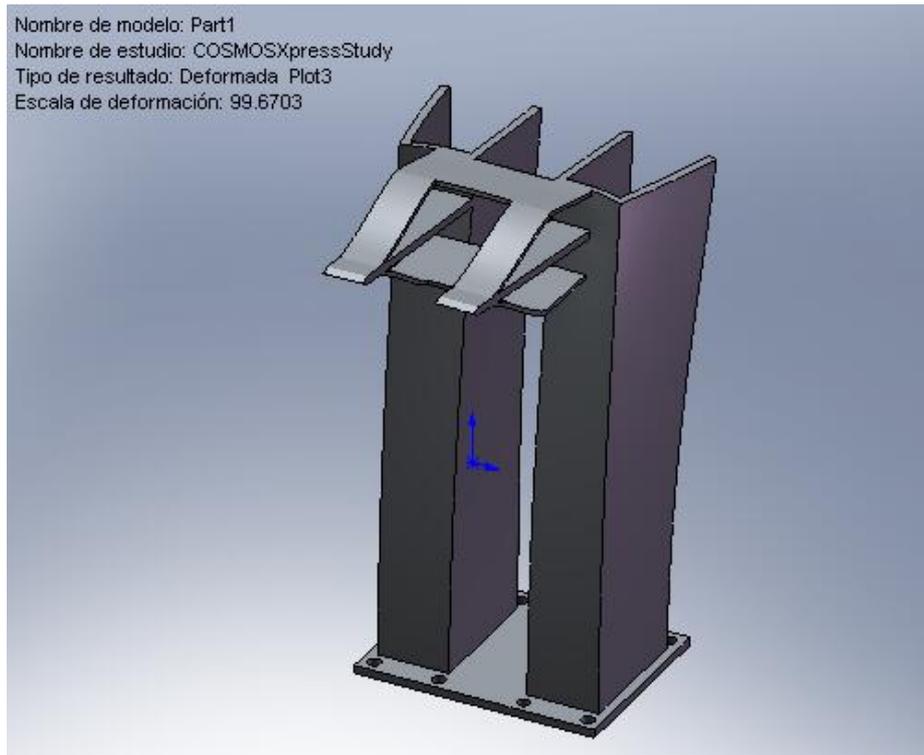
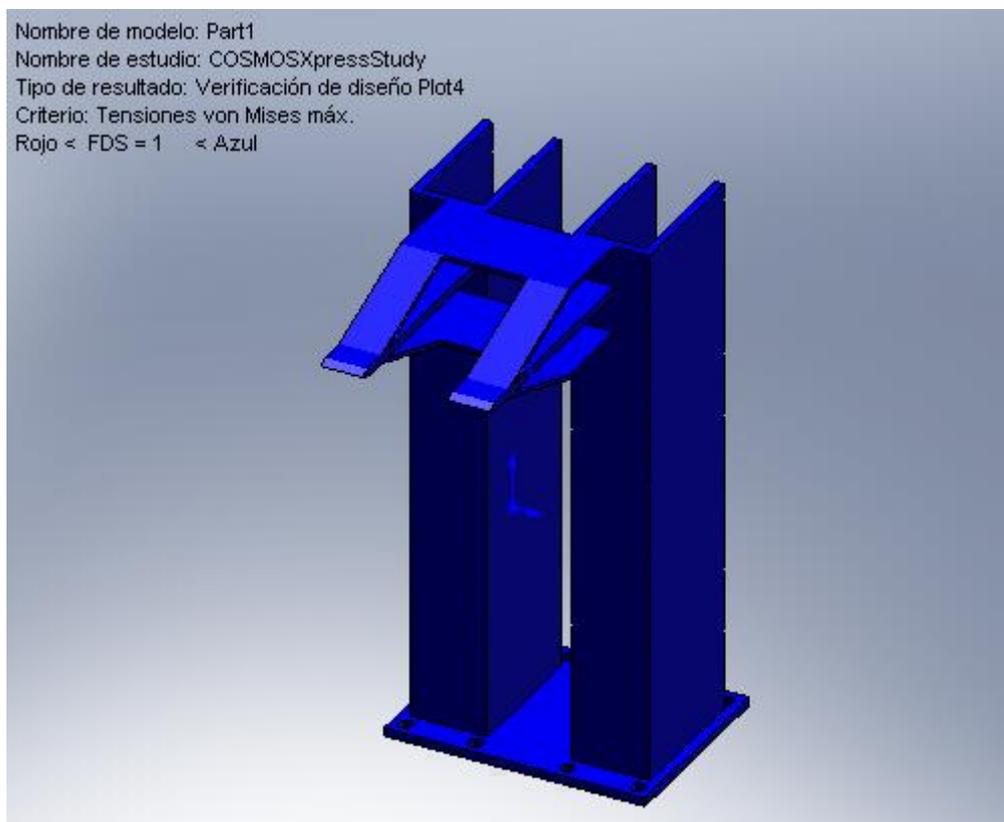


Figura No A.2.2. Desplazamientos en la barra de las cuchillas.



**Figura No A.2.3** Deformación en la barra de las cuchillas.



**Figura No A.2.4** Verificación del diseño en la barra de las cuchillas.

Los resultados del análisis del diseño están basados en un análisis estático lineal y asume que el material es isotropico. El análisis lineal presume que: 1) El comportamiento del material es lineal 2) los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para pasar por alto los cambios en la rigidez debidos a las cargas, y 3) las cargas se aplican lentamente para pasar por alto los efectos dinámicos.

No base sus decisiones de diseño solamente en los datos presentados en este informe. Utilice esta información en conjunción con datos experimentales y con la experiencia práctica. Las pruebas de campo son de obligado cumplimiento para validar su diseño definitivo. COSMOSXpress le ayuda a reducir el tiempo de salida al mercado de sus productos, aunque sin llegar a eliminar las pruebas de campo por completo.

**Análisis Resistivo de la lámina en el Ducto mediante SolidWokrs**

**1. Información de Archivo**

Nombre del Modelo	Ducto de Entrada
Software	Solidworks

**2. Materiales**

N <sup>a</sup>	Nombre de la Pieza	Material	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Ducto de Entrada	AISI 304	3.07814 kg	0.000384768

**3. Información de Carga y Restricciones.**

Restricciones	Fuerza
Aplicar a dos soportes	72N

**4. Propiedad del Estudio.**

Tipo de malla:	Malla con elementos sólidos tetraédricos
Mallador utilizado:	Estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	7.2752 mm
Tolerancia:	0.36376 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	21690
Número de nodos:	44159
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:12
Nombre de computadora:	DESKTOP
Tipo de Soldadura	Croomarco 308 L
Cordón de Soldadura	1/8 pulg

5. Resultados

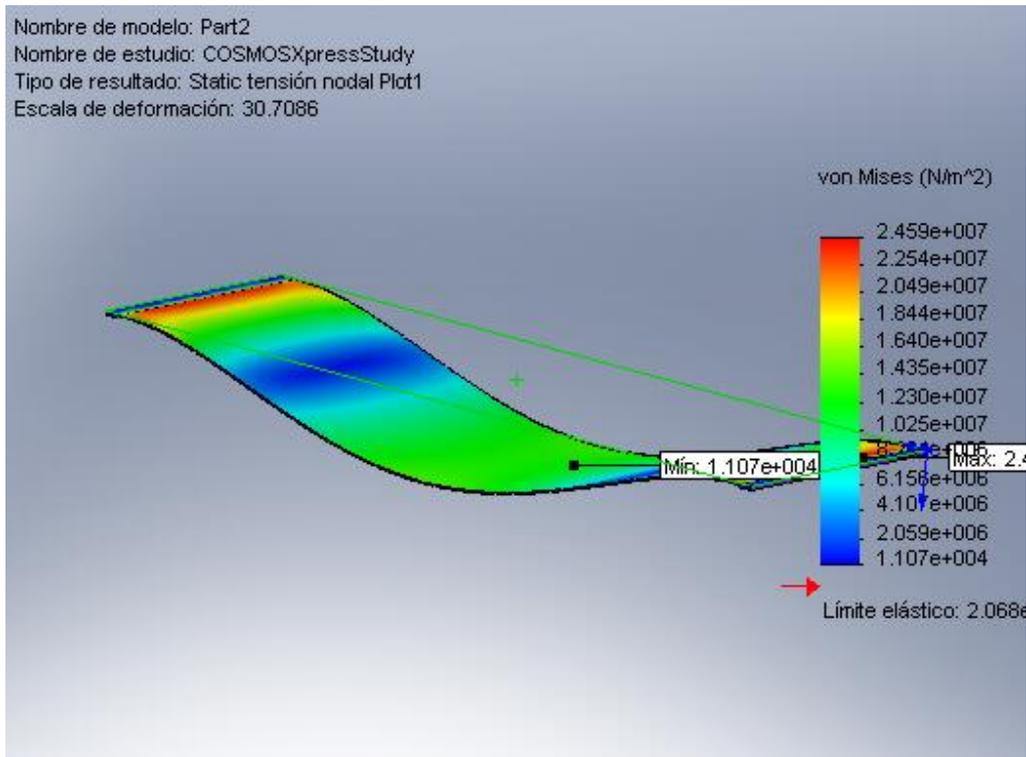


Figura No A.2.5. Tensiones en el ducto de entrada

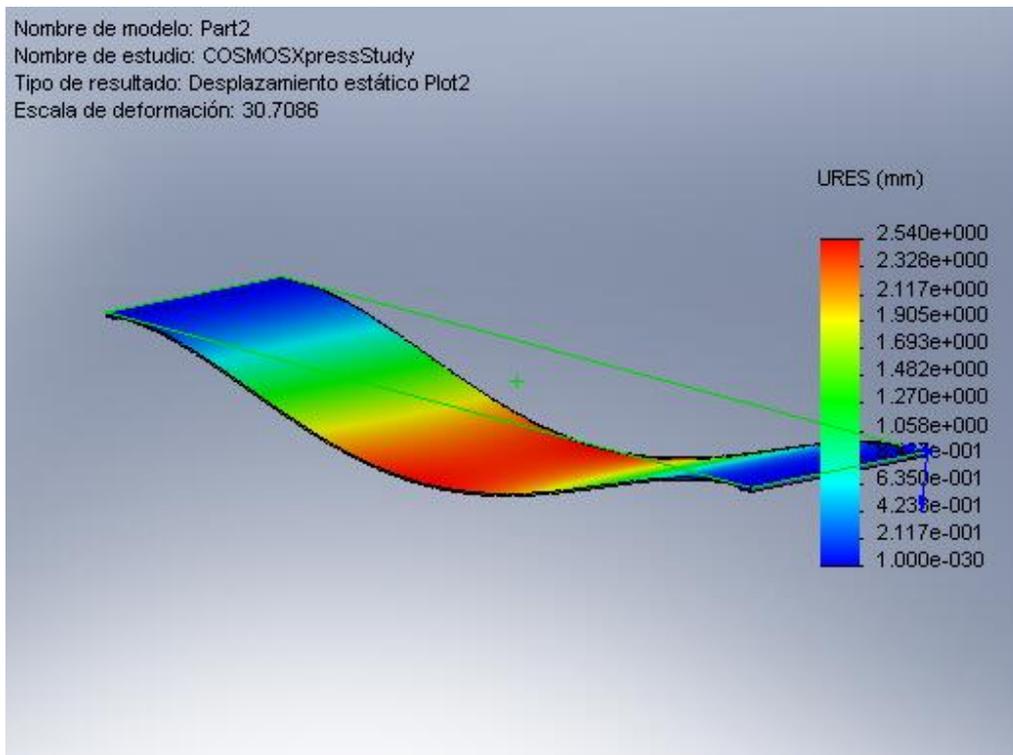
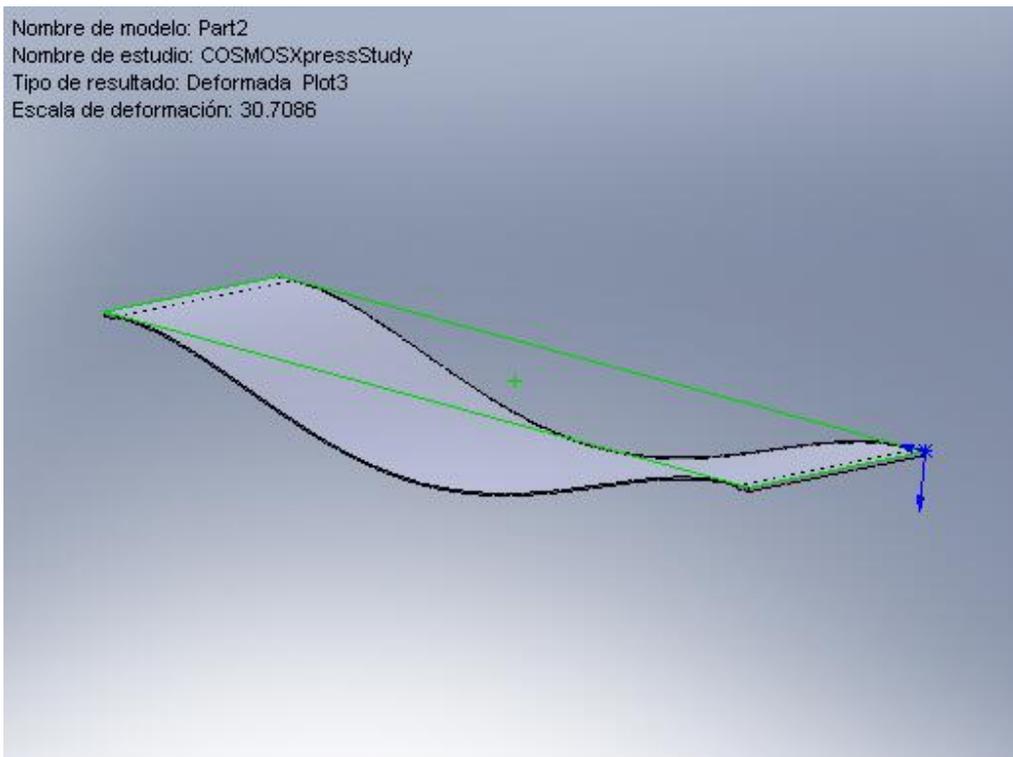
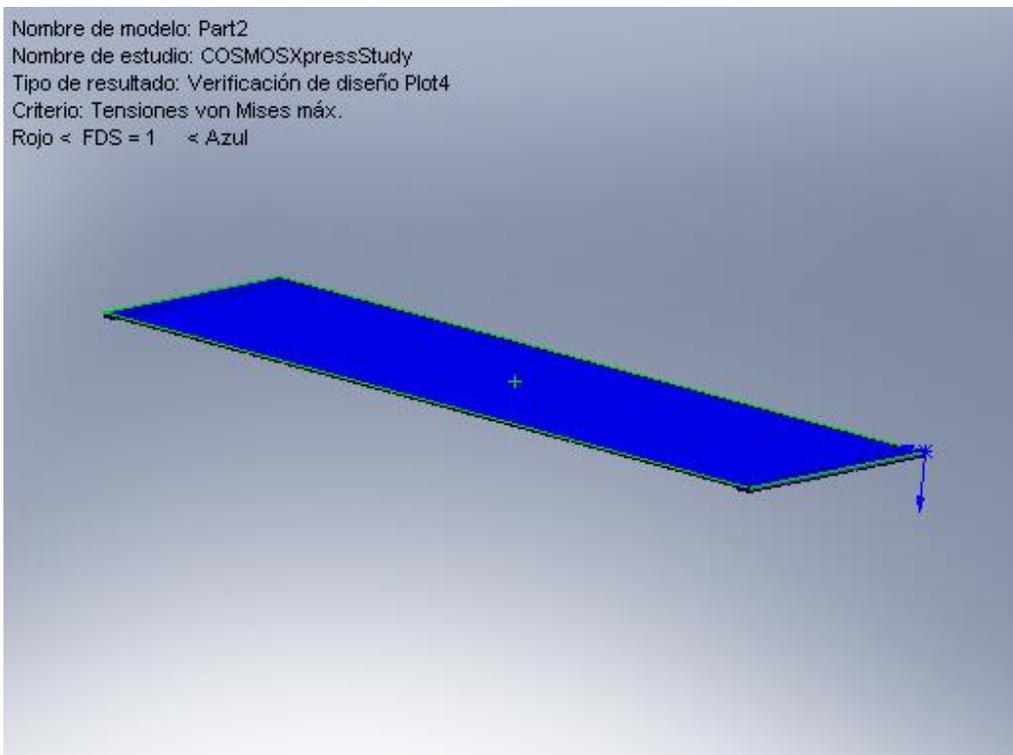


Figura No A.2.6. Desplazamientos en el ducto de entrada



**Figura No A.2.7** Deformación en el ducto de entrada



**Figura No A.2.8.** Verificación del diseño en el ducto de entrada

Los resultados del análisis del diseño están basados en un análisis estático lineal y asume que el material es isotropico. El análisis lineal presume que: 1) El comportamiento del material es lineal 2) los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para pasar por alto los cambios en la rigidez debidos a las cargas, y 3) las cargas se aplican lentamente para pasar por alto los efectos dinámicos.

No base sus decisiones de diseño solamente en los datos presentados en este informe. Utilice esta información en conjunción con datos experimentales y con la experiencia práctica. Las pruebas de campo son de obligado cumplimiento para validar su diseño definitivo. COSMOSXpress le ayuda a reducir el tiempo de salida al mercado de sus productos, aunque sin llegar a eliminar las pruebas de campo por completo.

# Anexo 3

**COMPLEMENTOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN**

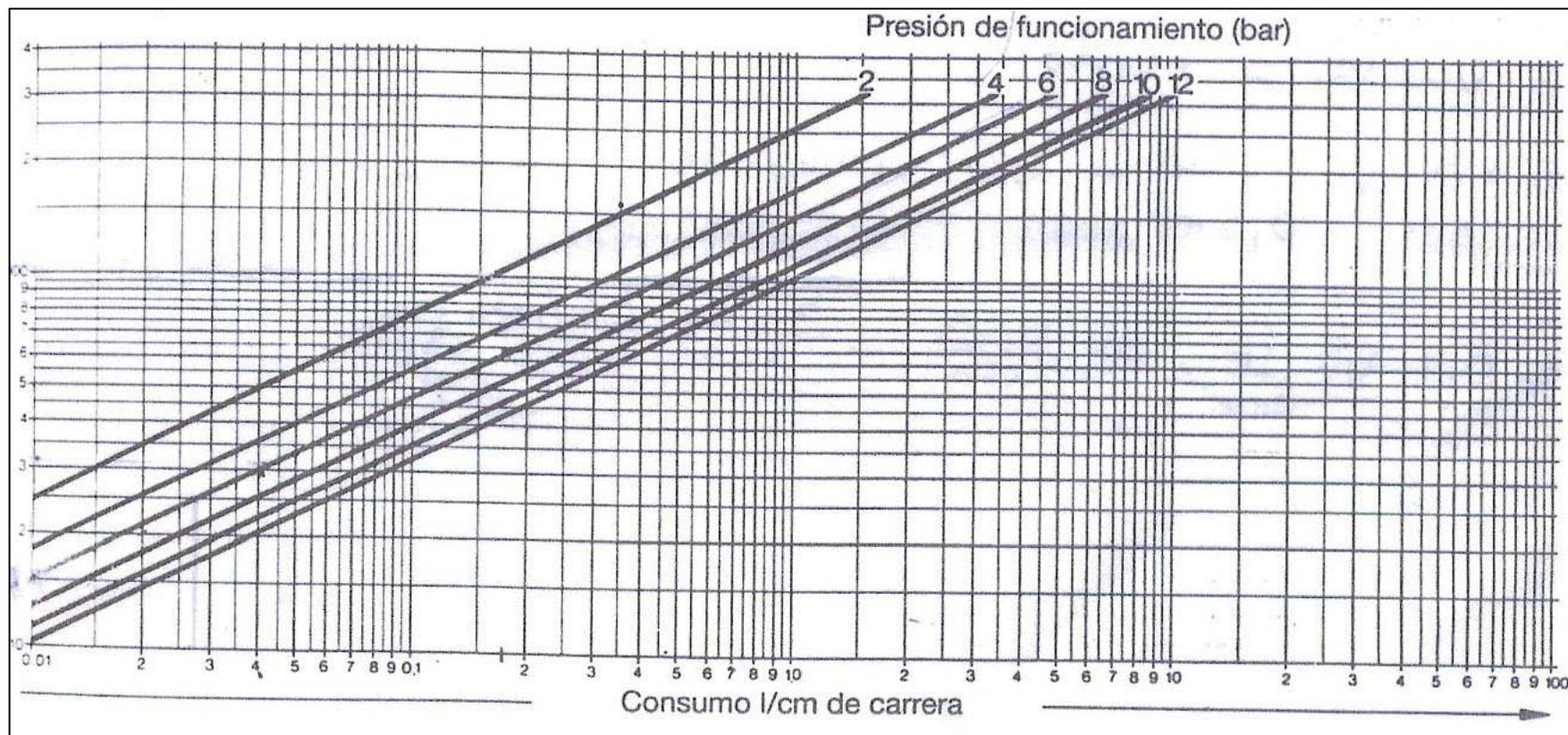
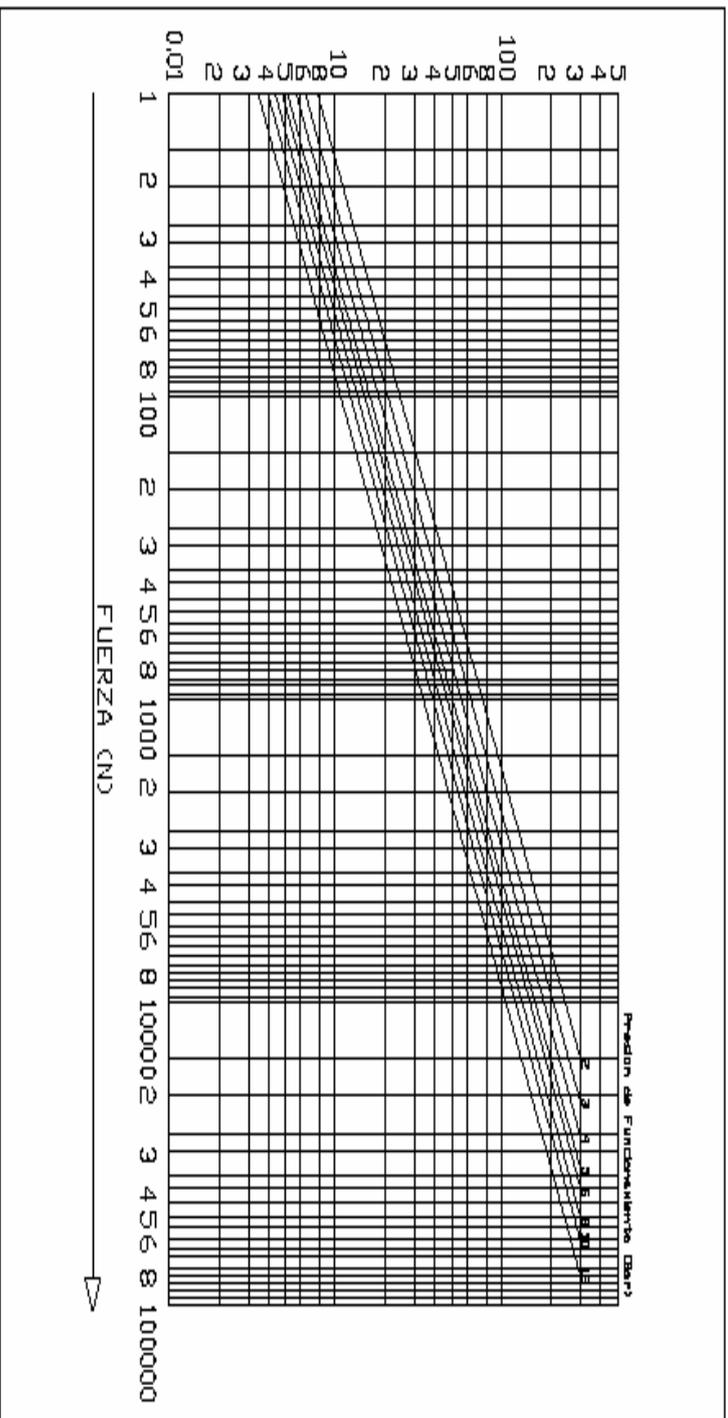


Figura No A.3.1 Diagrama de consumo de Aire.

Fuente: Catalogo Festo



**Figura No A.3.2.** Diagrama de Presión Fuerza

**Fuente:** Catalogo Festo

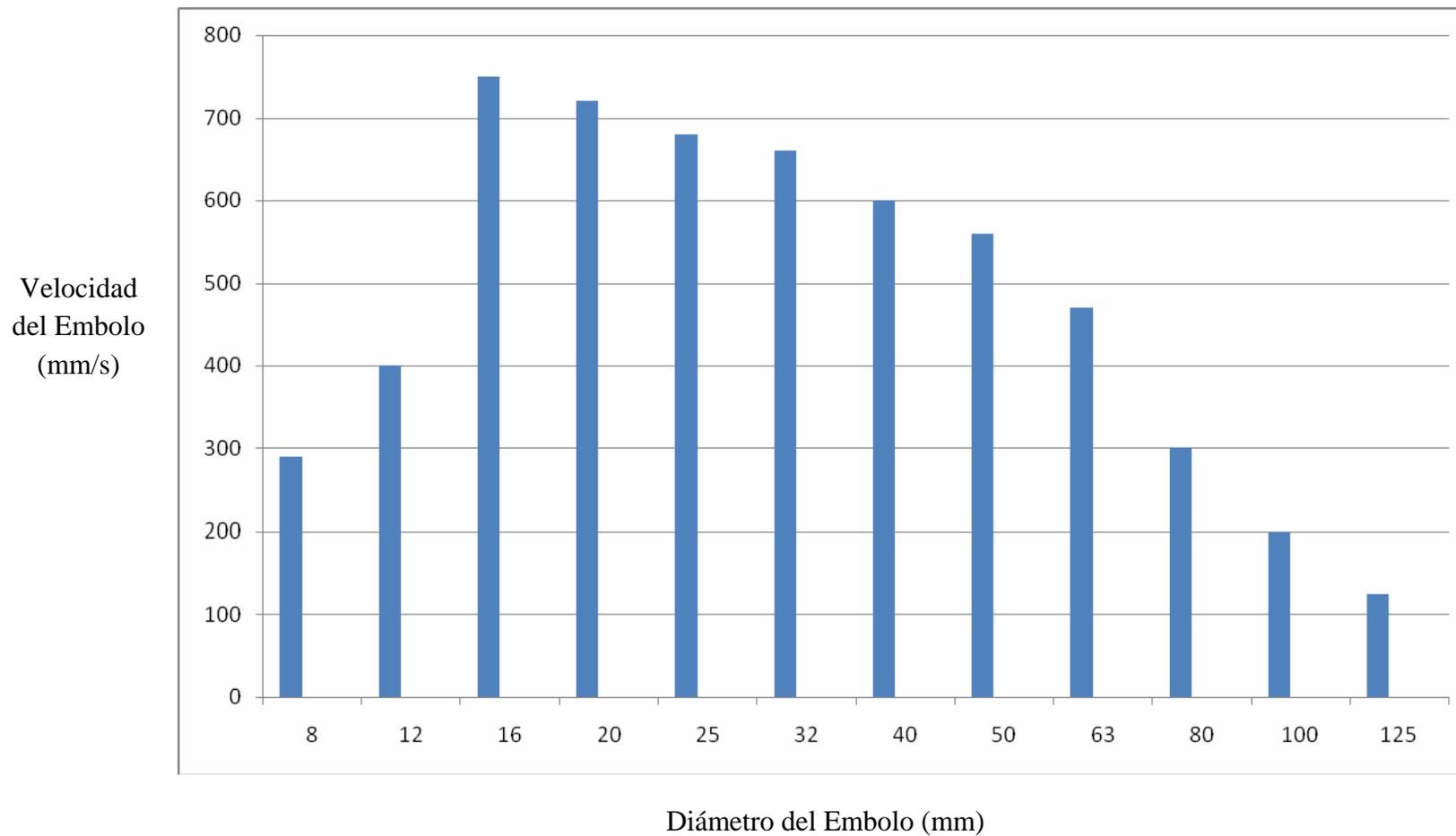


Figura No A.3.3 Gráfica de Velocidad del Embolo en Función del Diámetro.

Fuente: Catalogo Festo

## ENSAYOS DE FUERZAS

Se procede a la descripción del ensayo de fuerza que fue realizado con la finalidad de obtener los resultados concretos de las dos (2) fuerzas que son necesarias aplicar a la drupa, para poder logra el corte del Epicarpio, Mesocarpio y la separación de dicho Mesocarpio del Endocarpio o cáscara. La primera de ellas se denomina fuerza resistente (Fr) se define como la necesaria para lograr el seccionamiento de la concha, de la capa fibrosa y lograr que la cuchilla penetre hasta la cáscara de la nuez sin registrar ninguna alternación en su aplicación. La segunda se denomina fuerza de Separación (Fs) y es aquella que es indispensable para que se efectúa la separación entre la membrana fibrilar cáscara antes mencionada; esta separación facilitará, posteriormente, el despegue total entre ellas. Es de hacer notar que esta fuerza es siempre mayor o igual a la fuerza resistente, además de ser posterior a ella, dentro del ensayo.

Tanto la fuerza de separación como la resistente son mediciones directas.

dicho proceso, se llevo a cabo en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad de Carabobo, este se efectuó con una maquina universal hidráulica para ensayos de tracción y compresión

Además se utilizo un juego de cuchillas, cada de una de ella consta de tres (3) hoja metálicas colocadas verticalmente y separadas a un ángulo de 120°; estas tres (3) hojas se encuentra soldadas entre sí y a una base triangular. Entre ellas y hacia la base se encuentra colocados firmemente mediante soldadura, tres (3) triangulo cuyo función es de ir separando, a medida que se realiza el corte, las secciones fibrosa producto del ensayo.

Este ensayo de fuerza consta de varios sub-ensayos, los cuales se diferencia entre sí, según la ubicación del proceso del corte (Puede ser sobre los lóbulos o entre los lóbulos, y según la zona donde dicho corte se realiza ya sea en el extremo posterior o anterior de la fruta) cada uno de ellos a la vez esta dividido en dos (2) parte; la parte A se refiere al estudio de la fuerza resistente ( $F_r$ ) y la parte B, al estudio de la fuerza de separación ( $F_s$ ).

Es de hacer notar, que el corte a realizar será siempre longitudinalmente, pasemos entonces a describir cada uno de estos sub-ensayos, ya realizados:

### **Sub-Ensayos No 1**

#### **Corte longitudinal de la drupa sobre la parte anterior y entre lóbulos.**

El coco se presenta dos extremos o parte, las cuales se denomina anterior o posterior. Este sub-ensayo consiste en colocar la cuchilla madre de la maquina universal hidráulica, ya mencionada, situar la parte anterior de la drupa sobre dicha cuchilla de manera tal que cada hoja metálica se encuentre entre un lóbulo y otro, luego de efectuarse la compresión se origina el corte de la manera requerida y en la forma deseada una vez que se llega la fuerza de separación ( $F_r$ ) se produce un seccionamiento de los tres (3) lóbulos de la fruta; posterior a este se realiza la reparación al principio mencionada. Los resultados obtenidos obtenido para ambas fuerzas en este sub-ensayo aparece tabulados en la Tabla A.3.1.

### **Sub-Ensayo No 2**

#### **Corte longitudinal del coco sobre la parte anterior y sobre lóbulos**

Este sub-ensayo es exactamente igual al primero, con la diferencia que la fruta es colocado de tal manera que las hojas de las cuchillas realicen el corte sobre los lóbulos de dicha fruta. Las consecuencia son similares al caso anterior. La diferencia es que el

seccionamiento producción es sobre cada lóbulo, por lo tanto la capa fibrosa se separa en tres (3) pedazo, abarcando cada uno de ello, medio lóbulo en cada extremo. Los resultado obtenidos para ambas fuerzas en este segundo sub-ensayo, aparecen el la Tabla A.3.1.

### **Sub-Ensayo No 3.**

#### **Corte longitudinal sobre la parte posterior y entre lóbulos.**

Consiste en colocar la cuchilla madre en la maquina universal hidráulica ya mencionada y situar la parte posterior de la fruta sobre dicha cuchilla, de tal forma que entre un lóbulo y otro quede situada cada una de las tres (3) hojas, a continuación se efectúa la compresión y como consecuencia se origina un corte de la manera requerida, pero con la salvedad de que el seccionamiento de la capa fibrosa no se efectúa a todo lo largo de las drupa, aunque dicha capa se separa de la cáscara al llegar la maquina a proporcionar la fuerza de separación los resultados arrojados aparecen en la Tabla A.3.1.

### **Sub-Ensayo No 4.**

#### **Corte longitudinal sobre la parte posterior y sobre lóbulos.**

Este sub-ensayo es igual al anterior, con la diferencia que el coco es colocado de manera tal, que las hojas metálicas de las cuchillas madre lleven a cabo el corte sobre los lóbulos de dicha drupa. Las consecuencia que se producen son similares al caso anterior, pero con la diferencia que el seccionamiento producido es sobre cada lóbulos, por lo tanto la capa fibroso se separa en tres (3) pedazo, abarcando cada uno de ellos, medio lóbulo en cada extremo. Los resultado obtenidos en este ultimo sub-ensayo aparecen en la Tabla A.3.1

Tabla No A.3.1 Resultado de los Ensayos.

Ensayo	Cocos	Fr (N)	Fs (N)
1	1	4316.40	6867.00
	2	5297.40	6376.50
	3	3433.50	4022.10
	4	1569.60	5199.30
	5	5199.30	6082.20
	6	3433.50	7063.20
	7	3629.70	5984.10
	8	4905.00	6376.50
	9	2844.90	4120.20
	10	1863.90	4218.30
2	1	3531.60	5199.30
	2	4316.40	4316.40
	3	1863.90	3531.60
	4	3727.80	5101.20
	5	7063.20	8338.50
	6	2746.80	4218.30
	7	2844.90	5003.10
	8	4512.60	6670.80
	9	4022.10	5003.10
	10	4071.15	5199.30
3	1	3041.10	5101.20
	2	3060.72	4855.95
	3	4218.30	4846.14
	4	7363.00	6746.90
	5	3828.90	4022.10
	6	2924.00	4806.90
	7	4806.90	4806.98
	8	3139.20	3237.30
	9	3395.40	4120.20
	10	3433.50	3905.00

<b>Ensayo</b>	<b>Cocos</b>	<b>Fr (N)</b>	<b>F<sub>s</sub> (N)</b>
4	1	4120.20	5199.30
	2	5199.30	5199.30
	3	6867.00	6965.10
	4	5395.50	5297.40
	5	5749.90	5749.90
	6	5297.40	5395.50
	7	5199.30	5101.20
	8	7259.40	7357.50
	9	6278.40	6376.50
	10	5101.20	5101.20

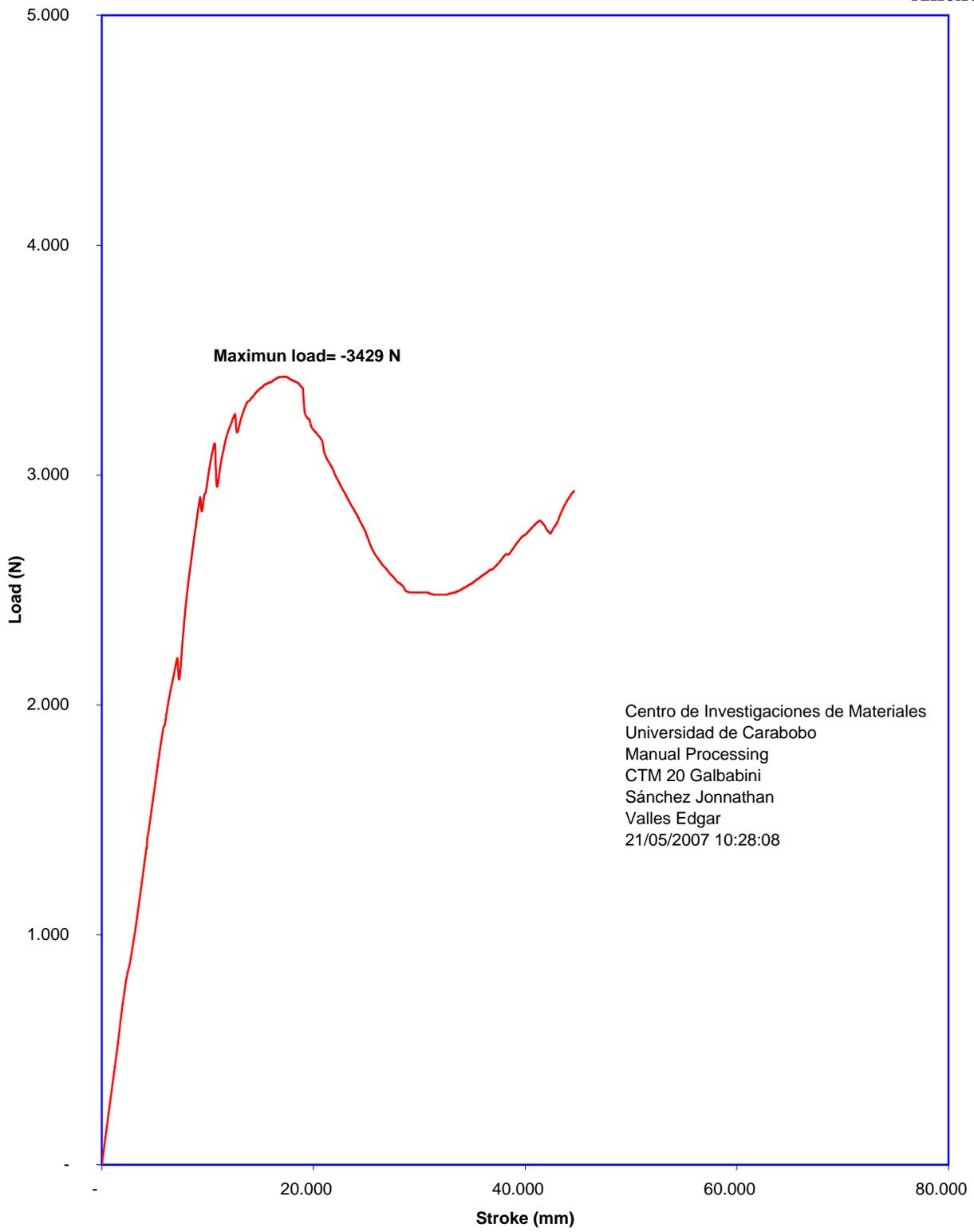


Figura No A.3.4. Gráfica deformación vs Fuerza de compresión

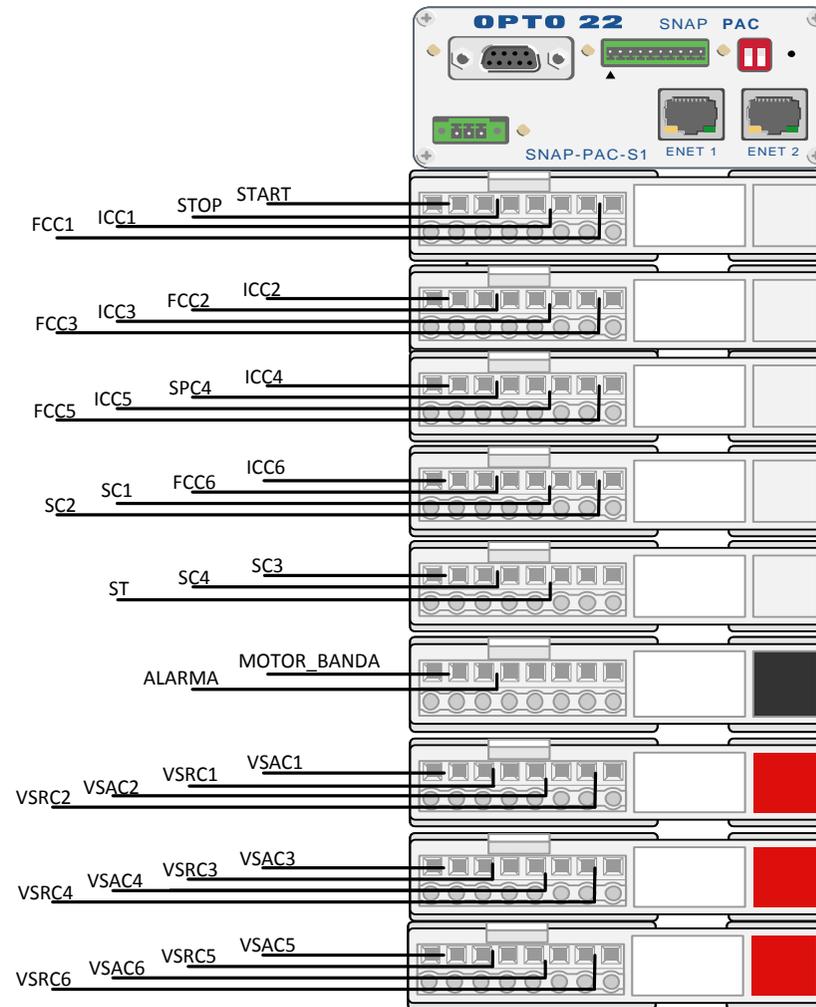
IMÁGENES DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL COCO



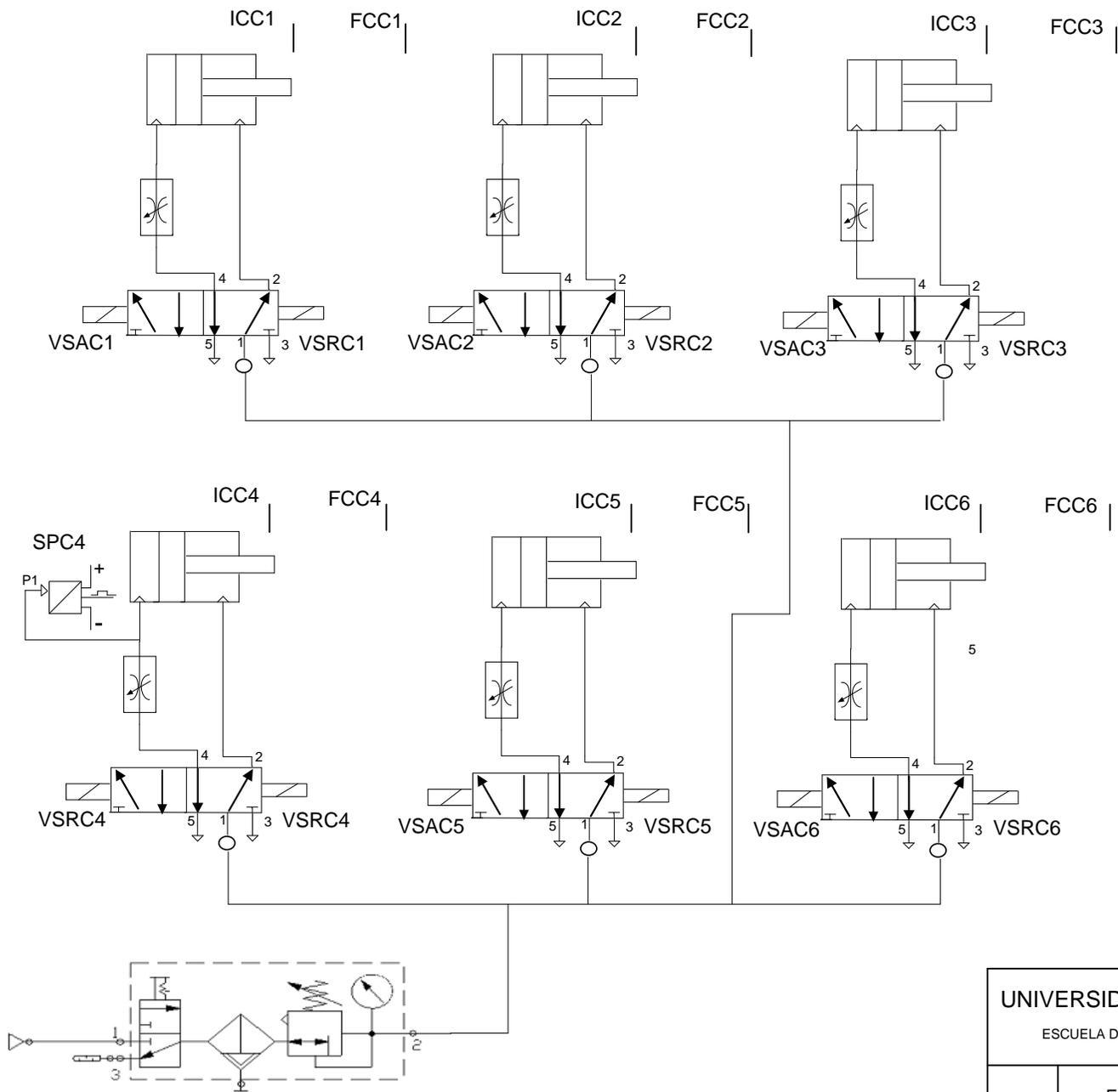
Centro de Investigaciones de Materiales  
Universidad de Carabobo  
Manual Processing  
CTM 20 Galbabini  
Sánchez Jonnathan  
Valles Edgar  
21/05/2007 10:28:08

ENTRADA.	TIPO	DESCRIPCION
START	Digital	Interruptor de inicio del sistema
STOP	Digital	Interruptor de parada del sistema
ICC1	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 1
FCC1	Digital	Sensor de final de carrera cilindro 1
ICC2	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 2
FCC2	Digital	Sensor de final de carrera cilindro 2
ICC3	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 3
FCC3	Digital	Sensor de final de carrera cilindro 3
ICC4	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 4
SPC4	Digital	Sensor de presión de cilindro 4
ICC5	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 5
FCC5	Digital	Sensor de final de carrera cilindro 5
ICC6	Digital	Sensor de inicio de carrera cilindro 6
FCC6	Digital	Sensor de final de carrera cilindro 6
SC1	Digital	Sensor de de coco 1
SC2	Digital	Sensor de de coco 2
SC3	Digital	Sensor de de coco 3
SC4	Digital	Sensor de de coco 4
ST	Digital	Sensor de cocos de la tolva

SALIDA	TIPO	DESCRIPCION
VSAC1	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 1
VSRC1	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 1
VSAC2	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 2
VSRC2	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 2
VSAC3	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 3
VSRC3	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 3
VSAC4	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 4
VSRC4	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 4
VSAC5	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 5
VSRC5	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 5
VSAC6	Digital	Válvula solenoide de avance del cilindro 6
VSRC6	Digital	Válvula solenoide de regreso del cilindro 6
MOTOR_BANDA	Digital	Motor de la banda transportadora
ALARMA	Digital	Alarma sonora de seguridad.

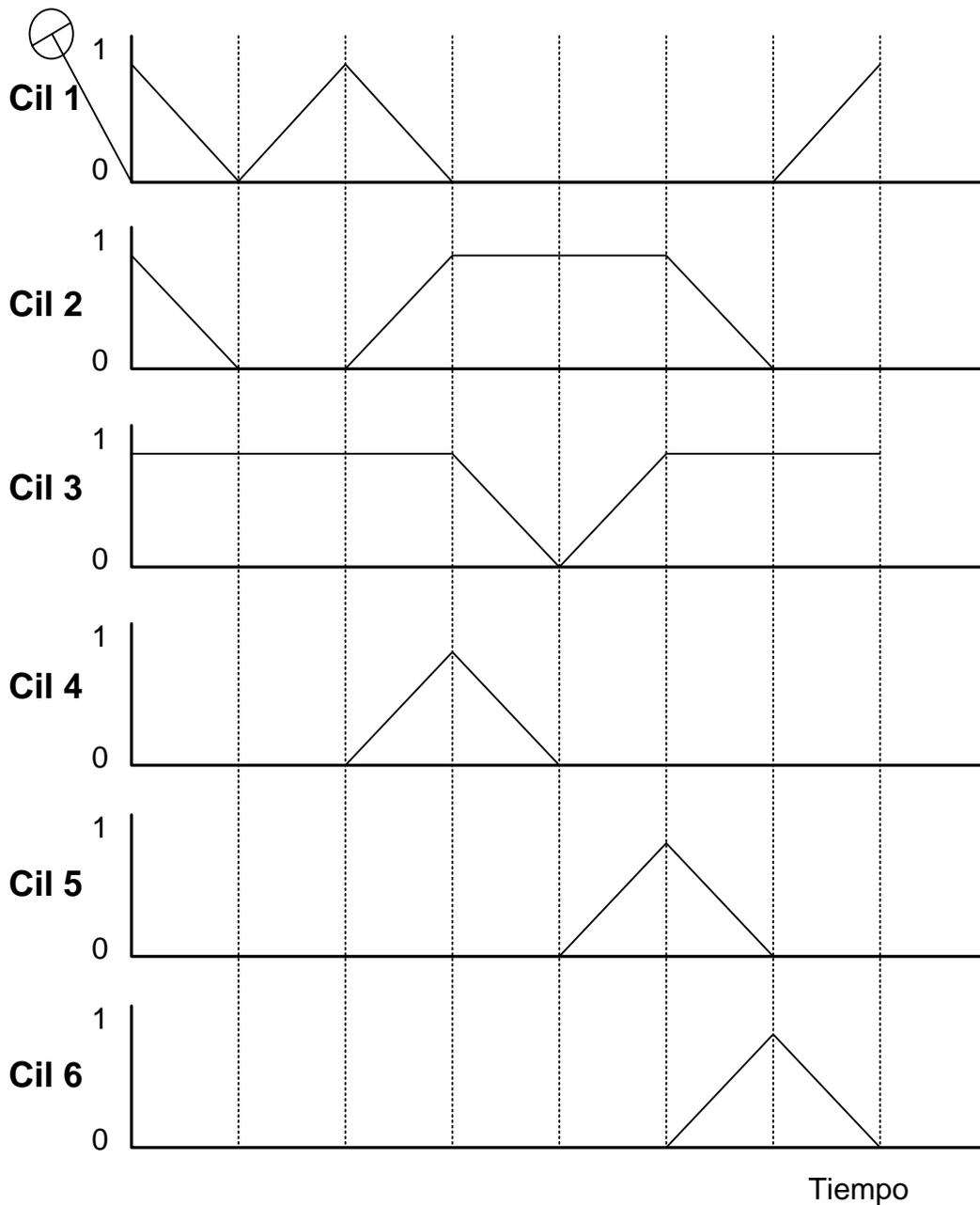


UNIVERSIDAD DE CARABOBO ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA	NOMBRE	FIRMA
	Dibuja	Edgar Valles	
	Revisa		
Entradas y Salidas del Sistema		Esquema Eléctrico Lamina N° 1	



SIMBOLO	NOMBRE
VSAC1	Válvula solenoide de avance del cilindro 1
VSRC1	Válvula solenoide de regreso del cilindro 1
VSAC2	Válvula solenoide de avance del cilindro 2
VSRC2	Válvula solenoide de regreso del cilindro 2
VSAC3	Válvula solenoide de avance del cilindro 3
VSRC3	Válvula solenoide de regreso del cilindro 3
VSAC4	Válvula solenoide de avance del cilindro 4
VSRC4	Válvula solenoide de regreso del cilindro 4
VSAC5	Válvula solenoide de avance del cilindro 5
VSRC5	Válvula solenoide de regreso del cilindro 5
VSAC6	Válvula solenoide de avance del cilindro 6
VSRC6	Válvula solenoide de regreso del cilindro 6
START	Interruptor de inicio del sistema
STOP	Interruptor de parada del sistema
ICC1	Sensor de inicio de carrera cilindro 1
FCC1	Sensor de final de carrera cilindro 1
ICC2	Sensor de inicio de carrera cilindro 2
FCC2	Sensor de final de carrera cilindro 2
ICC3	Sensor de inicio de carrera cilindro 3
FCC3	Sensor de final de carrera cilindro 3
ICC4	Sensor de inicio de carrera cilindro 4
SPC4	Sensor de presión de cilindro 4
ICC5	Sensor de inicio de carrera cilindro 5
FCC5	Sensor de final de carrera cilindro 5
ICC6	Sensor de inicio de carrera cilindro 6
FCC6	Sensor de final de carrera cilindro 6
SC1	Sensor de de coco 1
SC2	Sensor de de coco 2
SC3	Sensor de de coco 3
SC4	Sensor de de coco 4
ST	Sensor de cocos de la tolva

UNIVERSIDAD DE CARABOBO ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA	NOMBRE	FIRMA
	Dibuja	Edgar Valles	
	Revisa		
Entradas y Salidas del Sistema		Esquema Neumatico	
		Lamina N° 2	



**NOTA:**

En este diagrama se toma como inicio del ciclo el momento donde el cilindro numero uno (Cil 1) se esta retrayendo luego de haber empujado el coco que activa el sensor numero dos (S2), extendiéndose luego para empujarlo hasta el área de compresión donde se encuentra el sensor numero tres (S3).

UNIVERSIDAD DE CARABOBO ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA	NOMBRE	FIRMA
		Dibuja	Edgar Valles	
		Revisa		
Diagrama de Pasos del Sistema Neumático			Diagrama de Pasos	
			Lamina N° 3	

**PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR**

<p><b>TITLE:</b> Block Instructions for Every Chart <b>STRATEGY:</b> COCO</p> <hr/> <p><b>CHART:</b> ALARMA_CILINDRO</p> <p><b>ACTIONS</b></p> <p><b>Action Block:</b> INICIO (Id: 0) <b>Exit to:</b> CILINDROS (Id: 1)</p> <p><b>There are no instructions in this action block.</b></p> <p><b>SCRIPTS</b></p> <p><b>OptoScript Block:</b> CILINDROS (Id: 1) <b>Exit to:</b> IR A INICIO (Id: 2)</p> <p>IF (TIEMPO1 == 1.5) THEN</p> <p>ALARMAS_CILINDRO = 1;</p> <p>STOP_EMERGENCIA=1;</p> <p>ENDIF</p> <p>IF (TIEMPO2 == 1) THEN</p> <p>ALARMAS_CILINDRO = BitSet( ALARMAS_CILINDRO,1); STOP_EMERGENCIA=1;</p> <p>ENDIF</p> <p>IF (TIEMPO3 == 1) THEN</p> <p>ALARMAS_CILINDRO = BitSet( ALARMAS_CILINDRO,2); STOP_EMERGENCIA=1;</p> <p>ENDIF</p>	<p>IF (TIEMPO4 == 2) THEN</p> <p>ALARMAS_CILINDRO = BitSet( ALARMAS_CILINDRO,3); STOP_EMERGENCIA=1;</p> <p>ENDIF</p> <p>IF (TIEMPO5 == 2) THEN</p> <p>ALARMAS_CILINDRO = BitSet( ALARMAS_CILINDRO,4); STOP_EMERGENCIA=1;</p> <p>ENDIF</p> <p><b>CONDITIONS</b></p> <p><b>There are no condition blocks in this flowchart.</b></p> <p><b>CONTINUE BLOCKS</b></p> <p><b>Continue Block:</b> IR A INICIO (Id: 2) <b>Continue At:</b> INICIO (Id: 0)</p> <p><b>CHART:</b> ALARMA_TOLVA</p> <p><b>ACTIONS</b></p> <p><b>Action Block:</b> INICIO (Id: 0) <b>Exit to:</b> ST ON? (Id: 1)</p> <p><b>There are no instructions in this action block.</b></p> <p><b>SCRIPTS</b></p> <p><b>OptoScript Block:</b> ACTIVA ALARMA TOLVA (Id: 6) <b>Exit to:</b> IR A INICIO (Id: 8)</p> <p>FALTA_COCO = 1; DelaySec(10); FALTA_COCO = 0;</p>	<p><b>CONDITIONS</b></p> <p><b>Condition Block:</b> ST ON? (Id: 1) <b>Operator Type:</b> AND <b>TRUE Exit to:</b> ACTIVA ALARMA TOLVA (Id: 6) <b>FALSE Exit to:</b> ST ON? (Id: 1)</p> <p>Is ST <b>On?</b></p> <p><b>CONTINUE BLOCKS</b></p> <p><b>Continue Block:</b> IR A INICIO (Id: 8) <b>Continue At:</b> INICIO (Id: 0)</p> <p><b>CHART:</b> BANDA_TRANSP</p> <p><b>ACTIONS</b></p> <p><b>Action Block:</b> APAGA BANDA T (Id: 3) <b>Exit to:</b> IR A INICIO (Id: 8)</p> <p><b>Turn Off</b></p> <p>MOTOR_BANDA</p> <p><b>Delay (Sec)</b></p> <p>2.0</p> <p><b>Action Block:</b> ENCIENDE BANDA T (Id: 2) <b>Exit to:</b> SC1 ON? SC2 ON? (Id: 1)</p> <p><b>Turn On</b></p> <p>MOTOR_BANDA</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** SC1 ON? SC2 ON?  
 (Id: 1)

There are no instructions  
 in this action block.

**SCRIPTS**

There are no OptoScript  
 blocks in this flowchart.

**CONDITIONS**

**Condition Block:** SC1 ON?  
 (Id: 1)  
**TRUE Exit to:** APAGA BANDA  
 T (Id: 3)  
**FALSE Exit to:** ENCIENDE  
 BANDA T (Id: 2)

Is SC1  
 On?

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO  
 (Id: 8)  
**Continue At:** INICIO (Id: 0)

**CHART:**  
 CILINDRO1\_COMPUERTA1

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** SC1 ON? SC2 OFF?  
 (Id: 1)

There are no instructions  
 in this action block.

**SCRIPTS**

**OptoScript Block:** ABRE  
 COMPUERTA 2 (Id: 10)  
**Exit to:** ACTIVA CILINDRO  
 1 (Id: 17)

REPEAT  
 TurnOn (VSRC2);  
 StartTimer(TIEMPO2);  
 UNTIL (IsOn (ICC2));  
 TurnOff (VSRC2);  
 StopTimer(TIEMPO2);  
 DelaySec(0.5);  
 REPEAT  
 TurnOn (VSRC1);  
 StartTimer(TIEMPO1);  
 UNTIL (IsOn (ICC1));  
 TurnOff (VSRC1);  
 StopTimer(TIEMPO1);

**OptoScript Block:** ACTIVA  
 CILINDRO 1 (Id: 2)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 3)

REPEAT  
 TurnOn (VSAC1);  
 StartTimer (TIEMPO1);  
 UNTIL (IsOn (FCC1));  
 StopTimer(TIEMPO1);  
 TurnOff (VSAC1);  
 DelaySec(0.5);  
 REPEAT  
 TurnOn (VSRC1);  
 StartTimer (TIEMPO1);  
 UNTIL (IsOn (ICC1));  
 StopTimer(TIEMPO1);  
 TurnOff (VSRC1);

**OptoScript Block:** CIERRA  
 COMPUERTA (Id: 19)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 20)

IF ( IsOn (SC3)) THEN  
 REPEAT  
 TurnOn (VSAC2);  
 StartTimer(TIEMPO2);  
 UNTIL (IsOn (FCC2));  
 ENDIF  
 TurnOff (VSAC2);  
 StopTimer(TIEMPO2);

**CONDITIONS**

**Condition Block:** SC1 ON?  
 (Id: 8)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** SC3 OFF? (Id:  
 11)  
**FALSE Exit to:** SC1 ON? SC2  
 OFF? (Id: 1)

Is SC1  
 On?  
 Is SC2

REPEAT  
 TurnOn (VSAC1);  
 StartTimer(TIEMPO1);  
 UNTIL (IsOn (FCC1));

**On?**

**Condition Block:** SC1 ON?  
SC2 OFF? (Id: 1)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** ACTIVA  
CILINDRO 1 (Id: 2)  
**FALSE Exit to:** SC1 ON? (Id: 8)

Is SC1  
**On?**

Is SC2  
**Off?**

**Condition Block:** SC3 OFF?  
(Id: 11)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** ABRE  
COMPUERTA 2 (Id: 10)  
**FALSE Exit to:** SC1 ON? SC2 OFF? (Id: 1)

Is SC3  
**Off?**

Is FCC3  
**On?**

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO  
(Id: 3)  
**This continue block is not connected.**

**Continue Block:** IR A INICIO  
(Id: 20)  
**This continue block is not connected.**

**CHART:** CILINDRO\_5

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** SC4 ON? (Id: 1)

**There are no instructions in this action block.**

**SCRIPTS**

**OptoScript Block:** ACTIVA  
CILINDRO 5 (Id: 2)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 6)

REPEAT

TurnOn (VSAC5);

UNTIL (IsOn (FCC5));

TurnOff (VSAC5);

DelaySec (0.5);

REPEAT

TurnOn (VSRC5);

UNTIL (IsOn (ICC5));

**CONDITIONS**

**Condition Block:** SC4 ON?  
(Id: 1)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** ACTIVA  
CILINDRO 5 (Id: 2)  
**FALSE Exit to:** SC4 ON? (Id: 1)

Is SC4  
**On?**

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO  
(Id: 6)  
**Continue At:** INICIO (Id: 0)

**CHART:**

CILINDRO\_COMPRESION

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** SC3 ON? (Id: 2)

**There are no instructions in this action block.**

**SCRIPTS**

**OptoScript Block:** ABRO  
COMPUERTA 2 (Id: 6)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 8)

REPEAT

TurnOn (VSRC3);

StartTimer(TIEMPO3);

UNTIL (IsOn (ICC3));

TurnOff(VSRC3);

StopTimer(TIEMPO3);

DelaySec (0.5);

REPEAT

TurnOn (VSAC3);

StartTimer(TIEMPO3);

UNTIL (IsOn (FCC3));

TurnOff(VSAC3);

StopTimer(TIEMPO3);

COMPRESION\_OK = 0;

**OptoScript Block:** ACTIVO  
COMPRESION (Id: 4)  
**Exit to:** ABRO COMPUERTA  
(Id: 6)

REPEAT

TurnOn (VSAC4);

UNTIL (IsOn (SPC4));

COMPRESION\_OK = 1;

REPEAT

TurnOn (VSRC4);

UNTIL (IsOn (ICC4));

**CONDITIONS**

**Condition Block:** SC3 ON?  
 (Id: 2)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** ACTIVO  
 COMPRESION (Id: 4)  
**FALSE Exit to:** SC3 ON? (Id: 2)

Is SC3  
**Off?**

Is  
 COMPRESION\_OK  
**Equal?**  
 To 0

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO  
 (Id: 8)  
**Continue At:** INICIO (Id: 0)

**CHART:** EXP\_CASCARA

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** ACTIVA CILINDRO  
 7 (Id: 1)

**There are no instructions  
 in this action block.**

**SCRIPTS**

**OptoScript Block:** ACTIVA  
 CILINDRO 7 (Id: 1)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 2)

IF (IsOn(FCC5)) THEN

REPEAT

TurnOn (VSAC7);

StartTimer(TIEMPO5);

UNTIL (IsOn (FCC7));

TurnOff (VSAC7);  
 StopTimer(TIEMPO5);

DelaySec (1);

REPEAT

TurnOn (VSR7);  
 StartTimer(TIEMPO5);

UNTIL (IsOn (ICC7));

TurnOff (VSR7);  
 StopTimer(TIEMPO5);

ENDIF

**CONDITIONS**

**There are no condition blocks  
 in this flowchart.**

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO  
 (Id: 2)  
**Continue At:** INICIO (Id: 0)

**CHART:** EXP\_FIBRA

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)  
**Exit to:** ACTIVA CILINDRO  
 6 (Id: 1)

**There are no instructions  
 in this action block.**

**SCRIPTS**

**OptoScript Block:** ACTIVA  
 CILINDRO 6 (Id: 1)  
**Exit to:** INICIO (Id: 2)

IF (IsOn(FCC5)) THEN

REPEAT

TurnOn (VSAC6);

StartTimer(TIEMPO4);

UNTIL (IsOn (FCC6));

TurnOff (VSAC6);  
 StopTimer(TIEMPO4);

DelaySec (1);

REPEAT

TurnOn (VSR6);  
 StartTimer(TIEMPO4);

UNTIL (IsOn (ICC6));  
 TurnOff (VSR6);  
 StopTimer(TIEMPO4);

ENDIF

**CONDITIONS**

**There are no condition blocks  
 in this flowchart.**

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** INICIO (Id:  
 2)  
**Continue At:** INICIO (Id: 0)

**CHART:**  
 PARADA\_EMERGENCIA

**ACTIONS**

**Action Block:** ACTIVAR  
 CARTAS (Id: 8)  
**Exit to:** IR A INICIO (Id: 12)

**Set Variable False**

STOP\_EMERGENCIA

**Start Chart**

Chart  
 BANDA\_TRANSP  
 Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
 CILINDRO1\_COMPUERTA1

Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart CILINDRO\_5  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
CILINDRO\_COMPRESION  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
ALARMA\_TOLVA  
Put Status In STATUS

**Action Block:** DETENER

CARTAS (Id: 2)  
Exit to: START ON? (Id: 9)

**Suspend Chart**

Chart  
BANDA\_TRANSP

**Suspend Chart**

Chart  
CILINDRO1\_COMPUERTA1

**Suspend Chart**

Chart CILINDRO\_5

**Suspend Chart**

Chart  
CILINDRO\_COMPRESION

**Suspend Chart**

Chart  
EXP\_CASCARA

**Suspend Chart**

Chart EXP\_FIBRA

**Action Block:** INICIO (Id: 0)

Exit to: STOP 1? (Id: 1)

There are no instructions in this action block.

**SCRIPTS**

There are no OptoScript blocks in this flowchart.

**CONDITIONS**

**Condition Block:** START

ON? (Id: 9)

Operator Type: AND

TRUE Exit to: ACTIVAR

CARTAS (Id: 8)

FALSE Exit to: START ON?

(Id: 9)

Is START

On?

**Condition Block:** STOP 1?

(Id: 1)

Operator Type: OR

TRUE Exit to: DETENER

CARTAS (Id: 2)

FALSE Exit to: STOP 1? (Id:

1)

Is STOP

On?

Is

STOP\_EMERGENCIA

Equal?

To

ALARMAS\_CILINDRO

**CONTINUE BLOCKS**

**Continue Block:** IR A INICIO

(Id: 12)

Continue At: INICIO (Id: 0)

**CHART:** Powerup

**ACTIONS**

**Action Block:** INICIO (Id: 0)

Exit to: START ON? (Id: 1)

There are no instructions in this action block.

**Action Block:** ACTIVAR

CARTAS (Id: 2)

This action block has no exit.

**Start Chart**

Chart  
BANDA\_TRANSP  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
CILINDRO1\_COMPUERTA1  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart CILINDRO\_5  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
CILINDRO\_COMPRESION  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
ALARMA\_TOLVA  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
PARADA\_EMERGENCIA  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
ALARMA\_CILINDRO  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart  
EXP\_CASCARA  
Put Status In STATUS

**Start Chart**

Chart EXP\_FIBRA  
Put Status In STATUS

**SCRIPTS**

**There are no OptoScript blocks in this flowchart.**

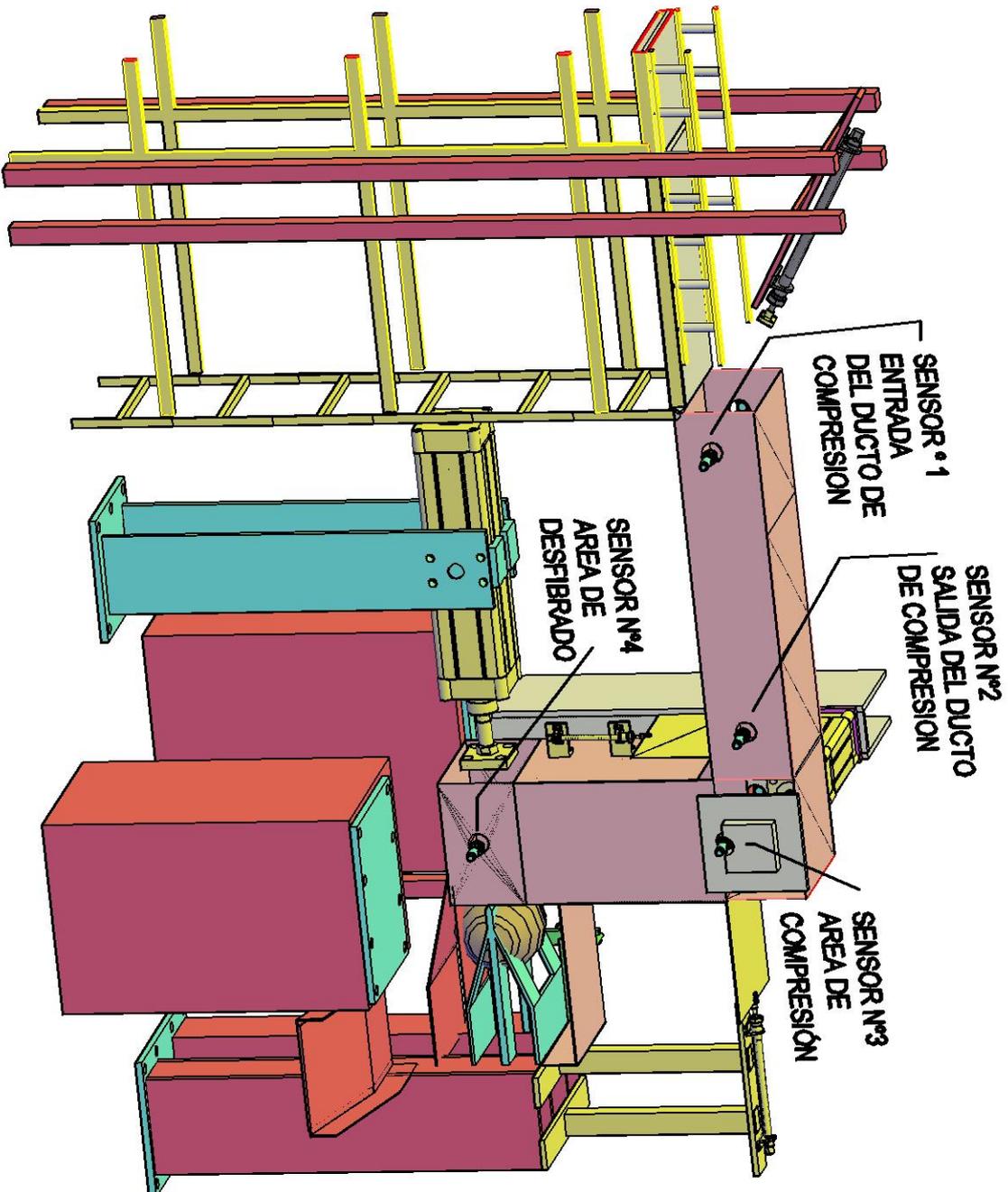
**CONDITIONS**

**Condition Block:** START  
ON? (Id: 1)  
**Operator Type:** AND  
**TRUE Exit to:** ACTIVAR  
CARTAS (Id: 2)  
**FALSE Exit to:** START ON?  
(Id: 1)

**CONTINUE BLOCKS**

**There are no continue blocks in this flowchart.**

Is START  
On?



# Anexo 4

**EQUIPOS**

# Sección 1

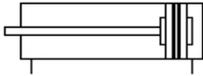
**EQUIPOS NEUMÁTICOS**

# Actuador Lineal N°1. Empujar los cocos

**FESTO**

Núm. artículo:

**19217**



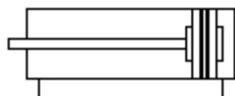
## DSNU-20-300-P-A

### Cilindros normalizados

Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	20 mm
Carrera	300,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	G1/8
Corresponde a la norma	ISO 6432
Detección de la posición	con detector de proximidad
Amortiguación	anillos elásticos / Placas elásticas en ambos lados
Presión de funcionamiento	1,000 - 10,000 bar
Fuerza teórica con 6 bar, avance	188,500 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	158,300 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Información sobre el material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material del cuerpo	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material de las juntas	NBR TPE-U(PU)

Actuador Lineal N°2.  
Compuerta N°1.

**FESTO**



Núm. artículo:

**19182**

**DSNU-8-100-P-A**  
**Cilindros normalizados**



Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	8 mm
Carrera	100,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	M5
Corresponde a la norma	ISO 6432
Detección de la posición	con detector de proximidad
Amortiguación	anillos elásticos / Placas elásticas en ambos lados (P)
Presión de funcionamiento	1,000 - 10,000 bar
Fuerza teórica con 6 bar, avance	30,000 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	23,000 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Información sobre el material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material del cuerpo	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material de las juntas	NBR TPE-U(PU)

Actuador Lineal N°3.  
Compuerta N°2

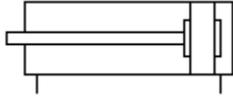
**FESTO**

Hoja de datos

Núm. artículo:

**5054**

Página: 1

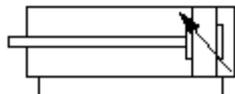


**DSN-12-200-P**  
**Cilindros normalizados**

Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	12 mm
Carrera	200,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	M5
Corresponde a la norma	ISO 6432
Detección de la posición	sin
Amortiguación	anillos elásticos / Placas elásticas en ambos lados
Presión de funcionamiento	1,000 - 10,000 bar
Fuerza teórica con 6 bar, avance	67,900 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	50,900 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Información sobre el material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material del cuerpo	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material de las juntas	NBR TPE-U(PU)

## Actuador Lineal N°4 Compresión.

**FESTO**



Hoja de datos

Núm. artículo:

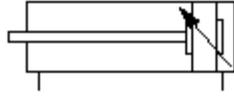
**163483**

Página:1

### **DNC-100-100-PPV** **Cilindros normalizados**



Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	100 mm
Carrera	100,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	G1/2
Corresponde a la norma	ISO 6431 VDMA 24562
Detección de la posición	sin
Amortiguación	Amortiguación neumática regulable en ambos lados
Carrera de amortiguación	32,000 mm
Presión de funcionamiento	0,600 - 12,000 bar
Peso básico con carrera de 0 mm	4.653,000 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	115,000 g
Masa móvil con carrera de 0 mm	1.544,000 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	38,000 g
Fuerza teórica con 6 bar, avance	4.712,000 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	4.418,000 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado



## **DNC-100-100-PPV**

### **Cilindros normalizados**

Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio anodizado
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material del cuerpo	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante
Información sobre el material de las juntas	NBR TPE-U(PU)

# Actuador Lineal N°5. Desfibrado

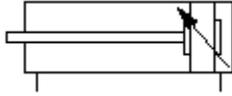
**FESTO**

Hoja de datos

Núm. artículo:

**163521**

Página:1

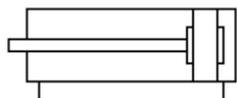


## DNC-125-400-PPV Cilindros normalizados

Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	125 mm
Carrera	400,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	G1/2
Corresponde a la norma	ISO 6431 VDMA 24562
Detección de la posición	sin
Amortiguación	Amortiguación neumática regulable en ambos lados
Carrera de amortiguación	42,000 mm
Presión de funcionamiento	0,600 - 10,000 bar
Peso básico con carrera de 0 mm	6.771,000 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	168,000 g
Masa móvil con carrera de 0 mm	2.809,000 g
Masa adicional por 10 mm de carrera	63,000 g
Fuerza teórica con 6 bar, avance	7.363,000 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	6.881,000 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado

Actuador Lineal N°6.  
Expulsar Fibra.

**FESTO**



Hoja de datos  
Núm. artículo:

**32299**

Página: 1

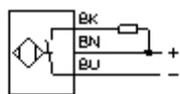
**DSN-25-500-P**  
**Cilindros normalizados**



Caract.	Valor
Forma de funcionamiento	De efecto doble
Variantes	vástago simple
Construcción	Émbolo Vástago
Diámetro del émbolo	25 mm
Carrera	500,000 mm
Temperatura ambiente	-20 - 80 °C
Conexión neumática	G1/8
Corresponde a la norma	ISO 6432
Detección de la posición	sin
Amortiguación	anillos elásticos / Placas elásticas en ambos lados (P)
Presión de funcionamiento	1,000 - 10,000 bar
Fuerza teórica con 6 bar, avance	294,500 N
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	247,400 N
Fluido	Aire seco, lubricado o sin lubricado
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado incoloro
Información sobre el material del vástago	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material del cuerpo	Acero inoxidable de aleación fina
Información sobre el material de las juntas	NBR TPE-U(PU)

# DETECTOR OPTOELECTRÓNICO

**FESTO**



Núm. artículo:

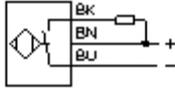
**165336**

Página: 1

## SOEG-RT-M12-NS-K-L Detectores por reflexión



Caract.	Valor
Temperatura ambiente	-5 - 55 °C
Tipo de fijación	con contratuerca
Peso del producto	100,000 g
Símbolo CE	Según la directiva EU 89/336/EWG (EMV)
Conexión eléctrica	Cable
Longitud del cable	2,500 m
Tipo de protección	IP65
Anticortocircuitaje	ciclos
Polos inconfundibles	para tensión de funcionamiento
Ondulación residual	10 %
Tensión de funcionamiento CD	10,000 - 30,000 V
Frecuencia máxima de conmutación	250,0 Hz
Información sobre el material del cuerpo	Latón, cromado brillante
Corriente máxima de salida	200,000 mA
Corriente residual	30,000 mA
Salida	NPN
Función del elemento de conmutación	Conmutación con luz
Caída de tensión	2,000 V
Tipo de luz	Infrarrojo
Indicación del estado	LED amarillo

**SOEG-RT-M12-NS-K-L****Detectores por reflexión**

Caract.	Valor
<b>Límite superior del margen de ajuste</b>	200,00 mm
Información sobre el material de la cubierta del cable	PUR

# Válvula de estrangulación y antirretorno

**FESTO**

Hoja de datos

Núm. artículo:

**197579**

Página:1



## GRLA-1/8-QS-3-RS-D

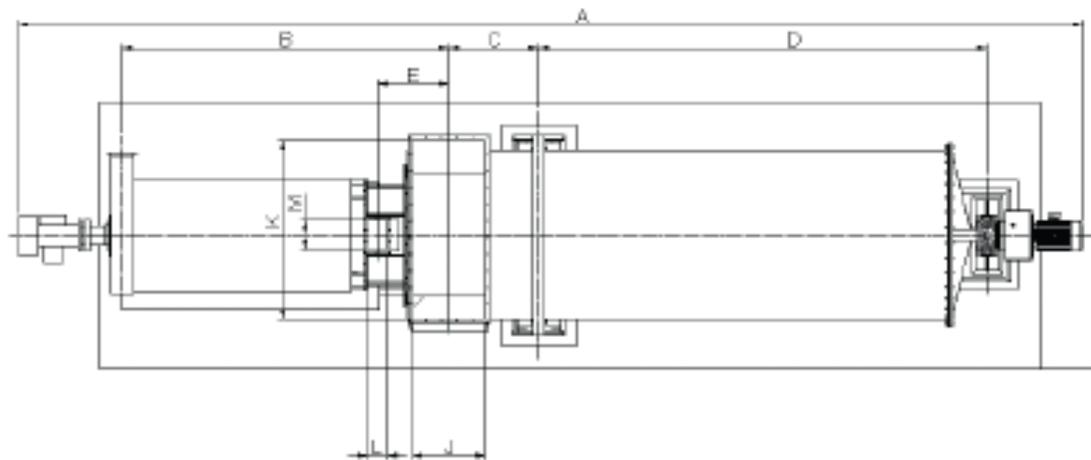
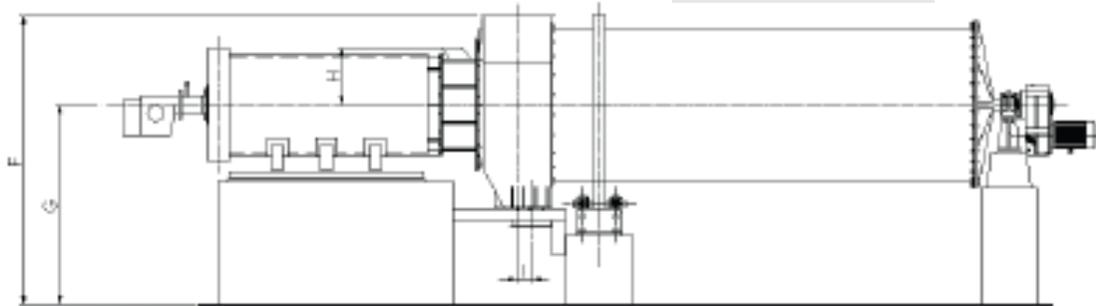
Caract.	Valor
Temperatura ambiente	-10 - 60 °C
Tipo de fijación	atornillable
Posición de montaje	indistinto
Presión de funcionamiento	0,200 - 10,000 bar
Temperatura del medio	-10,0 - 60,0 °C
Peso del producto	23,000 g
Fluido	Aire comprimido filtrado, sin lubricar, grado de filtración de 40 µm Aire comprimido filtrado y lubricado, grado de filtración de 40 µm
Función de las válvulas	Función de estrangulación y antirretorno del escape
Conexión neumática 1	G1/8
Conexión neumática 2	QS-3
Indicación sobre el material	sin cobre y teflón
Par de apriete máximo	3,000 Nm
Caudal nominal normal en el sentido de la estrangulación	130,00 l/min
Caudal nominal normal en el sentido del antirretorno	100,0 - 130,0 l/min
Información sobre el material de las juntas	NBR
Información sobre el material de la chaveta atornillable	Aleación forjable de aluminio
Elemento de ajuste	Tornillo moleteado
Caudal estándar en sentido de regulación del flujo: 6 -> 0 bar	180,0 l/min
Caudal estándar en sentido de bloqueo: 6 -> 0 bar	200,0 - 220,0 l/min

# Sección 2

**HORNO ROTATORIO**

**CEMTEC**

**DOUBLE SHELL DRYER**



## STANDARD SIZE AND DIMENSIONS

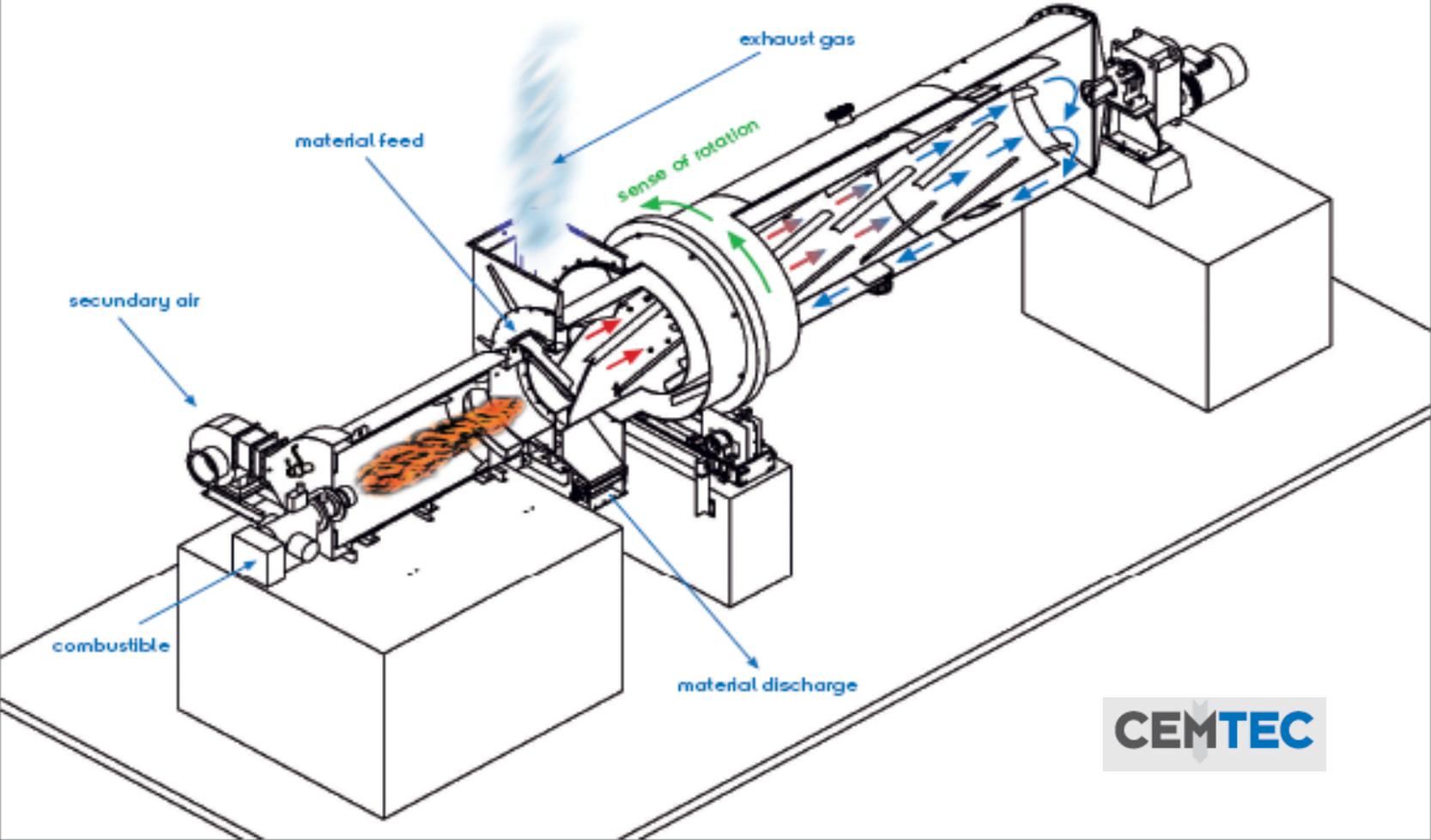


## DOUBLE SHELL DRYER

Mentioned Values are for bulk material with superficial humidity.  
Basis for design is 5% feed and 0,2% final humidity.

DIA-METER	DRUM LENGTH	MAX. CAPACITY	MAX. WATER-QUANTITY to evaporate (kg/h)	EXHAUST GAS QUANTITY (m <sup>3</sup> )	DRIVE POWER (kW)	BURNER CAPACITY (kW)	DRUM DIMENSIONS ACC. TO SKETCH												
							A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)	K (mm)	L (mm)	M (mm)
1,4	4,2 7	24	529 882	3.640 6.096	11 15	517 861	9.199 12.390	2.900 3.290	1.100	3.915 6.715	795	3.160	2.280	560 600	225	775	1.720	160	240
1,6	4,8 8	32	790 1.317	5.540 9.072	11 22	769 1.289	10.130 14.020	3.180 3.870	1.150	4.515 7.715	880	3.410	2.435	610 660	250	875	19.220	180	265
1,8	5,4 9	40	1.125 1.873	7.741 12.888	11 30	1.092 2.212	11.420 15.840	3.770 4.590	1.250	5.150 8.715	1.030	3.660	2.585	685 765	325	1.075	2.120	215	315
2	6 10	50	1.543 2.572	10.595 17.647	22 37	1.493 2.487	12.710 17.360	4.315 4.960	1.400	5.715 9.715	1.220	3.920	2.740	735 800	450	1.375	2.320	230	340
2,2	6,6 11	60,5	2.054 3.424	14.084 23.452	30 45	1.984 3.304	14.010 19.170	4.860 5.620	1.550	6.315 10.715	1.420	4.170	2.890	810 875	575	1.675	2.520	265	390
2,4	7,2 12	72	2.667 4.446	18.261 30.409	37 58,5	2.572 4.282	15.230 20.890	5.380 6.245	1.650	9.615 11.715	1.550	4.420	3.040	860 935	650	1.875	2.720	280	415
2,6	7,8 13	84,5	3.391 5.652	23.190 38.621	45 75	3.265 5.437	16.370 22.530	5.870 6.830	1.700	7.515 12.715	1.640	4.670	3.190	915 995	675	1.975	2.920	300	440
2,8	8,4 14	98	4.236 7.060	28.936 48.193	58,5 90	4.067 6.783	17.589 24.200	6.440 7.450	1.750	8.115 13.715	1.740	4.915	3.340	990 1.075	700	2.075	3.120	335	490

# FUNCTION OF DOUBLE SHELL DRYERS



# Anexo 5

**TABLAS DE PROPIEDADES DE MATERIALES Y  
TABLAS DE INTERES**



## CROMARCO 308 L-15

IDENTIFICACION: WEST ARCO E 308 L -15  
 CLASIFICACION: AWS E-308L-15  
 ESPECIFICACION: AWS A.5.4.ICONTEC.2290.ASME SFA5.4

### CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES:

El revestimiento es de tipo básico, lo que permite al electrodo soldar en todas las posiciones con corriente continua, polaridad positiva [+]. Acción suave del arco con bajas pérdidas por salpicaduras. Cordones finos y suaves con un contorno relativamente plano. El metal depositado tiene magníficas propiedades mecánicas y metalúrgicas y excelente calidad radiográfica.

### APLICACIONES TÍPICAS:

El CROMARCO 308 L -15 se usa para soldar aceros de las clases AISI 304 y 304 L, en todas las posiciones, en especial en Vertical ascendente.

### RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN:

Uno de los factores más importantes para la aprobación correcta del CROMARCO 308 L -15 es la adecuada preparación de la unión:

- Los bordes del metal deben cortarse correctamente para producir un buen ajuste.
- Se debe evitar la contaminación de partículas de acero dulce, carbón, azufre o zinc.

El acero inoxidable austenítico tiene un coeficiente de expansión 50% mayor que el del acero común y tiene una conductividad térmica del 50% menor. Por este motivo, la distorsión puede ser un problema serio y para evitarlo se recomienda:

- Usar el menor amperaje posible.
- Se pueden usar barras de cobre como respaldo para conducir rápidamente el calor fuera de la junta.

### PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia a la tracción	52-63 kg/mm <sup>2</sup> [75-90 Ksi]
Elongación	40-60 %
Reducción de área	30-60 %

**NOTA:** Ensayos realizados según AWS A5.4

### COMPOSICIÓN QUÍMICA TÍPICA DEL METAL DEPOSITADO

Carbono	0.04 % máx	Manganeso	1.0-2.0 % máx
Silicio	0.75 % máx	Cromo	18.0 -21.0 %
Níquel	9.0-11.0 %		

## AISI 304

**Color de Identificación :** 

**Aleación :** C % 0.08 máx. – Cr % 19 – Ni % 10.

**Denominación según:**

Din: X5CrNi189 W

No 1.4301

AISI 304

**Descripción:**

Es un acero inoxidable y refractario austenítico, aleado con Cr y Ni y bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente contra corrosión intercrystalina y tiene propiedades para ser embutido profundo, no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, embotelladoras, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, equipos de leche, cereales, cocina, cubiertos, químicos maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos.+

**Estado de entrega:** Apagado (austenizado), en barras o laminas según AISI.

**Propiedades mecánicas en estado de entrega:**

**Dureza :** 160 Brinell

**Resistencia a la tracción:** 50-70 kg/mm<sup>2</sup>

**Láminas:**

**Medidas disponibles:** en 2x1 m , 4x8 ft y/o 3x10 ft.

**Acabados y Espesores**

**Acabado:** No 1 desde ½ pulg – 3/16 pulg.

**Acabado:** 2B USG 8 (4.37 mm) – USG 26 ( 0.48 mm)

**Acabado:** 4 Brillante con PVC por un lado USG 14 ( 1.95 mm) – USG 26 ( 0.48 mm)

**Diámetros:** desde 3/16 pulg hasta 2 pulg.

# METALÚRGICA VALLES S.R.L.

ELABORACIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES, REJAS,  
VENTANAS – HERRERÍA EN GENERAL.

R.I.F. J-07579411

Av. Urdaneta Galpón No 73 – 25. El Carmen Sur - Teléfono: (0414) 4200062 - Valencia Edo. Carabobo.

## Presupuesto

*Sr, Edgar Valles*

Cant.	Descripción	P. Unitario	P. Total
2	Fabricación de Ductos de 18cm de ancho x 24cm de alto, y 70 cm de largo acero inoxidable 304	518.300	1.036.000
	Fabricación de estructuras de soporte de ductos, en tubo de 1 ½ x 1 pulg.	1.100.000	1.100.000
	Fabricación de soportes para cilindros en láminas de acero inoxidable 304 en láminas de 4,37mm de espesor.	3.560.000	3.560.000
	Fabricación de Tolva de medidas 1,5 x 3 x 2m en acero inoxidable.	7.052.500	7.052.500
	Fabricación de la cuchilla de desfibrado	500.000	500.000
		Total	5.696.600
		I.V.A	1.260.900
		<b>Total Bs.</b>	<b>14.010.000,00</b>

Tabla A.5.1 Factor de Seguridad para Materiales Dúctiles.

<b>Factores utilizados para determinar un factor de seguridad para materiales dúctiles</b>		
<b>Información</b>	<b>Calidad de la información</b>	<b>Factor</b>
<b>Datos del material disponibles de pruebas</b>	-El material realmente utilizando fue probado.	<b>F<sub>1</sub></b> 1,3
	-Datos representativos del material disponibles a partir de pruebas.	2
	-Datos suficientemente representativos del material disponible a partir de pruebas	3
	-Datos poco representativos del material disponible a partir de pruebas	5+
<b>Condiciones del entorno en el cual se utilizará</b>	-Idénticas a las condiciones de pruebas del material.	<b>F<sub>2</sub></b> 1,3
	-Esencialmente en un entorno de ambiente de habitación.	2
	-Entorno moderadamente agresivo.	3
	-Entorno extremadamente agresivo.	5+
<b>Modelos analíticos para carga y esfuerzos.</b>	-Los modelos han sido probados contra experimentos.	<b>F<sub>3</sub></b> 1,3
	-Los modelos representan al sistema con precisión.	2
	-Los modelos representan al sistema aproximadamente.	3
	-Los modelos son una burda aproximación.	5+

Tabla A.5.2 Configuración de la Soldadura

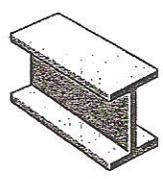
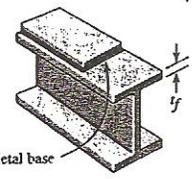
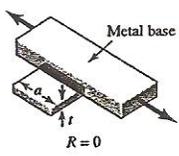
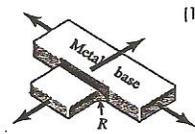
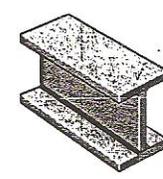
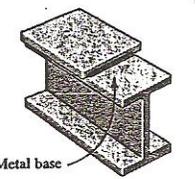
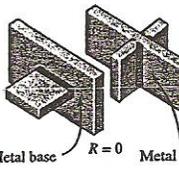
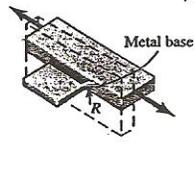
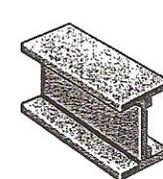
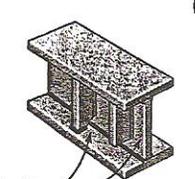
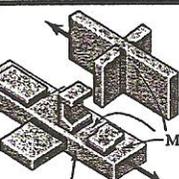
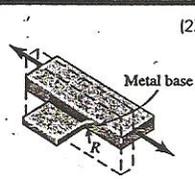
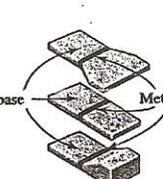
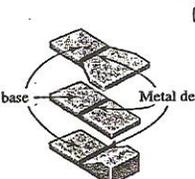
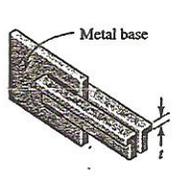
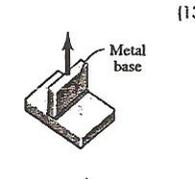
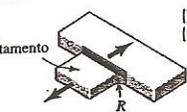
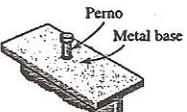
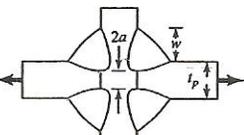
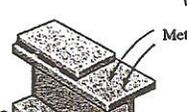
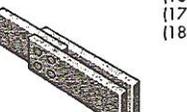
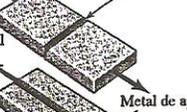
Programa A: configuraciones de juntas soldadas 1-26, que muestran las categorías A-F			
<p>1 (1)</p>  <p>Metal base, sin sujeciones, de superficies laminadas o limpias</p> <p>(A)</p>	<p>2 (15)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en los extremos de longitud parcial soldada, cubierta con placas más anchas que el patín, extremos cuadrados o ahuecados, con o sin soldaduras a lo largo de los extremos.</p> <p><math>t_1 \leq 0.8</math> pulg. [E] <math>t_1 &gt; 0.8</math> pulg. [E']</p>	<p>3 (25)</p>  <p>Metal base</p> <p>Carga longitudinal</p> <p>Metal base: soldadura por ranura de penetración completa</p> <p>Terminación de la soldadura lisa esmerilada</p> <p>Refuerzo de la soldadura no removido</p> <p>Espesores no necesariamente iguales</p> <p><math>2 &lt; a &lt; 12</math> b o 4 pulg. [D] <math>2</math> pulg. <math>&gt; a &lt; 12</math> b [D] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b \leq 1</math> pulg. [E] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b &gt; 1</math> pulg. [E']</p>	<p>4 (19)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base: soldadura por ranura de penetración completa.</p> <p>Terminación de la soldadura lisa esmerilada.</p> <p>Carga longitudinal.</p> <p>Si también hay carga transversal, la soldadura se debe inspeccionar por radiografía o ultrasonido.</p> <p><math>R &gt; 24</math> pulg. [B] <math>24</math> pulg. <math>&gt; R &gt; 6</math> pulg. [C] <math>6</math> pulg. <math>&gt; R &gt; 2</math> pulg. [D] <math>2</math> pulg. <math>&gt; R</math> [E]</p>
<p>9 (2)</p>  <p>Metal base: placas o formas armadas, conectadas mediante soldaduras por ranura de penetración completa o soldadura de filete, sin sujeciones. Nota: no use ésta como fatiga permisible para la soldadura de filete para transferir una carga, ésta sería [F].</p> <p>(B)</p>	<p>10 (6)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en los extremos de placas de cubierta soldadas, con longitud parcial más anchas que el patín. Suelde a lo largo del extremo.</p> <p><math>t_1 \leq 0.8</math> pulg. [E] <math>t_1 &gt; 0.8</math> pulg. [E']</p> <p>Sin soldar a lo largo del extremo [E'].</p>	<p>11 (26)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en detalle sujeto mediante soldaduras de filete.</p> <p>Carga longitudinal</p> <p><math>a &lt; 2</math> pulg. [C] <math>2</math> pulg. <math>&lt; a &lt; 12</math> b [D] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b \leq 1</math> pulg. [E] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b &gt; 1</math> pulg. [E']</p>	<p>12 (27)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base sujeto mediante soldaduras por ranura de penetración parcial.</p> <p>Carga longitudinal.</p> <p>Terminación de la soldadura lisa esmerilada</p> <p>Refuerzo en la soldadura dejado, en el que se usa un radio de transición de</p> <p><math>R &gt; 2</math> pulg. [D] <math>R \leq 2</math> pulg. [E]</p>
<p>15 (3)</p>  <p>Metal base, placas o formas armadas, conectadas mediante soldaduras por ranura de penetración completa con barras de apoyo no removidas, o soldaduras por ranura de penetración completa.</p> <p>(B')</p>	<p>16 (4)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en extremos de soldaduras sobre refuerzos transversales al alma y patines de viga amador.</p> <p>[C]</p>	<p>17 (26)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en detalle, sujeto mediante soldaduras de filete.</p> <p>Carga longitudinal</p> <p><math>a &lt; 2</math> in. [C] <math>2</math> in. <math>&lt; a &lt; 12</math> b [D] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b \leq 1</math> pulg. [E] <math>a &gt; 12</math> b o 4 pulg. donde <math>b &gt; 1</math> pulg. [E']</p>	<p>18 (27)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base sujeto mediante soldaduras de filete</p> <p>Carga longitudinal</p> <p>Terminación de la soldadura lisa esmerilada, mediante un radio de transición de</p> <p><math>R &gt; 2</math> pulg. [D] <math>R \leq 2</math> pulg. [E]</p>
<p>21 (7) [8]</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal de aporte</p> <p>Metal base y metal de aporte en soldaduras por ranura de penetración completa; los cambios en espesores o anchos no deben exceder una pendiente de 1 pulg en 2 1/2 [22°]. Al ras esmerilada, e inspeccionada por radiografía o ultrasonido [B].</p> <p>Para acero A514 [B']</p>	<p>22 (9)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal de aporte</p> <p>Metal base y metal de aporte en soldaduras por ranura de penetración completa; los cambios en espesores o anchos no deben exceder una pendiente de 1 pulg en 2 1/2 [22°]. Refuerzo de la soldadura no removido. Inspeccionada por radiografía o ultrasonido [B].</p> <p>[C]</p>	<p>23 (12)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base en unión de elementos cargados axialmente con conexiones en el extremo soldadas con filetes. Soldaduras equilibradas respecto al C.G. del elemento.</p> <p><math>t_1 \leq 0.8</math> pulg. [E] <math>t_1 &gt; 0.8</math> pulg. [E']</p>	<p>24 (13)</p>  <p>Metal base</p> <p>Metal base conectado con soldaduras de filete transversales.</p> <p><math>t_1 \leq 1/2</math> pulg. [C] <math>t_1 &gt; 1/2</math> pulg. [C]</p>

Tabla A.5.3 Configuración de la Soldadura (b)

Programa A: configuraciones de juntas soldadas 1-26, que muestran las categorías A-F																																																				
<p>5 (20) (21)</p>  <p>Carga transversal Aditamento: soldadura por ranura de penetración completa. Terminación de la soldadura lisa esmerilada. Espesor igual</p> <table border="1"> <tr> <th></th> <th>Refuerzo de la soldadura removido</th> <th>Refuerzo de la soldadura no removido</th> </tr> <tr> <td>R &gt; 24 pulg.</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>24 pulg. &gt; R &gt; 6 pulg.</td> <td>C</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>6 pulg. &gt; R &gt; 2 pulg.</td> <td>D</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>2 pulg. &gt; R</td> <td>E</td> <td>E</td> </tr> </table>		Refuerzo de la soldadura removido	Refuerzo de la soldadura no removido	R > 24 pulg.	B	C	24 pulg. > R > 6 pulg.	C	C	6 pulg. > R > 2 pulg.	D	D	2 pulg. > R	E	E	<p>6 (22) (23)</p>  <p>Carga transversal Aditamento: soldadura por ranura de penetración completa. Terminación de la soldadura lisa esmerilada. Espesor igual Refuerzo de la soldadura removido R &gt; 2 pulg. (D) R ≤ 2 pulg. (E) Refuerzo de la soldadura no removido cualquier R (E)</p>	<p>7 (24)</p>  <p>Carga transversal Aditamento: soldadura por ranura de penetración completa. Terminación de la soldadura lisa esmerilada. Refuerzo de la soldadura no removido R &gt; 6 pulg. (C) 6 pulg. &gt; R &gt; 2 pulg. (D) R ≤ 2 pulg. (E)</p>	<p>8 (28)</p>  <p>Aditamento: carga transversal Soldaduras de filete. Terminación de la soldadura lisa esmerilada. Material principal cargado longitudinalmente. Usando un radio de transición de R &gt; 2 pulg. (D) R ≤ 2 pulg. (E)</p>																																		
	Refuerzo de la soldadura removido	Refuerzo de la soldadura no removido																																																		
R > 24 pulg.	B	C																																																		
24 pulg. > R > 6 pulg.	C	C																																																		
6 pulg. > R > 2 pulg.	D	D																																																		
2 pulg. > R	E	E																																																		
<p>13 (29) (30)</p>  <p>Metal base en el perno, conector de tipo cortante, pieza sujeta con soldadura de filete o soldadura de extremo automática. (C) Esfuerzo cortante en área nominal de conectores de cortante de tipo perno. (F)</p>	<p>14 (15)</p>  <p>Metal base en soldaduras de tapón o de ranura. (E) Cortante en tapón o soldaduras de ranura. (F)</p>	<p>Programa B: esfuerzo de fatiga AISC permisible (<math>\sigma_{SF}</math> y <math>\tau_{SF}</math>), kpsi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Categoría (de la Tabla A-K4.2)</th> <th colspan="4">Intervalo de esfuerzo permisible, Ksi</th> </tr> <tr> <th>20 000 a 100 000</th> <th>100 000 a 500 000</th> <th>500 000 a <math>2 \times 10^6</math></th> <th>Más de <math>2 \times 10^6</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>63</td> <td>37</td> <td>24</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>49</td> <td>29</td> <td>18</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>B'</td> <td>39</td> <td>23</td> <td>15</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>35</td> <td>21</td> <td>13</td> <td>10<sup>a</sup></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>28</td> <td>16</td> <td>10</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>22</td> <td>13</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E'</td> <td>16</td> <td>9</td> <td>6</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>9</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>a</sup> Intervalo de esfuerzo flexionante de 12 ksi permitido en el pie de soldaduras de refuerzos en patines</p> <p>esfuerzo de fatiga permisible <math>\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_{SF}}{1-K}</math> para esfuerzo normal <math>\sigma</math></p> <p><math>\tau_{m\acute{a}x} = \frac{\tau_{SF}}{1-K}</math> para esfuerzo cortante <math>\tau</math></p> <p>pero no deben exceder los permisibles constantes</p> <p><math>\sigma_{m\acute{a}x}</math> o <math>\tau_{m\acute{a}x}</math> = esfuerzo de fatiga máximo permisible  <math>\sigma_{SF}</math> o <math>\tau_{SF}</math> = intervalo de esfuerzo permisible de la tabla</p> <p><math>K = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} = \frac{M_{min}}{M_{max}} = \frac{F_{min}}{F_{max}} = \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}} = \frac{V_{min}}{V_{max}}</math></p> <p>S = cortante  T = tensión  R = inversión  M = esfuerzo en metal  W = esfuerzo en soldadura</p>  <p><math>\sigma_{SF}</math> = esfuerzo en intervalo para esta condición  <math>\sigma_{SF}^c</math> = intervalo de esfuerzo para categoría (C)  w = tamaño del cateto de soldadura de filete  2a = falta de penetración en la junta  tp = espesor de la placa</p>		Categoría (de la Tabla A-K4.2)	Intervalo de esfuerzo permisible, Ksi				20 000 a 100 000	100 000 a 500 000	500 000 a $2 \times 10^6$	Más de $2 \times 10^6$	A	63	37	24	24	B	49	29	18	16	B'	39	23	15	12	C	35	21	13	10 <sup>a</sup>	D	28	16	10	7	E	22	13	8	5	E'	16	9	6	3	F	15	12	9	8
Categoría (de la Tabla A-K4.2)	Intervalo de esfuerzo permisible, Ksi																																																			
	20 000 a 100 000	100 000 a 500 000	500 000 a $2 \times 10^6$	Más de $2 \times 10^6$																																																
A	63	37	24	24																																																
B	49	29	18	16																																																
B'	39	23	15	12																																																
C	35	21	13	10 <sup>a</sup>																																																
D	28	16	10	7																																																
E	22	13	8	5																																																
E'	16	9	6	3																																																
F	15	12	9	8																																																
<p>19 (11)</p>  <p>Metal base en soldaduras de filete intermitentes. (E)</p>	<p>20 (16) (17) (18)</p>  <p>Metal base en sección bruta de conexiones con pernos de alta resistencia críticos al deslizamiento — Sin flexión fuera del plano. (B)  Metal base en sección neta de conexiones con pernos de carga de alta resistencia completamente tensionados. (B)  Metal base en sección neta de otras uniones sujetadas mecánicamente. (D)</p>	<p><math>\sigma_{SF} = \sigma_{SF}^c \left( \frac{0.71 - 0.65 \frac{2a}{l_p} + 0.79 \frac{w}{l_p}}{1.10 \frac{l_p}{6}} \right)</math></p> <p>para soldaduras de filete <math>\frac{2a}{l_p} = 1.0</math></p> <p><math>\sigma_{SF} = \sigma_{SF}^c \left( \frac{0.06 + 0.79 \frac{w}{l_p}}{1.10 \frac{l_p}{6}} \right)</math></p> <p>pero <math>\sigma_{SF} \leq \sigma_{SF}^c</math></p>																																																		
<p>25 (14)</p>  <p>Metal de aporte de soldadura de filete continuas o longitudinales o transversales intermitentes. (F)</p>	<p>26 (10)</p>  <p>Tensión transversal  Tensión paralela  Cortante</p> <p>Soldaduras por ranura de penetración parcial</p>																																																			

## **CONVEYOR INGENIERIA, S. A.**

Calle Skorpio No. 90-31  
Trigal Norte, VALENCIA  
Tel. y fax: (0241)-842.7433  
Celular: 0414 - 340.49.33  
E-MAIL: [conveyor@cantv.net](mailto:conveyor@cantv.net)

## **COTIZACIÓN 731 /07**

Valencia, 15 febrero de 2008

Señores

**Goodyear de Venezuela C.A.**

Valencia

Estado Carabobo.

Atención: **Sr. Sánchez Jonnathan**

Estimados señores:

De acuerdo a su amable solicitud, tenemos el gusto de cotizar sus requerimientos para el suministro de un transportador de tornillo sinfín de 14"Ø por 7 metros de largo, en acero al carbono y hierro negro, el cual incluye lo siguiente:

### **DESCRIPCIÓN**

- Canal tipo "U" de 7 metros de largo por 3 mm. de espesor.
- Tapa superior plana de 7 metros de largo por 2 mm. de espesor.
- Tapas en los extremos de ¼" de espesor.
- Rosca sinfín helicoidal de ¼" x 3/16" con medio paso al comienzo y paso normal el resto de la rosca.
- Ejes motriz, intermedios y de cola con sus respectivas chumaceras colgantes para servicio pesado y chumaceras flange de Ø 2".
- Boca de carga y boca de descarga.
- Motorreductor con su base y transmisión por piñones y cadena.
- Protector tapa cadena-
- Soportes de piso para trabajar inclinado con altura de carga de 0.60 metros y de descarga de 6 metros sobre el nivel del piso.

**PRECIO Bs.f 25.375,00**

**Condiciones de venta:**

- 1) El precio anterior es válido para los equipos entregados en su planta de Valencia, Estado Carabobo y no incluye la instalación mecánica ni la instalación eléctrica.
- 2) Es válido por una (01) semana a partir de la fecha, salvo por cualquier disposición gubernamental que lo pueda afectar y cualquier variación de la paridad cambiaria bolívar/dólar.  
Sigue...

**COTIZACIÓN 731 /07 28-02-07 Pag, 2/2**

**Para: GREY VENEZUELA, S. A.**

- 3) Se incluirá el I. V. A. de Ley en la factura correspondiente.
- 4) Condiciones de pago: Cincuenta por ciento (50 %) de adelanto junto con la Orden de Compra y el saldo contra la entrega.
- 5) Tiempo de entrega: Siete (07) a ocho (08) semanas después de recibida su Orden de Compra y el adelanto respectivo.

En espera de su amable consideración a esta oferta, quedamos de ustedes, sus seguros servidores.

Atentamente,  
CONVEYOR INGENIERIA, S. A.  
Ing. Edgar A. Rosales D.  
Gerente

## **CONVEYOR INGENIERIA, S. A.**

Calle Skorpio No. 90-31  
Trigal Norte, VALENCIA  
Tel. y fax: (0241)-842.7433  
Celular: 0414 - 340.49.33  
E-MAIL: [conveyor@cantv.net](mailto:conveyor@cantv.net)

## **COTIZACIÓN 731 /07**

Valencia, 15 febrero de 2008

Señores

**Goodyear de Venezuela C.A.**

Valencia

Estado Carabobo.

Atención: **Sr. Sánchez Jonnathan**

Estimados señores:

De acuerdo a su amable solicitud, tenemos el gusto de cotizar sus requerimientos para el suministro de un transportador de tornillo sinfín de 14"Ø por 7 metros de largo, en acero al carbono y hierro negro, el cual incluye lo siguiente:

### **DESCRIPCIÓN**

- Canal tipo "U" de 7 metros de largo por 3 mm. de espesor.
- Tapa superior plana de 7 metros de largo por 2 mm. de espesor.
- Tapas en los extremos de ¼" de espesor.
- Rosca sinfín helicoidal de ¼" x 3/16" con medio paso al comienzo y paso normal el resto de la rosca.
- Ejes motriz, intermedios y de cola con sus respectivas chumaceras colgantes para servicio pesado y chumaceras flange de Ø 2".
- Boca de carga y boca de descarga.
- Motorreductor con su base y transmisión por piñones y cadena.
- Protector tapa cadena-
- Soportes de piso para trabajar inclinado con altura de carga de 0.60 metros y de descarga de 2 metros sobre el nivel del piso.

**PRECIO Bs.f 25.375.,00**

**Condiciones de venta:**

- 1) El precio anterior es válido para los equipos entregados en su planta de Valencia, Estado Carabobo y no incluye la instalación mecánica ni la instalación eléctrica.
- 2) Es válido por una (01) semana a partir de la fecha, salvo por cualquier disposición gubernamental que lo pueda afectar y cualquier variación de la paridad cambiaria bolívar/dólar.  
Sigue...

**COTIZACIÓN 731 /07 28-02-07 Pag, 2/2**

**Para: GREY VENEZUELA, S. A.**

- 3) Se incluirá el I. V. A. de Ley en la factura correspondiente.
  - 4) Condiciones de pago: Cincuenta por ciento (50 %) de adelanto junto con la Orden de Compra y el saldo contra la entrega.
  - 5) Tiempo de entrega: Siete (07) a ocho (08) semanas después de recibida su Orden de Compra y el adelanto respectivo.
- En espera de su amable consideración a esta oferta, quedamos de ustedes, sus seguros servidores.

Atentamente,  
CONVEYOR INGENIERIA, S. A.  
Ing. Edgar A. Rosales D.  
Gerente

## Diseño de Banda Transportadora

1. Tipo de material a transportar: Cocos
2. Distancia: 10 Ft.
3. Banda transportadora Horizontal
4. Capacidad : 600 Coco / hora

$$Capacidad_{Coco} = 600 \frac{Coco}{hr} * \frac{1.2Kg}{Coco} = 720 \frac{Kg}{hr}$$

Se desea instalar una banda transportadora para manejar 0.72 Ton/hr de coco entre dos puntos ubicados a un mismo nivel y separados por 10 Ft.

Se escogerá una banda plana.

Se realizará el diseño en base a la madera seca en estado sólido debido a que este material posee características similares a los Coco Secos.

Del libro “Manejo de Materiales”

Félix Rachadel Estrada.

Ezequiel Gómez Abreu.

Nos vamos al Apéndice I para determinar la clase del material.

Clase del material: H36

Peso promedio de la concha del coco

1 Coco = 1.2 Kg

1 Coco =  $1.790 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$$Peso_{Pr omedio} = \left( \frac{200gr}{1.790 * 10^{-3} m^3} \right) \left( \frac{1Kg}{1000gr} \right) \left( \frac{2.2046lbs}{1kg} \right) \left( \frac{0.304m^3}{ft} \right)^3 = 74.88lbs / ft^3$$

## Capacidad Requerida

$$Capacidad_{Coco} = \left( \frac{0.720Ton}{hr} \right) \left( \frac{TM}{1.1Ton} \right) = 0.65TM / hr$$

$$Cr = \left( \frac{0.650TM}{hr} \right) * \left( \frac{2200lbs}{TM} \right) \left( \frac{ft^3}{74.88lbs} \right) = 19.09 ft^3 / hr$$

## Selección del ancho y velocidad de la correa.

Tomando como ángulo de reposo el promedio entre 30° y 45°; 37.5°, el ángulo de sobrecarga correspondiente es de 25° (Tabla 3.5)

Fijando el ancho en 14" y considerando las características del material (Irregular – Fibroso punzante o parecido) de la tabla 3.4. La velocidad máxima admitida para este es de 300 ft/min.

Para una banda en terna (Bandas perfil blana) y ángulo de sobrecarga del material 25° se obtiene de la tabla 3.6.

$$Co = \frac{\left( \frac{8.37 ft^3}{hr} \right)}{\left( \frac{ft}{min} \right)}$$

Luego la capacidad de transporte (Ct) de la banda es:

$$C_t = \frac{\left(\frac{8.37 \text{ ft}^3}{\text{hr}}\right)}{\left(\frac{\text{ft}}{\text{min}}\right)} * 300 \text{ ft} / \text{min} = 2511 \text{ ft}^3 / \text{hr}$$

Como  $C_t > C_r$ , este es el ancho correcto de la banda.

La velocidad ajustada será:

$$S = \frac{C_r}{C_o} = \frac{19.09 \text{ ft}^3 / \text{hr}}{\frac{8.37 \text{ ft}^3 / \text{hr}}{\text{ft} / \text{min}}} = 2.28 \text{ ft} / \text{min}$$

## Diámetro de los rodillos.

Para ancho de banda de 14" y velocidades menores de 400 ft/min, se recomienda rodillos de 2.5" (Tabla 3.7)

## Separación entre rodillos

De la tabla 3.8 para un ancho de banda de 14" y peso del material de 74.88 lbs/ft<sup>3</sup>, las separaciones sugeridas son:

Rodillos de carga: 4 ft.

Rodillos de retorno: 10 ft.

## Potencia

$$HP = \frac{KS(L+150)}{10,000} + \frac{T(L+150)}{33,000} + \frac{TV}{990}$$

Para a = 14" → K = 0.125 (Tabla 3.9)

S: Velocidad en ft/min = 2.28 ft/min.

L: Longitud del transportador en ft = 10 ft.

T: Toneladas de material manejado por hora (toneladas de 2000 lbs)

$$T = \frac{0.720TM}{hr} * \frac{1.1ton}{TM} = 0.792Ton/hr$$

V: Distancia vertical que se desplaza el material en ft : 0 ft

Luego

$$HP = \frac{(0.125)(11.33)(7+150)}{10,000} + \frac{1.574(11.33+150)}{33,000} + \frac{(1.574)(0)}{990} = 0.0084$$

Del apéndice 2, para valores de HP menores a 1, el valor de F es 2. Por otra parte si se usa una transmisión por cadena y rueda dentada n = 0.9.

$$HP_{motor} = \frac{HP * F}{n}$$

$$HP_{motor} = \frac{(0.00084)(2)}{0.2} = 0.084$$

Luego un motor estándar es de 1/2 HP.

## Selección del tipo de correa y numero de lonas.

$$T_{\max} = \frac{HP_{\text{motor}} * 33,000}{S} * (1 + R)$$

$$T_{\max} = (HP \text{ motor} * 33000 / S) * (1 + R)$$

Como la longitud es menor de 250 ft debe usarse un tensor de tornillo. Si se usa una polea revestida y un arco de contacto de 210°, el factor R = 0.66 (Tabla 3.10)

Entonces

$$T_{\max} = \frac{0.08 * 33,000}{2.28} (1 + 0.66) = 1822.10$$

Y la tensión por pulgadas de ancho será:

$$T_1 = \frac{T_{\max}}{a} = \frac{1922.10}{14} = 137.2$$

Y

$$n > \frac{T_1}{T_o}$$

Para una correa de 28 oz la tensión máxima admisible (To) es de 25 lbs (Tabla 3.11)

$$n > \frac{137.2}{25} = 5$$

Esto significa que una lona (4) de 28 oz es capaz de resistir la tensión máxima, sin embargo, para el ancho calculado y las características del material.

## Espesor de los recubrimientos

Para materiales medianamente abrasivos se recomienda recubrimientos de la cubierta superior de 1/32", 1/16" y 1/8" (Tabla 3.13). Se selecciono para este caso un espesor de 1/16" con un recubrimiento de la cubierta interior de 1/32" (Tabla 3.14)

En resumen, se utilizará una banda plana con las siguiente característica:

Ancho (a) = 14"
Velocidad (S) = 2.28 ft/min
Diámetro de Rodillo = 2.5"
Separación entre rodillos
-De carga = 4 ft.
-De retorno = 10 ft
Tensor de tornillo
Correa de 4 lonas de 28 onzas
Recubrimientos
Cubierta Superior = 1/16"
Cubierta Interior = 1/32"
Motor de ¼ HP



Tecnicas de Calderas, Tecal C.A.  
Rif: J-07577734-4 Nit: 0049332300

COTIZACION: TC-010-018

11/10/2007

<b>SEÑORES:</b>		<b>GOODYEAR DE VENEZUELA</b>			<b>RIF:</b> J-07577734-4		
<b>DIRECCION:</b>		LOS GUAYOS			<b>NIT.:</b> 0049332300		
<b>ATENCION:</b>		Sr. ELIAS MORENO			<b>TELEFOS:</b> 8323828-87-79		
<b>FAX:</b>		elias.moreno@goodyear.com			<b>FAX:</b> 8325231		
ITEM	CANT	DESCRIPCION	PRECIO UNIT. Bs.	PRECIO UNIT. Bs. F.	PRECIO TOTAL. Bs.	PRECIO TOTAL Bs. F.	
1	50	PIES CUBICOS DE CARBON ACTIVADO CADA PIE CUBICO PESA 15 Kg.	120.380	120	6.019.000	6.019	
<b>VALIDEZ DE LA OFERTA: CINCO (5) DIAS</b>					<b>SUB-TOTAL Bs. Y Bs. F.</b>	<b>6.019.000</b>	<b>6.019</b>
<b>TIEMPO DE ENTREGA: UNA SEMANA</b>					<b>MAS 9 % IVA Bs. Y Bs. F.</b>	<b>541.710</b>	<b>542</b>
<b>CONDICIONES DE PAGO: CONTADO</b>					<b>TOTAL GENERAL Bs. Y Bs. F</b>	<b>6.560.710</b>	<b>6.561</b>

MARLENE NIETO  
GERENTE DE VENTAS

**TECNICAS DE CALDERAS, C.A.**  
Empresa Filial del Grupo Avellan

JOSE PEREZ  
REPRESENTANTE DE VENTAS

Atm: Jonnathan Sánchez..

C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA  
 CARRETERA NACIONAL VALENCIA LOS  
 GUAYOS-EDO.CARABOBO  
 VALENCIA - Carabobo  
 RIF: J-00017428-8

# FESTO

**Cotización**  
 11385517

Fecha:  
 30/10/2007

Validez:  
 06/11/2007

Página:  
 1 de 5

No. de cliente:  
 27000185

**Festo VE-Maracaibo**

Avenida 23 con calle 71 No. 22-6  
 Maracaibo  
 Venezuela  
 Tel.: 0058 (0261) 7594120  
 Fax.: 0058 (0261) 7590455  
 RIF.: J30289210  
 www.festo.com.ve

Orden de Compra:	Contacto: SANCHEZ JONNATHAN	
Asesor OMER JAVIER REA CASTILLO	Teléfono (041)303111	Fax: (041)333837-3033
Forma de entrega: Condición general	Condición de pago: CREDITO A 30 DIAS	

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Desc.	Total
Item 1 CILINDRO DSNU-20-300- P-A DSNU-20-300-P-A Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	193990	276.930,00	1 PZ	0,0%	276.930,00
Item 2 REGULADOR FLUJO GRLA-1/8-QS-4-D Plazo de Entrega: Inmediato	193143	53.040,00	1 PZ	0,0%	53.040,00
Item 3 FIJ.DE MONT.P/C HBN- 20/25X1 Plazo de Entrega: Inmediato	5127	10.455,00	1 PZ	0,0%	10.455,00
Item 4 SENSOR MAGNETIC SMEO-4U-K-LED-230 Plazo de Entrega: Inmediato	150011	128.010,00	1 PZ	0,0%	128.010,00
Item 5 PIEZA DE ACOPLA KSZ-M 8 Plazo de Entrega:46 Días hábiles	36124	102.000,00	1 PZ	0,0%	102.000,00

**FESTO**

C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA  
 CARRETERA NACIONAL VALENCIA LOS  
 GUAYOS-EDO.CARABOBO  
 VALENCIA - Carabobo  
 RIF: J-00017428-8

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Desc.	Total
Item 6 REGULADOR FLUJO GRLA-1/8-QS-4-D Plazo de Entrega: Inmediato	193143	53.040,00	1 PZ	0,0%	53.040,00
Item 7 FIJ.DE MONT.P/C HBN- 8/10X1 Plazo de Entrega: Inmediato	5123	5.355,00	1 PZ	0,0%	5.355,00
Item 8 HORQUILLA CON T SG -M 4 Plazo de Entrega: Inmediato	6532	13.770,00	1 PZ	0,0%	13.770,00
Item 9 RACOR RAPIDO QSML-M5-4 Plazo de Entrega: Inmediato	153333	12.036,00	1 PZ	0,0%	12.036,00
Item 10 CILINDRO DOBLE DSNU- 8- 10P-A Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	19177	154.020,00	1 PZ	0,0%	154.020,00
Item 11 CILINDRO DOBLE DSNU- 12- 200P-A Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	19197	187.680,00	1 PZ	0,0%	187.680,00
Item 12 REGULADOR FLUJO GRLA-1/8-QS-4-D Plazo de Entrega: Inmediato	193143	53.040,00	1 PZ	0,0%	53.040,00

**Cotización**

11385517

Fecha:  
30/10/2007

Validez:  
06/11/2007

Página:  
2 de 5

No. de cliente:  
27000185

**Festo VE-Maracaibo**

Avenida 23 con calle 71 No. 22-6  
 Maracaibo  
 Venezuela  
 Tel.: 0058 (0261) 7594120  
 Fax.: 0058 (0261) 7590455  
 RIF.: J30289210  
 www.festo.com.ve

**FESTO**

C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA  
 CARRETERA NACIONAL VALENCIA LOS  
 GUAYOS-EDO.CARABOBO  
 VALENCIA - Carabobo  
 RIF: J-00017428-8

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Desc.	Total
Item 13 FIJ.DE MONT.P/C HBN- 12/16X1 Plazo de Entrega:46 Días hábiles	5125	7.395,00	1 PZ	0,0%	7.395,00
Item 14 HORQUILLA CON T SG -M 6 Plazo de Entrega: Inmediato	3110	13.770,00	1 PZ	0,0%	13.770,00
Item 15 RACOR RAPIDO QSM-M5-4 Plazo de Entrega: Inmediato	153304	8.313,00	1 PZ	0,0%	8.313,00
Item 16 REGULADOR DE CA GRLA-1/4-B Plazo de Entrega: Inmediato	151172	33.150,00	1 PZ	0,0%	33.150,00
Item 17 PIEZA DE ACOPLA KSG-M20X1,5 Plazo de Entrega: Inmediato	32966	264.180,00	1 PZ	0,0%	264.180,00
Item 18 RACOR RAPIDO QS -1/2-12 Plazo de Entrega: Inmediato	153010	16.830,00	1 PZ	0,0%	16.830,00
Item 19 REGULADOR FLUJO GRLA-1/4-QS-8-D Plazo de Entrega: Inmediato	193147	58.650,00	1 PZ	0,0%	58.650,00

**Cotización**  
 11385517

Fecha:  
 30/10/2007

Validez:  
 06/11/2007

Página:  
 3 de 5

No. de cliente:  
 27000185

**Festo VE-Maracaibo**

Avenida 23 con calle 71 No. 22-6  
 Maracaibo  
 Venezuela  
 Tel.: 0058 (0261) 7594120  
 Fax.: 0058 (0261) 7590455  
 RIF.: J30289210  
 www.festo.com.ve

**FESTO**

C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA  
 CARRETERA NACIONAL VALENCIA LOS  
 GUAYOS-EDO.CARABOBO  
 VALENCIA - Carabobo  
 RIF: J-00017428-8

**Cotización**  
 11385517

 Fecha:  
 30/10/2007

 Validez:  
 06/11/2007

 Página:  
 4 de 5

 No. de cliente:  
 27000185

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Desc.	Total
Item 20 PIEZA DE ACOPLA KSG-125 Plazo de Entrega: Inmediato	32967	294.780,00	1 PZ	0,0%	294.780,00
Item 21 CONEXION RAPIDA QSL-1/2-10 Plazo de Entrega: Inmediato	190661	26.520,00	1 PZ	0,0%	26.520,00
Item 22 PIEZA DE ACOPLA KSZ-M10 X 1,25 Plazo de Entrega:46 Días hábiles	36125	104.040,00	1 PZ	0,0%	104.040,00
Item 23 CILINDRO DOBLE DNC-125- 400PPV-A Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	163507	2.015.520,00	1 PZ	0,0%	2.015.520,00
Item 24 CILINDRO DOBLE DSNU- 25- 500PPV-A Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	35194	325.890,00	1 PZ	0,0%	325.890,00
Item 25 UNID.MANT.C/MAN FRC-1/2-D-MIDI Plazo de Entrega: Inmediato	159590	456.450,00	1 PZ	0,0%	456.450,00
Item 26 TUBO FLEXIBLE PUN-H-4X0,75 BL Plazo de Entrega: Inmediato	197383	2.805,00	50 M	0,0%	140.250,00

**Festo VE-Maracaibo**

 Avenida 23 con calle 71 No. 22-6  
 Maracaibo  
 Venezuela  
 Tel.: 0058 (0261) 7594120  
 Fax.: 0058 (0261) 7590455  
 RIF.: J30289210  
 www.festo.com.ve

**FESTO**

C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA  
 CARRETERA NACIONAL VALENCIA LOS  
 GUAYOS-EDO.CARABOBO  
 VALENCIA - Carabobo  
 RIF: J-00017428-8

**Cotización**  
 11385517

Fecha:  
 30/10/2007

Validez:  
 06/11/2007

Página:  
 5 de 5

No. de cliente:  
 27000185

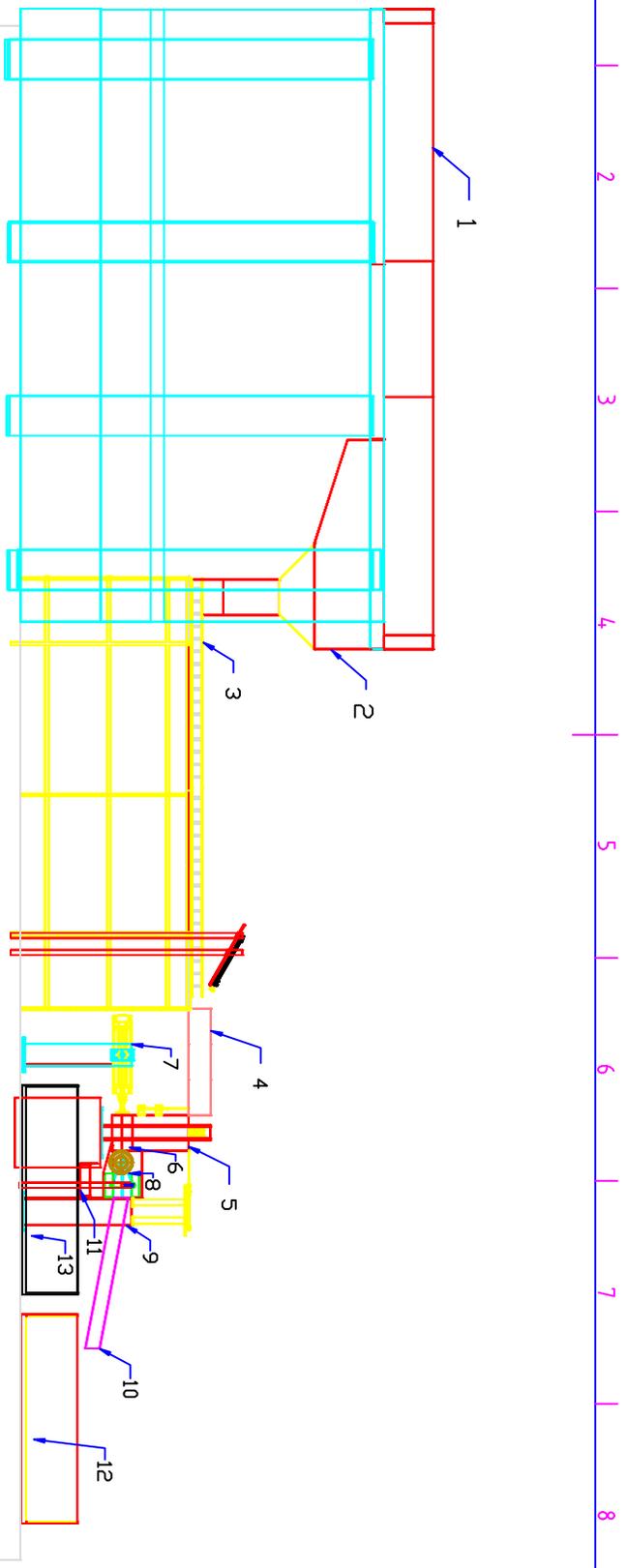
Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Desc.	Total
Item 27 TUBO FLEXIBLE PUN-H-12X2 BL Plazo de Entrega: Inmediato	197387	12.801,00	50 M	0,0%	640.050,00
Item 28 CILINDRO DOBLE DNC-100-100- DNC-100-100-PPV Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	163462	1.103.385,00	1 PZ	0,0%	1.103.385,00
Sub Total					6.558.549,00
IVA 9,00 %					590.269,41
Total					7.148.818,41
SIETE MILLONES CIENTO CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS DIECIOCHO BOLIVARES CON CUARENTA Y UN CENTIMOS					

**Términos:**

- 1.- El tiempo de entrega ofrecido puede verse afectado por las regulaciones vigentes adoptadas por el ejecutivo nacional a las importaciones.
- 2.- Los precios de esta cotización están sujetos a cambios sin previo aviso en caso de agotarse las existencias en nuestro inventario, o por efectos en el cambio de la moneda, ya que son productos importados.

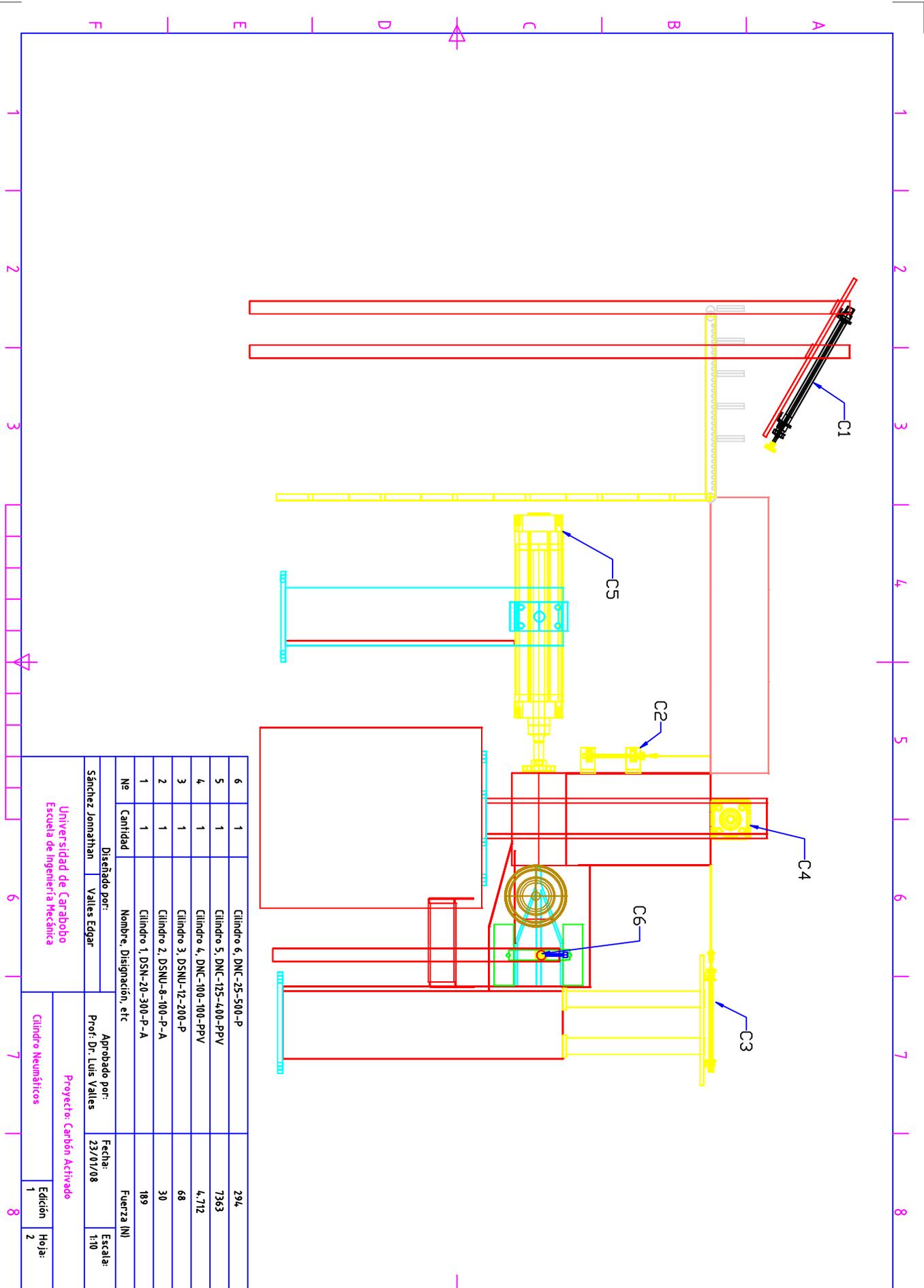
**Festo VE-Maracaibo**

Avenida 23 con calle 71 No. 22-6  
 Maracaibo  
 Venezuela  
 Tel.: 0058 (0261) 7594120  
 Fax.: 0058 (0261) 7590455  
 RIF.: J30289210  
 www.festo.com.ve



1. Plataforma donde se ubican los cocos.
2. Tolva.
3. Banda Transportadora.
4. Ducto de Entrada.
5. Ducto de Salida.
6. Zona de Desfibrado del Coco.
7. Barra del Cilindro Desfibrador.
8. Cuchilla Desfibradora.
9. Barra de la Cuchilla Desfibradora.
10. Salida de la Cáscara del Coco.
11. Salida de la Capa Fibrosa.
12. Almacenamiento de la Cáscara del Coco.
13. Almacenamiento de la Capa Fibrosa.

Nº	Cantidad	Nombre, Material, Designación, etc	Dimensión
Diseño por:		Aprobado por:	Fecha:
Sánchez Jamathan		Valles Edgar	23/07/08
Escuela de Ingeniería Mecánica		Universidad de Carabobo	Proyecto: Carbón Activado
Máquina Desfibradora de Cocos		Edición	Hoja:
		1	1



6	1	Cilindro 6, DMC-25-500-P	294,
5	1	Cilindro 5, DMC-125-400-PPV	7363
4	1	Cilindro 4, DMC-100-100-PPV	4,712
3	1	Cilindro 3, DSNU-12-200-P	68
2	1	Cilindro 2, DSNU-8-100-P-A	30
1	1	Cilindro 1, DSN-20-300-P-A	189
Ne	Cantidad	Nombre, Designación, etc	Fuerza (N)

Diseñado por: Sánchez Jomathan Valles Edgar

Aprobado por: Prof. Dr. Luis Valles

Fecha: 23/07/08

Escala: 1:10

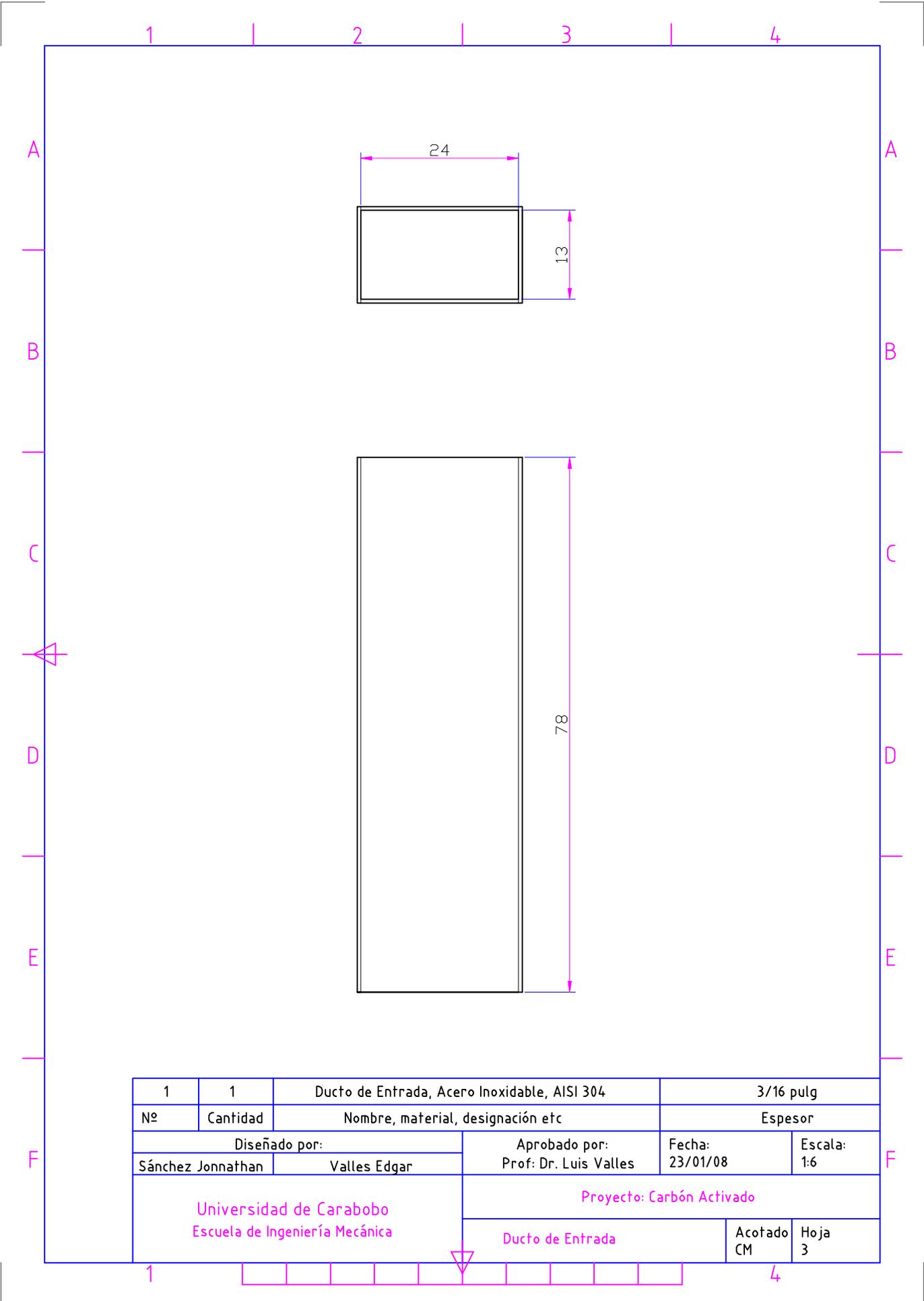
Universidad de Carabobo  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Proyecto: Carbón Activado

Cilindro Neumáticos

Edición 1

Hoja: 2



1	1	Ducto de Entrada, Acero Inoxidable, AISI 304	3/16 pulg	
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor	
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:	Escala:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08	1:6
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado		
		Ducto de Entrada	Acotado CM	Hoja 3

1 | 2 | 3 | 4

A

A

B

B

C

C

D

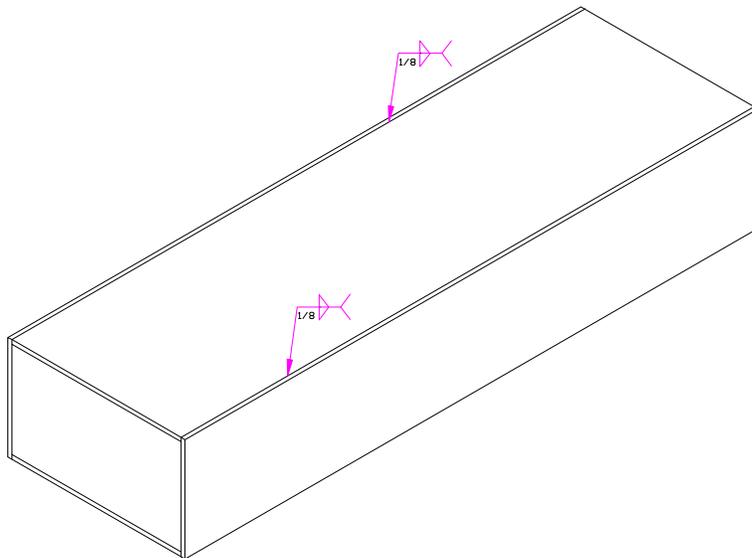
D

E

E

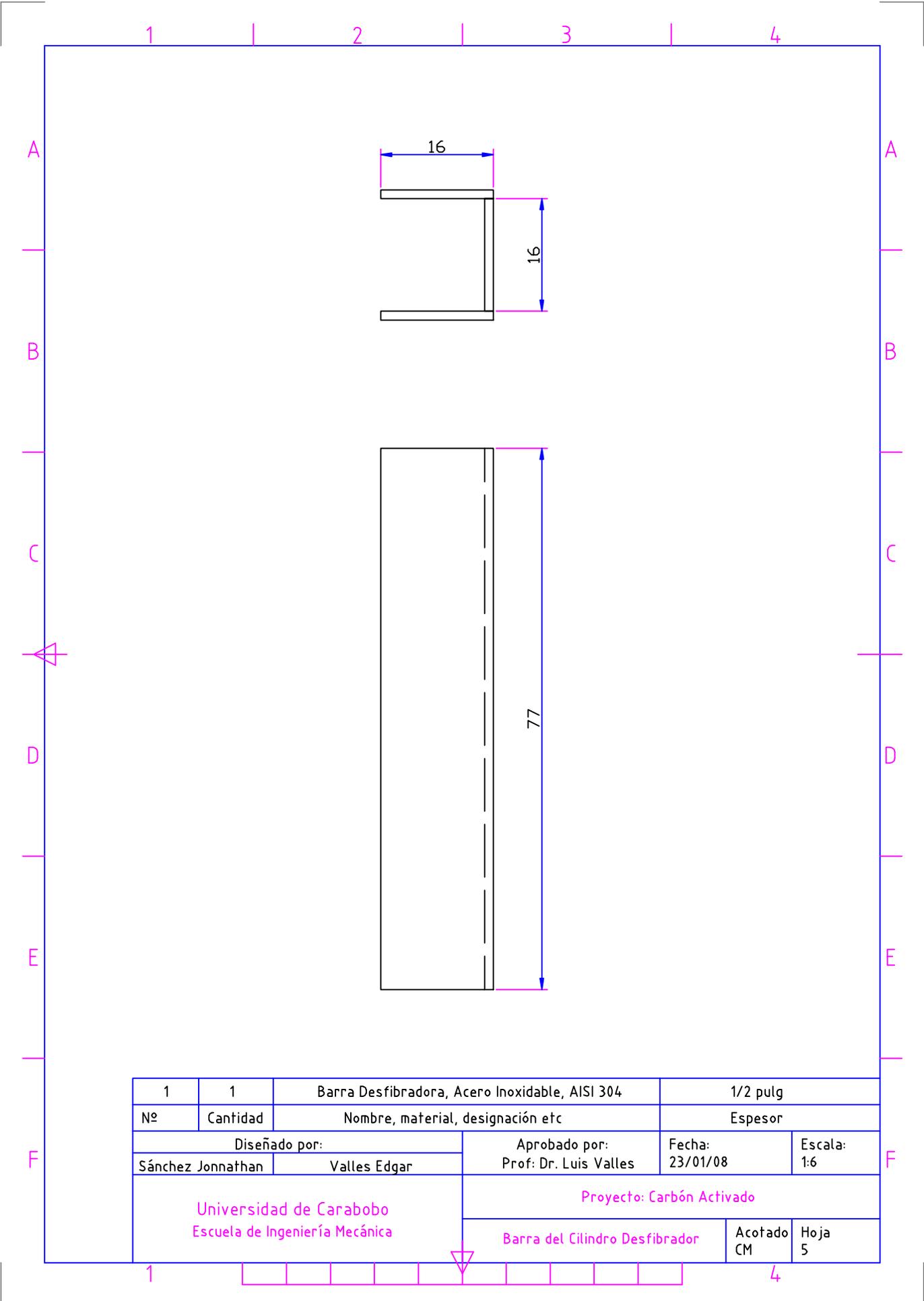
F

F

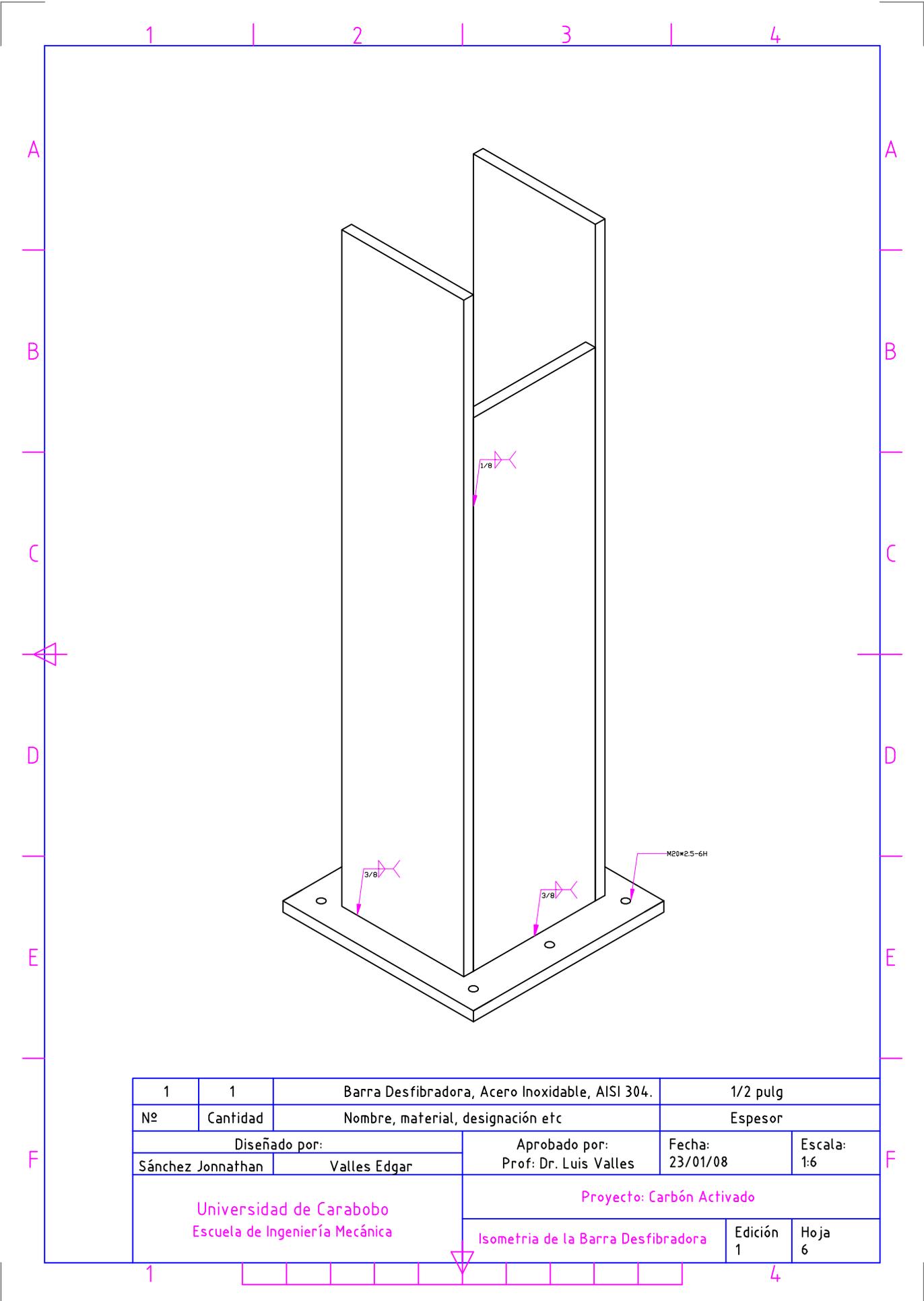


1	1	Ducto de Entrada, Acero Inoxidable, AISI 304	3/16 pulg	
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor	
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:	Escala:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08	1:6
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado		
		Soldadura del Ducto de Entrada	Edición 1	Hoja 4

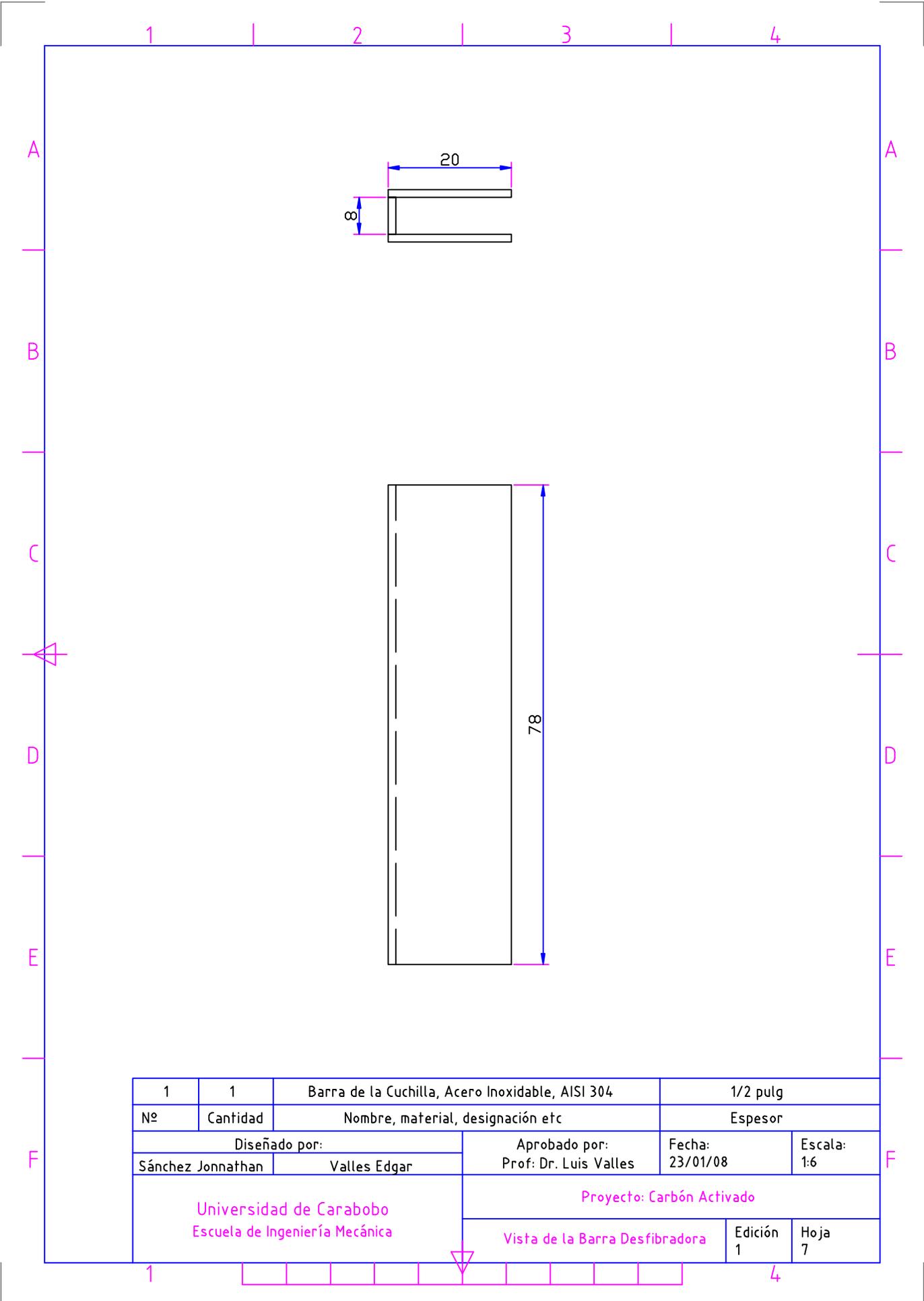
1 | 2 | 3 | 4



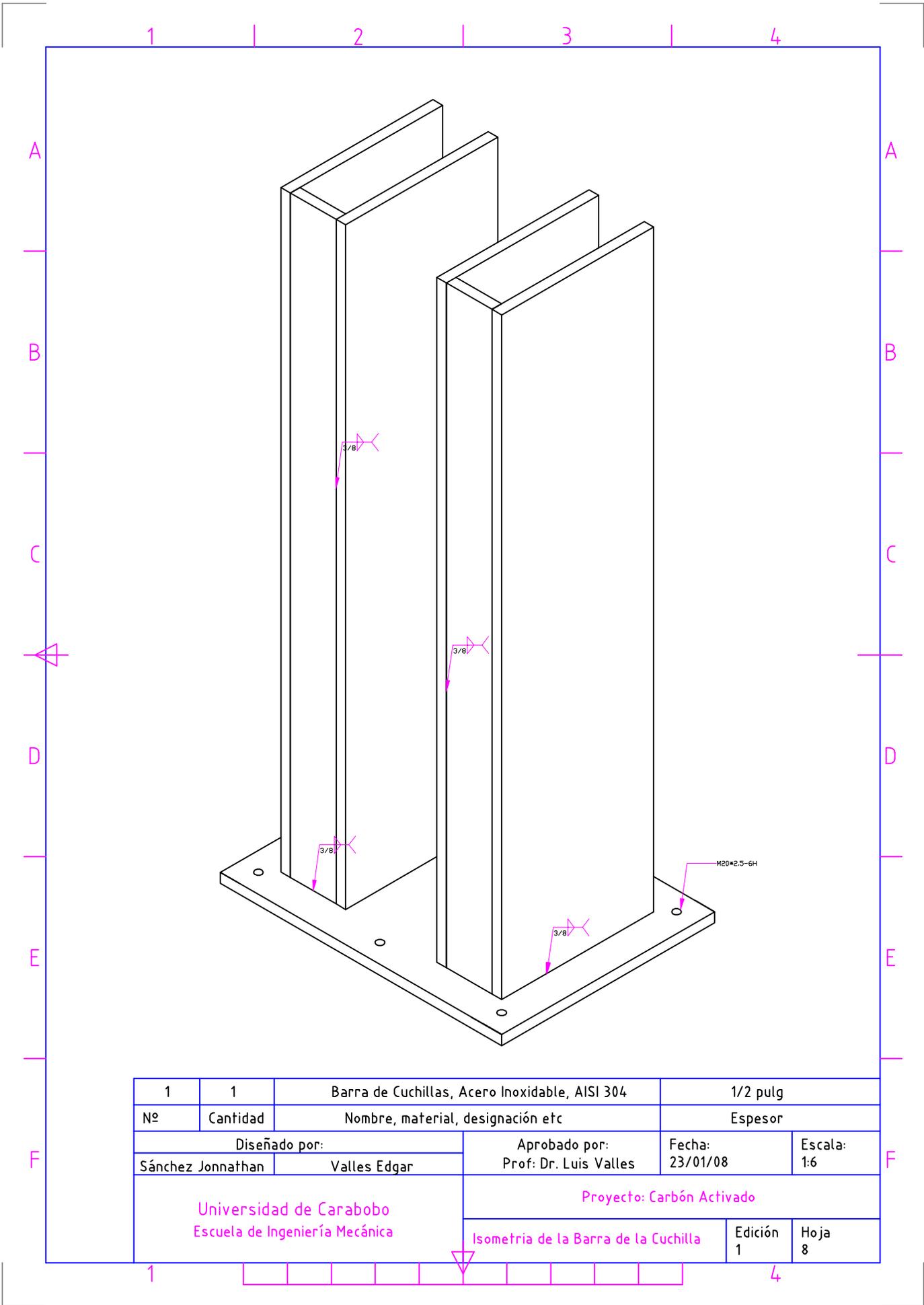
1	1	Barra Desfibradora, Acero Inoxidable, AISI 304	1/2 pulg	
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor	
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:	Escala:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08	1:6
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado		
		Barra del Cilindro Desfibrador	Acotado CM	Hoja 5



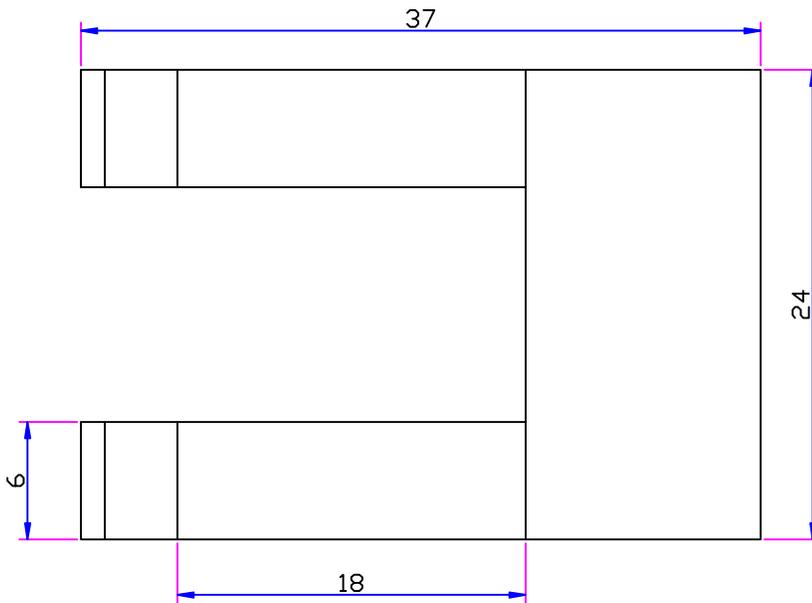
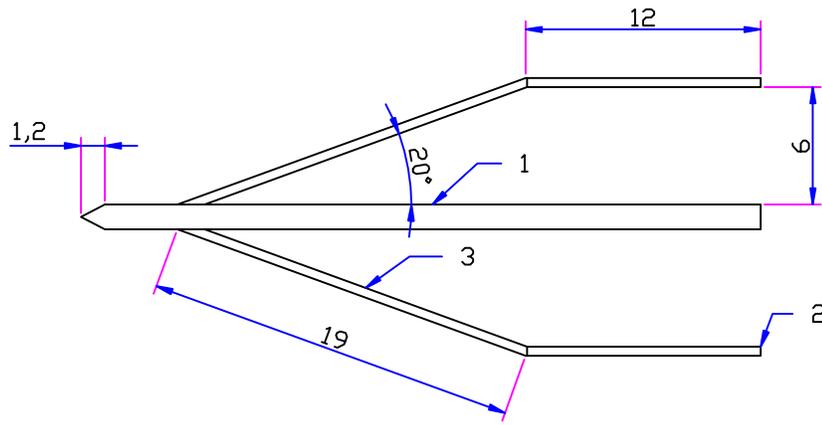
1	1	Barra Desfibradora, Acero Inoxidable, AISI 304.	1/2 pulg
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado	
		Isometria de la Barra Desfibradora	Edición 1
		Hoja 6	



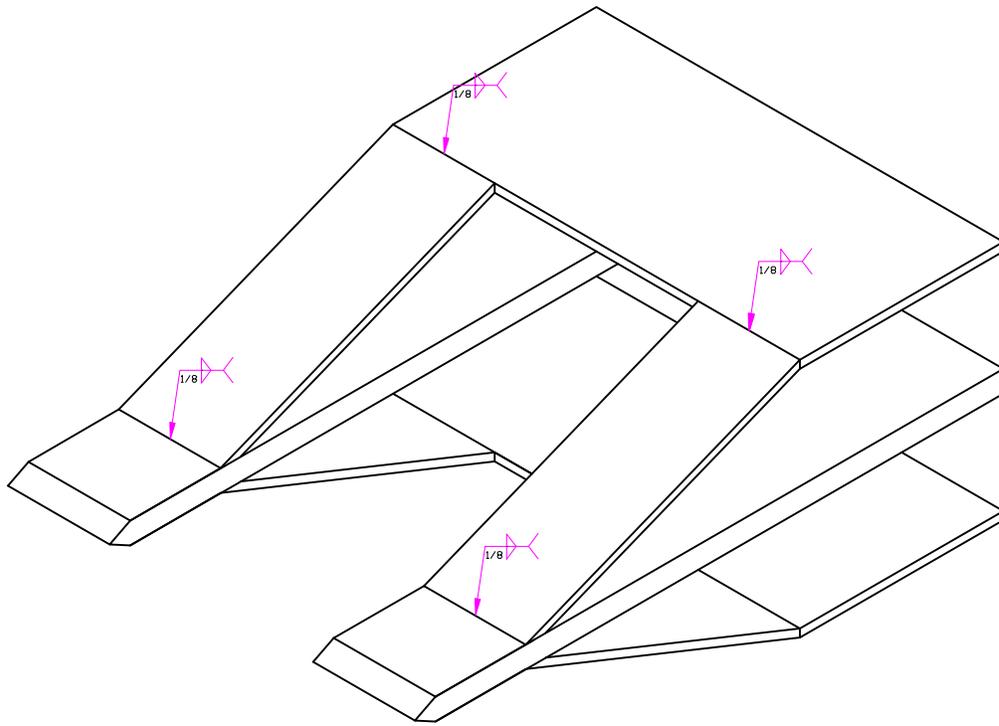
1	1	Barra de la Cuchilla, Acero Inoxidable, AISI 304	1/2 pulg	
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor	
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:	Escala:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08	1:6
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado		
		Vista de la Barra Desfibradora	Edición 1	Hoja 7



1	1	Barra de Cuchillas, Acero Inoxidable, AISI 304	1/2 pulg
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08
Escala:		1:6	
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado	
Isometría de la Barra de la Cuchilla		Edición 1	Hoja 8

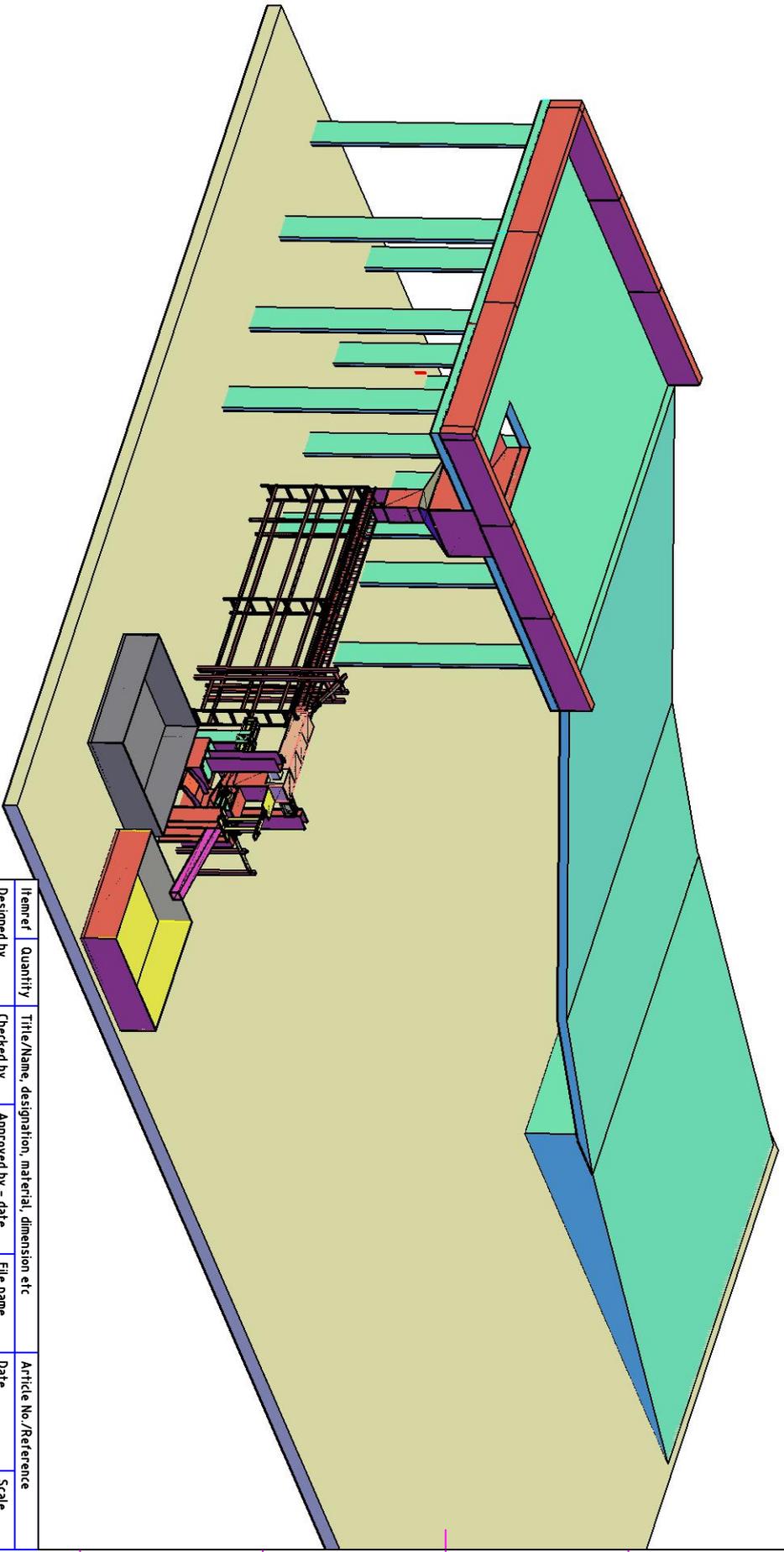


Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	Espesor
3	1	Lámina Recta Posterior, Acero Inoxidable, AISI 304	3/16 pulg
2	1	Lámina Inclínada, Acero Inoxidable, AISI 304	3/16 pulg
1	1	Lámina de soporte principal, Acero Inoxidable, AISI 304	1/2 pulg
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:
Sánchez Jonnathan		Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles
			23/01/08
		Escala: 1:5	
Universidad de Carabobo		Proyecto: Carbón Activado	
Escuela de Ingeniería Mecánica		Vista de la Cuchilla Desfibradora	Acotado CM
			Hoja 9



1	1	Cuchilla Desfibadora, Acero Inoxidable, AISI 304		
Nº	Cantidad	Nombre, material, designación etc	1/2 pulg	
Diseñado por:		Aprobado por:	Fecha:	Escala:
Sánchez Jonnathan	Valles Edgar	Prof. Dr. Luis Valles	23/01/08	1:5
Universidad de Carabobo Escuela de Ingeniería Mecánica		Proyecto: Carbón Activado		
		Isometría de la Cuchilla Desfibadora	Edición 1	Hoja 10

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Edgar Vales	Checked by Dr. Luis Vales	Approved by - date Luis Vales 28/02/08	Date 28/02/08
File name Maq Desf.			Scale 1:1

UNIVERSIDAD DE CARABOBO		Carbón Activado	
Isometria		Edition 0	Sheet 1/1

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

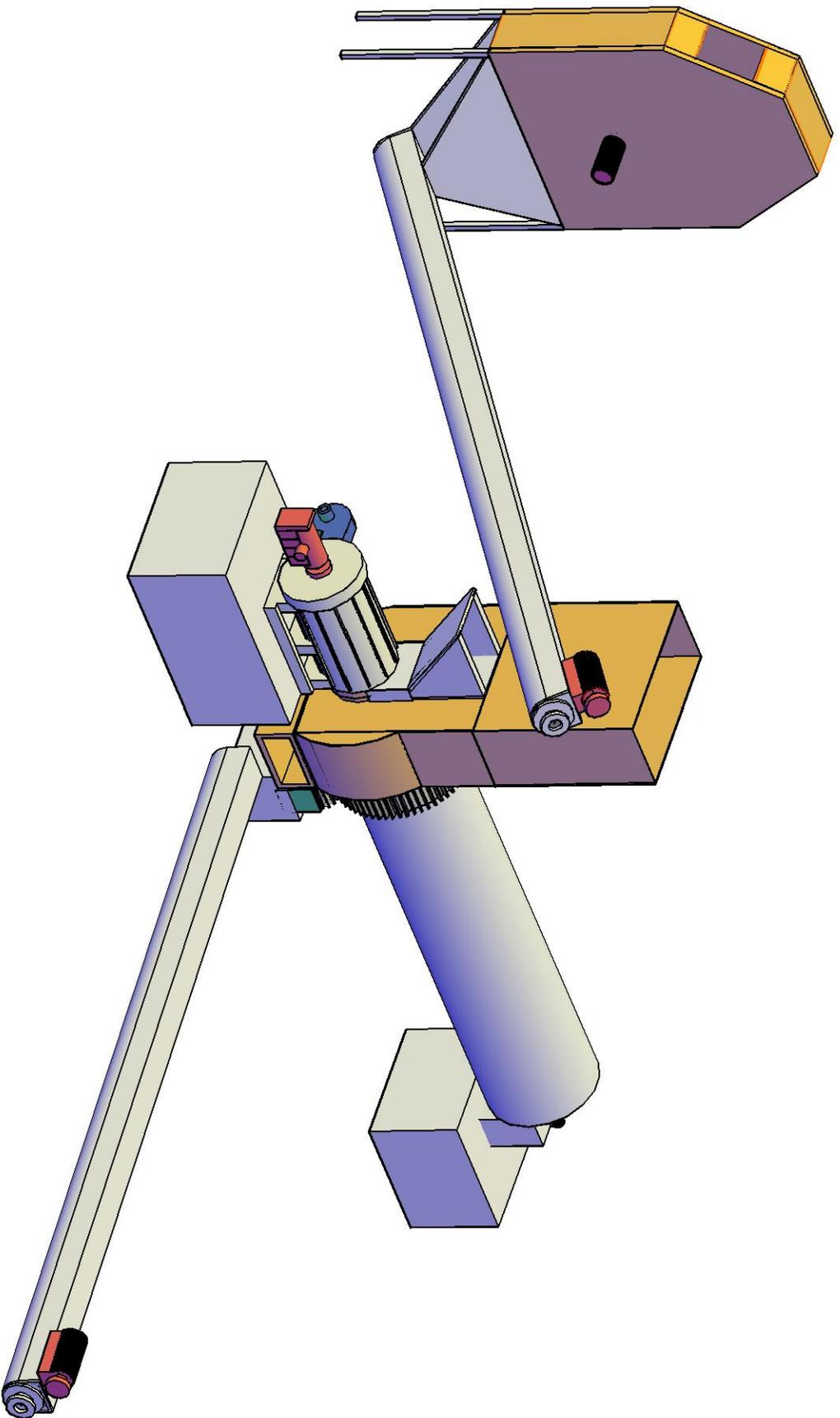
Carbón Activado

Isometria

Edition  
0

Sheet  
1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Sánchez Jonathán	Checked by Dr. Luis Valles	Approved by - date Luis Valles 28/02/08	Date 28/02/08
File name Horno		Scale 1:1	

Universidad de Carabobo

Carbón Activado

Isometría

Edition  
0

Sheet  
1/1