

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL
DESMUCILAGINADOR DE CACAO**

FRANKLIN GREGORIO COLMENARES RINCÓN

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

2006

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL
DESMUCILAGINADOR DE CACAO**

FRANKLIN GREGORIO COLMENARES RINCÓN

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al titulo de:
Ingeniero Mecánico**

**Director:
LEONIDAS VÁSQUEZ CH.
Ingeniero Mecánico**

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

2006

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía en cada etapa de mi vida;
a mis padres, Aura Rosa y Franklin H., por su inmenso cariño y su apoyo
incondicional,
por creer en mi; a mis hermanas, Claudia, Sofía, Paola y Milagros; por su amor
fraternal y lo importante que son para mí.

A todas aquellas personas que me acogieron como un miembro más de su familia.

A mis amigos, que me acompañaron a lo largo de este camino y a todas aquellas
personas que aportaron con su alegría y sus consejos, y siempre estuvieron allí..

Franklin G.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	4
1.1 OBJETIVOS GENERALES	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2. GENERALIDADES	6
2.1 CACAO	6
2.2 CULTIVOS DEL CACAO	11
3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	14
4. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO	18
4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL	20
4.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	21
4.3 SISTEMA DE POTENCIA	21
4.4 SISTEMA DESMUCILAGINADOR	22
4.5 SISTEMA DE TRANSPORTE	24
4.6 SISTEMA DE CONTROL	24
4.7 SISTEMA DE RECOLECCIÓN	25
5. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DESMUCILAGINADOR	26
5.1 SISTEMA ESTRUCTURAL	26
5.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	27
5.3 SISTEMA DESMUCILAGINADOR	27
5.4 SISTEMA TRANSPORTADOR	29
5.5 SISTEMA DE POTENCIA	30
5.6 SELECCIÓN DEL VARIADOR ELECTRÓNICO	31
5.7 SELECCIÓN DE ACOPLES	33

5.8 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS	34
6. MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO.	35
6.1 MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA	35
6.2 MANTENIMIENTO DE LAS PARTES DE CONTACTO DIRECTO CON EL ALIMENTO	35
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación del cacao	6
Cuadro 2. Componentes químicos de la cáscara del cacao (%p/p).	15
Cuadro 3. Componentes químicos del mucílago de cacao (%p/p).	15

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol del cacao.	7
Figura 2. Mazorca y granos del cacao.	8
Figura 3. Producción Mundial del cacao en granos por países (miles de toneladas - % de participación).	12
Figura 4. Producción de cacao en Colombia	13
Figura 5. Maquina para despulpado de cacao.	16
Figura 6. Prototipo experimental desmucilaginador construido.	17
Figura 7. Aspecto final de diseño	19
Figura 8. Sistema estructural.	20
Figura 9. Sistema de alimentación.	21
Figura 10. Sistema de potencia.	22
Figura 11. Recipiente (Sistema desmucilaginador)	22
Figura 12. Tapa portabalinera (Sistema desmucilaginador)	23
Figura 13. Eje desmucilaginador.	23
Figura 14. Tornillo transportador.	24

Figura 15. Foto de las canastas receptoras	25
Figura 16. Análisis de esfuerzos del sistema estructural	26
Figura 17. Análisis sistema de alimentación.	27
Figura 18. Análisis del recipiente	28
Figura 19. Análisis del eje	28
Figura 20. Análisis tornillo transportador.	29
Figura 21. Motoreductores seleccionados.	30
Figura 22. Curvas de torque vs velocidad variando la frecuencia.	32
Figura 23. Acople flexible.	33
Figura 24. Características rodamientos cónicos.	34

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. SOLDADURAS DE ACEROS	41
Anexo B. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURAS	46
Anexo C. DECRETO NUMERO 60 DE 2002	55
Anexo D. CATÁLOGOS VARIADORES DE VELOCIDAD SIEMENS MICROMASTER 420	60
Anexo E. CATÁLOGOS ACOPLER FLEXIBLES.	67
Anexo F. DISEÑO TORNILLOS DE TRANSPORTE.	70
Anexo G. PLANOS	85

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE UN DESMUCILAGINADOR DE CACAO.*

AUTOR:

Franklin Gregorio Colmenares Rincón.*

PALABRAS CLAVES:

Diseño y construcción, Cacao, Mucílago.

CONTENIDO:

Hoy día los procesos agrícolas e industriales del cacao se generan solo a partir del 10% del peso total de la mazorca, lo que quiere decir que el restante 90% se desecha como residuos, los cuales tienen poca o ninguna utilización. Estos “residuos” están constituidos por cáscaras y el mucílago que rodea la semilla, este último se pierde en buena parte durante el proceso de fermentación dado que termina como “exudado” en los cajones fermentadores y una pequeña fracción es utilizada específicamente en el desarrollo de los precursores del aroma del cacao. Por esta razón se ha investigado y desarrollado nuevos procesos y transformaciones, que permitan el máximo aprovechamiento de los subproductos generados en el beneficio del cacao.

El desarrollo de los subproductos del cacao, como las jaleas o mermeladas, bebidas fermentadas (vinos), jugos, natas, entre otros; a partir del mucílago del cacao, presenta la exigencia de generar la tecnología de carácter industrial para poder extraer los volúmenes de mucílago necesarios, para el posterior procesamiento de estos subproductos.

Con el fin de aportar al desarrollo del sector agroindustrial cacaotero de la región y del país, se diseñó y construyó el prototipo experimental de un desmucilaginador de cacao, que transfiera tecnología al proceso de los subproductos del cacao a un nivel industrial; teniendo claro que debe cumplir normas de diseño debido a que este prototipo es para procesamiento de alimentos, y por otro lado cumplir el principio de diseño flexible; todo esto tendiente a arrojar, como resultado grandes beneficios, principalmente a los cultivadores.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Ing. Leonidas Vásquez

SUMMARY

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN EXPERIMENTAL PROTOTYPE OF A COCOA DE-MUCILAGER *

AUTHOR:

Franklin Gregorio Colmenares Rincón. **

KEY WORDS:

Design and construction, Cocoa, Mucilage.

SUMMARY:

Today the agricultural and industrial processes of cocoa are generated only from 10 % of the total weight of the cob, which means that the other 90% is discarded as waste, which have little or no use. These “wastes” are made of peels and mucilage that surrounds the seed, this last one is lost in a good part during the process of fermentation since in ends up “exudated” in the fermenting boxes and a small fraction is used specifically in the development of precursors of cocoa aroma. For this reason research has been done and new processes and transformations have been developed, that allow the maximum use of the sub-products generated for the benefit of cocoa.

In the development of the sub-products of cocoa, such as jellies or marmalades, fermented drinks (wines), juices, creams, among others; from the cocoa mucilage, it presents the demand of generating technology of industrial character for extraction of necessary volumes of mucilage, for further processing of these sub-products.

With the goal of providing development to the cocoa agro-industrial sector of the region and the country, it was designed and constructed the experimental prototype of a cocoa de-mucilager, that transfer technology to the process of cocoa sub-products at an industrial level; considering that it must comply with design standards due to the fact that this prototype is for processing of foods, and on the other hand assure a flexible design principle; all this looking forward for great benefits, mainly to cultivators.

* Undergraduated thesis.

** Faculty of Physiomechanical Engineerings , School of Mechanical Engineering . Eng Leonidas Vásquez

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de los granos de cacao se utilizan en la preparación de chocolate, polvo de cacao (para bebida, colorante y aromatizante) y jarabe.

La utilización de los granos (para la producción del polvo del cacao y de la manteca de cacao) es del 10% del peso bruto de la vaina del cacao, esto significa que el 90% del peso total de la vaina no tiene una utilización industrial aun cuando dentro de estos desechos se encuentra el mucílago o pulpa.

El mucílago de la semilla del cacao, llamado también pulpa es parte fundamental en el proceso de fermentación y precursor del aroma del cacao; pero desafortunadamente todos los jugos que este contiene son extraídos (decantados) o evaporados en el proceso.

Trabajos de investigación que se han realizado acerca del mucílago del cacao muestran que este posee un alto contenido nutricional, y pruebas preliminares han determinado la probabilidad de transformarlo en jugos, mermeladas, jaleas, néctares, bebidas fermentadas, etc; los cuales podrían presentar una buena aceptación entre los consumidores.

Los subproductos del cacao son una alternativa de diversificación cuya tecnología se ha desarrollado e implementado en países como Brasil, Malasia, Costa Rica, Cuba y Ghana entre otros; de esta manera se encuentra un mejor aprovechamiento de la mazorca de cacao antes de iniciar su fermentación.

En Colombia se están aprovechando los valores nutricionales, alimenticios y químicos que poseen las partes del cacao, en especial el mucílago que no tiene incentivo comercial para el productor ni para el consumidor.

Por tal razón el desarrollo experimental del proceso de elaboración de néctar, jugos, mermeladas, derivados del mucílago del cacao; requiere de la posibilidad de industrialización de este subproducto dando un valor agregado al proceso de elaboración del chocolate, utilizando materia prima generada como residuo en la obtención de otro producto.

Se diseñó y construyó el prototipo experimental de un desmucilagador de cacao, que transfiera tecnología al proceso de los subproductos del cacao a un nivel industrial; teniendo claro que debe cumplir normas de diseño debido a que este prototipo es para procesamiento de alimentos, y por otro lado cumplir el principio de diseño flexible; todo esto tendiente a arrojar, como resultado grandes beneficios, principalmente a los cultivadores.

Así, el primer capítulo de este informe presenta generalidades acerca del cacao; desde su clasificación, detalles acerca de la planta y su fruto, los procesos del beneficio del cacao y la producción mundial y nacional.

El segundo capítulo, describe el prototipo (máquina) y sus partes constitutivas (motorreductor, estructura, tolva, tornillo transportador, tanque para agitación, entre otros).

El tercer capítulo, describe la parte de control del prototipo (variadores de velocidad), los cuales representan el término de "flexibilidad" dentro del diseño, puesto que son los encargados de la variación de velocidad de los motores.

El cuarto capítulo, presenta la información respecto de los materiales de aporte, que en nuestro prototipo son soldaduras (de tipo acero al carbono y de tipo acero inoxidable).

Los últimos capítulos, presentan información acerca de la construcción y mantenimiento del equipo, así como el tratado del tema de las buenas prácticas de manufactura (B.P.M.), conclusiones y bibliografía.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES

Contribuir a la consecución del desarrollo agroindustrial del sector cacaotero a través del diseño y construcción de maquinaria óptima para el desmucilaginado de la semilla del cacao, permitiendo facilidad en la labor de investigación y manejo de los procesos de elaboración de subproductos de tal forma que represente nuevas fuentes de ingresos para las familias cultivadoras del cacao.

Continuar con la muy loable labor que desempeña la universidad en la región, tanto en generación y adecuación de conocimientos, como en la mejora de los procesos productivos, tomando en este caso, lo que hoy se conoce como desecho (mucílago de la semilla del cacao) y transformarlo en múltiples subproductos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo experimental, bajo el criterio de diseño flexible, que tienda a realizar de manera eficiente el proceso de separación del mucílago del cacao, otorgando calidad en la semilla y que tenga las siguientes características:
- Debe constar de un dispositivo de alimentación de las semillas, un mecanismo de una o varias etapas de desmucilaginado y los dispositivos de salida del mucílago y de la semilla dispuestos independientemente.

- El prototipo experimental debe funcionar con un motoreductor de potencia suficiente, con controladores de velocidad de rotación.
- Su operación y funcionamiento no deben ser complicados, debido a que sus etapas posteriores a su rediseño, va a ser utilizado por personas y campesinos de la zona, y estos deben estar en la capacidad de manejarlo fácilmente.
- Debe ser fácilmente desmontable para su limpieza y mantenimiento, además de no requerir mano de obra calificada.
- Realizar el prototipado virtual, así como planos técnicos, generales y detallados, en los cuales se logre una excelente interpretación de los sistemas y componentes constituyentes del prototipo.
- Construir el prototipo físico, con base en el diseño, materiales y selección de equipos que fueron determinados para la construcción del equipo.
- Utilizar los materiales convenientes para la construcción de el prototipo, teniendo en cuenta que debe cumplir especificaciones técnicas del procesamiento de alimento.

2. GENERALIDADES

2.1 CACAO

Los Chichimecas, Toltecas y Aztecas, tribus nativas de Sur y Centro América, utilizaban la semilla como monedas y, debido a la vida nómada de los aborígenes, se supone que se dispersó a diferentes lugares, determinando mutaciones, cruzamientos o híbridos naturales, que han dado origen a los diferentes tipos de cacao comercial que hoy se cultivan.

El primer nombre dado al árbol del cacao fue “Amygdalae pecuniariae” que significa dinero almendra, pero es Carl Von Linneo¹ quien realizó la primera determinación botánica del árbol del cacao y la llamo “Theobroma Cacao” que significa manjar de dioses. A Europa se llevó como curiosidad indígena, pero comercialmente se embarcó para España en 1580; desde entonces, este adquirió gran importancia y dio margen al monopolio establecido por los españoles.

El árbol de cacao es clasificado por Emilio Robledo de la siguiente forma:

Cuadro 1. Clasificación del cacao

Reino	Vegetal		Orden	Malvales
Tipo	Espermatofita		Familia	Esterculiacea
Subtipo	Angiosperma		Tribu	Buettneriea
Clase	Dicotiledoneas		Genero	Theobroma
Subclase	Dialipetalas		Especie	cacao

Fuente: tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga, 2000.

El *Theobroma cacao* es una planta tropical, de clima calido y húmedo. Normalmente es pequeño, de 4 a 8 metros de alto, es un árbol caulifloro lo que significa que sus flores y frutos se producen en las partes más viejas del tronco y de las ramas desprovistas de hojas, ver figura 1.

Figura 1. Árbol del cacao.



Fuente: GONZÁLEZ ORTIZ, Carolina ; JAIMES JAIMES, Marilyn Rocio. Desarrollo experimental del proceso para la obtención de jugo derivado del mucílago de cacao. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Química. 2005.

El fruto es de tamaño, color y forma variable, se distinguen en el tres partes : cáscara, semilla y la pulpa o mucílago, removido durante el proceso de fermentación de las semillas en el proceso de obtención del chocolate. Tiene forma de baya, generalmente, 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o rugosos, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa y dura.

El grano del cacao esta recubierto de una sustancia mucilaginoso de color blanca, rosada o café, de sabor acido a dulce y aromática. El contenido de

granos por baya es de 20 a 40 y son planos o redondeados de color blanco, café o morado, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Mazorca y granos del cacao.



Fuente: GONZÁLEZ ORTIZ, Carolina ; JAIMES JAIMES, Marilyn Rocio. Desarrollo experimental del proceso para la obtención de jugo derivado del mucílago de cacao. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Química. 2005.

La clasificación ha sido difícil, pero basados en las características morfológicas de la mazorca, la flor y las semillas, se ha logrado, hoy en día, formar tres grandes grupos: criollos, forastero amazónico, trinitarios y cacao nacional del Ecuador.

La más conocida es la variedad Forastero, que representa el 90% del cacao producido en el mundo. Se encuentra en África del Oeste, este de Asia y Brasil. Se caracteriza por presentar estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con 30 o más semillas pequeñas de color púrpura con alta astringencia y bajo contenido de grasa.

El segundo es el criollo, domesticados probablemente por los mayas, que produce “cacao fino y de aroma”, cultivado principalmente en el Caribe, Colombia, Venezuela, Nueva Guinea Papua, las Antillas, Sri Lanka y Java.

Este cacao criollo posee un tipo de almendra mas grande, cuyo cotiledón recién salido de la mazorca es rosado, mazorcas verdes o rojas y usualmente del tipo Cundeamor; posee entre 20 y 30 semillas de color blanco y beige, altos contenidos de grasa, sin astringencia y bastante aroma. Los principales tipos de criollos incluyen: cacao Pentagona, cacao Real y cacao Porcelana.

El grupo trinitario, desarrollados en la isla de trinidad, son al parecer producto del cruce entre el criollo y el Forastero. Posee mazorcas con 30 o mas semillas, con cotiledones de color variable. Los tipos existentes tienen los nombres de los centros de investigación donde los seleccionaron:

- ICS (Selection of the Imperial Collage in Trinidad)
- UF (United Fruit Selection in Costa Rica)
- SNC (Selection of the Nkoemvons Station in Cameroon)

Los cacaos colombianos se pueden clasificar en tres grupos. Criollos, Amazónico y Subtipos Colombianos, cruce de cacaos criollos con amazónicos que dan lugar a cuatro subgrupos de híbridos: Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo.

Existen ciertos procesos que hacen referencia al conjunto de operaciones para la obtención del cacao, llamadas “Etapas del beneficio del caco” y son:

Recolección: se cosechan únicamente los frutos maduros, ya que las mazorcas verdes originan un producto de mal sabor y aroma. La recolección se realiza cada dos o tres semanas para evitar la sobre maduración y riesgo de perdidas. El corte de las mazorcas se hace con las herramientas adecuadas (tijera podadora) para evitar daños en el cojín floral.

Partida de la mazorca: generalmente la pilas de frutos deben hacerse en un lote sin árboles de cacao, en donde se facilite la labor de la partida y donde se pueda amontonar las cáscaras para su descomposición y utilización como abono orgánico posteriormente. En la Universidad se trabajo con este proceso de partida de mazorca, arrojando como resultado dos proyectos de grado:

“Desgranadora de mazorcas de cacao. Diseño y construcción”, el cual se realizo en 1989 y tuvo como objetivo general, diseñar y construir una maquina capaz de romper la cáscara o superficie exterior de la mazorca, por medio de aplastamiento con un mecanismo de tambores.

“Despulpadora de cacao manual de cortes por cuchilla”, el cual se realizo en 1992, este se limita al corte de forma transversal de la mazorca de cacao y de esta forma permitir la entrada de un punzón que retira todas las semillas de su interior.

Desgrane: es la extracción de las semillas deslizando los dedos de la mano a lo largo de la vena central de la mazorca evitando extraerla para no mezclarla con los granos. El tiempo de desgrane (tiempo transcurrido entre la toma de la mazorca del árbol y la extracción del grano), afecta el posterior proceso de fermentación, razón por la cual este debe variar entre uno y dos días. Si el tiempo es mayor origina el inicio de la fermentación dentro de la mazorca.

Fermentación: este proceso se lleva a cabo en cajones de madera, en los cuales se voltea la masa de cacao a partir de las primeras 36 horas y luego cada 24 horas, para airearla y lograr una fermentación uniforme durante unos cinco a siete días, sin mezclar los granos cosechados en diferentes días. Tiene tres objetivos:

- Desprender los granos de la pulpa mucilaginosa que los protege.
- Provocar la muerte del embrión e impedir la germinación de los granos de cacao y así facilitar su conservación.
- Desencadenar modificaciones bioquímicas dentro del interior de los cotiledones que se traduce en la aparición del color pardo del cacao elaborado. Trayendo como consecuencia en la disminución del sabor amargo y de la astringencia, permitiendo en desarrollo de los precursores del sabor y aroma.

Secado: el principal objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad, la acidez y la astringencia y, desarrollar el color chocolate característico de los granos bien fermentados. El secado puede realizarse al sol o artificialmente sin sobrepasar los 60 grados centígrados. Para el secado al sol se utiliza estructuras como las paseras, casa, elbas, camillas de madera o carros corredizos. No se debe usar áreas de cemento ni pavimentadas por que pueden producir contaminación. En forma practica el punto de secado se conoce tomando un puñado de granos y si al apretarlos crujen como cascajo, están en el grado de sequedad requerido.

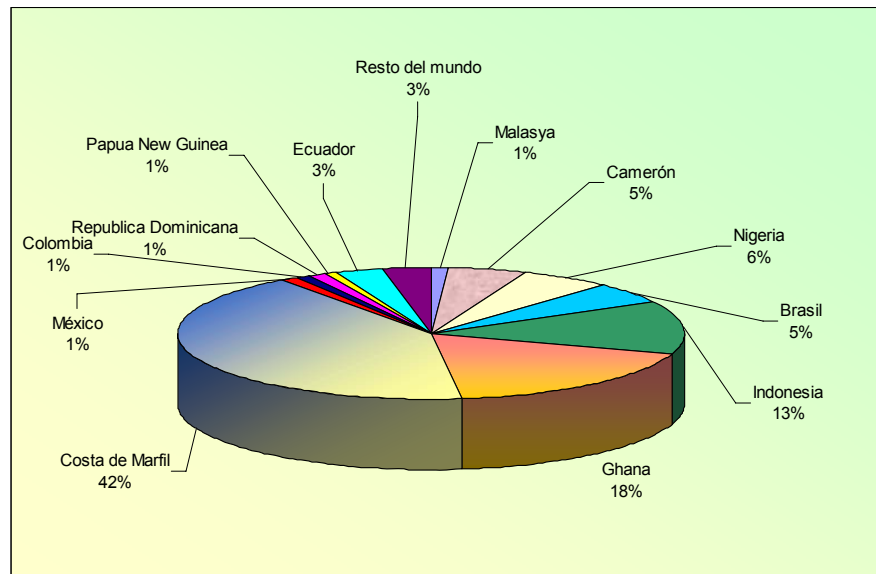
Limpieza y clasificación: en esta etapa se eliminan todas las impurezas, granos mohosos, partidos o en mal estado, esto se realiza mediante un proceso manual o haciendo pasar la masa a través de zarandas, dejando solamente los fermentados y secos.

2.2 CULTIVOS DEL CACAO

La producción mundial de cacao (ver figura 3 en términos generales esta encabezada por África con un 68% aproximadamente (Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún), seguida por América del Sur con un estimado de 14.3% (Brasil, Ecuador y Colombia), Asia alrededor del 17.7%(Malasia e

Indonesia); y otros países como México, Republica Dominicana y Nueva Guinea.

Figura 3. Producción Mundial del cacao en granos por países (miles de toneladas - % de participación).



Fuente: tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga, 2000.

Por otra parte el consumo industrial de cacao esta reflejado así, los países de Europa procesan el 48.8% del cacao producido en el mundo, América el 28.4% y Asia- Oceanía el 12.8% y Singapur-Japón un 10%. Los principales países que industrializan el grano son en su orden, Países Bajos, Italia, Estados Unidos, Francia, Brasil, Reino Unido y Costa de Marfil.

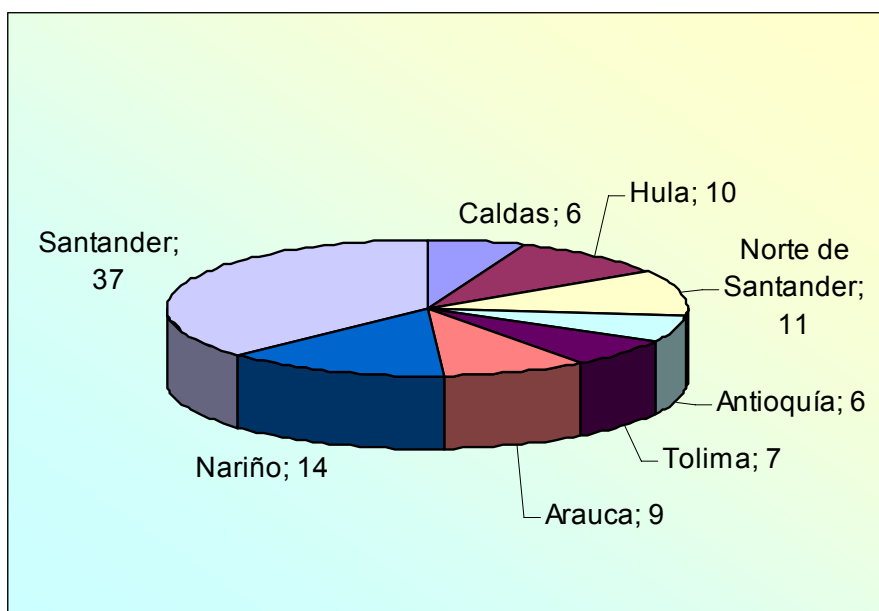
En Colombia durante el periodo de la colonia, el cacao se cultivó donde es hoy el territorio colombiano, a escala comercial desde 1634 se hicieron importantes exportaciones a Europa, y se constituyó en uno de los principales renglones del intercambio comercial de entonces.

En los años treinta, el Ministerio de Agricultura ejecutó el Programa Nacional de Cacao y en los cuarenta, la Campaña Nacional; esta última, se mantuvo hasta mediados de los sesenta, cuando se creó la Federación Nacional de Cacaoteros por iniciativa de los productores.

Los departamentos que tienen mayor número de explotaciones en su orden son: Santander, Huila, Tolima y Norte de Santander.

El área cultivada en el territorio nacional, es de 82.300 hectáreas aproximadamente, distribuidas en 22 departamentos. Cerca del 37% del área se encuentra concentrada en Santander, el 14% en Nariño, el 11% en Norte de Santander, el 10% en el Huila, el 9% en Arauca, el 7% en el Tolima, el 5.6% en Antioquia y el 2.7% en Caldas y otros, de menor producción como Risaralda, Cundinamarca, Valle, Cauca, Cesar y Magdalena.

Figura 4. Producción de cacao en Colombia



Fuente: tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga, 2000.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Hoy día los procesos agrícolas e industriales del cacao se generan solo a partir del 10% del peso total de la mazorca, lo que quiere decir que el restante 90% se desecha como residuos, los cuales tienen poca o ninguna utilización. Estos “residuos” están constituidos por cáscaras y el mucílago que rodea la semilla, este último se pierde en buena parte durante el proceso de fermentación dado que termina como “exudado” en los cajones fermentadores y una pequeña fracción es utilizada específicamente en el desarrollo de los precursores del aroma del cacao.

De los procesos de poscosecha, que se inician con la recolección de las mazorcas maduras en la finca, en primer lugar se desechan los frutos enfermos que representan por lo menos un 10 % de los frutos cosechados; en países como Colombia, con enfermedades tan severas como moniliasis, phytophthora y escoba de bruja, e insectos y plaga, como los chupadores de la mazorca, este porcentaje es significativamente mayor, puede ser hasta del 30%, sobre todo, en época de invierno. Otro subproducto de importancia y el más voluminoso, está constituido por cáscaras (ver Cuadro 2) y placentas que quedan cuando se quiebran los frutos al extraer los granos. Un aspecto que complica esta situación, es que estos subproductos son abandonados generalmente en el campo, sobre todo en el sitio donde se quiebra la mazorca, sin ser reincorporado al cultivo o utilizado para producir compost, que bien podrían significar fertilizantes para el cultivo, por el contrario, su abandono se constituye en un foco potencial de enfermedades como phytophthora y cáncer del tronco.

Un tercer desecho de importancia, posiblemente nunca considerado como tal es el mucílago (la pulpa mucilaginosa se compone de células parenquimatosas esponjosas, conteniendo savia rica en azúcares 10-13%,

pentosas 2-3%, y sales 8-10%) ver Cuadro N, el cual rodea la semilla y es denominado arilo; y en buena parte se pierde cuando es removida por fermentación y es hidrolizada por microorganismos; la hidrolizada es conocida en la industria como “exudados” durante la fermentación. Se puede ver los constituyentes de la pulpa del cacao en la Cuadro 3.

Cuadro 2. Componentes químicos de la cáscara del cacao (%p/p).

COMPONENTE	% p/p
Humedad	85
Proteína	1.07
Minerales	1.41
Grasa	0.02
Fibra	5.45
Carbohidratos	7.05
N	0.171
P	0.026
K	0.545
Pectinas	0.89

Fuente: tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga, 2000.

Cuadro 3. Componentes químicos del mucílago de cacao (%p/p).

COMPONENTE	% p/p (Base húmeda)
Agua	79.2 – 84.2
Proteína	0.09 – 0.11
Azúcares	12.50 – 15.9
Glucosa	11.6 – 15.32
Pectinas	0.9 – 1.19
Acido Cítrico	0.77 – 1.52
Cenizas	0.40 – 0.50

Fuente: tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga, 2000.

Los subproductos del cacao son una alternativa de diversificación cuya tecnología se ha desarrollado e implementado en países como Brasil, Malasia, Costa Rica, Cuba y Ghana entre otros; de esta manera se encuentra un mejor aprovechamiento de la mazorca de cacao antes de iniciar su fermentación. Se presenta una ilustración de una máquina despulpadora de cacao, para la obtención de jugo de cacao en Malasia, ver figura 5.

Figura 5. Máquina para despulpado de cacao.



Fuente: GONZÁLEZ ORTIZ, Carolina ; JAIMES JAIMES, Marilyn Rocío. Desarrollo experimental del proceso para la obtención de jugo derivado del mucílago de cacao. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Química. 2005

Por esta razón se ha investigado y desarrollado nuevos procesos y transformaciones, que permitan el máximo aprovechamiento de los subproductos generados en el beneficio del cacao.

El desarrollo de los subproductos del cacao, como las jaleas o mermeladas, bebidas fermentadas (vinos), jugos, natas, entre otros; a partir del mucílago

del cacao, presenta la exigencia de generar la tecnología de carácter industrial para poder extraer los volúmenes de mucílago necesarios, para el posterior procesamiento de estos subproductos.

Con el fin de aportar al desarrollo del sector agroindustrial cacaoero de la región y del país, se diseñó y construyó el prototipo experimental de un desmucilagador de cacao (ver figura 6), que transfiera tecnología al proceso de los subproductos del cacao a un nivel industrial; teniendo claro que debe cumplir normas de diseño, debido a que este prototipo es para procesamiento de alimentos, y por otro lado cumplir el principio de diseño flexible; todo esto tendiente a arrojar, como resultado grandes beneficios, principalmente a los cultivadores.

Figura 6. Prototipo experimental desmucilagador construido.



4. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

Cuando se quiera hacer uso del prototipo desmucilagador de cacao, se necesita alimentar con línea 110 V, trifásica, de esta forma se energiza el circuito eléctrico que posee el equipo desmucilagador; y es necesario visualizar el botón de paro de emergencia (ubicado en la parte lateral de la caja trasera del equipo, es de fácil ubicación teniendo en cuenta su color rojo) el cual desactivara la energía en la instalación eléctrica, en caso de cualquier inconveniente presentado; logrando la protección de los equipos eléctricos del prototipo.

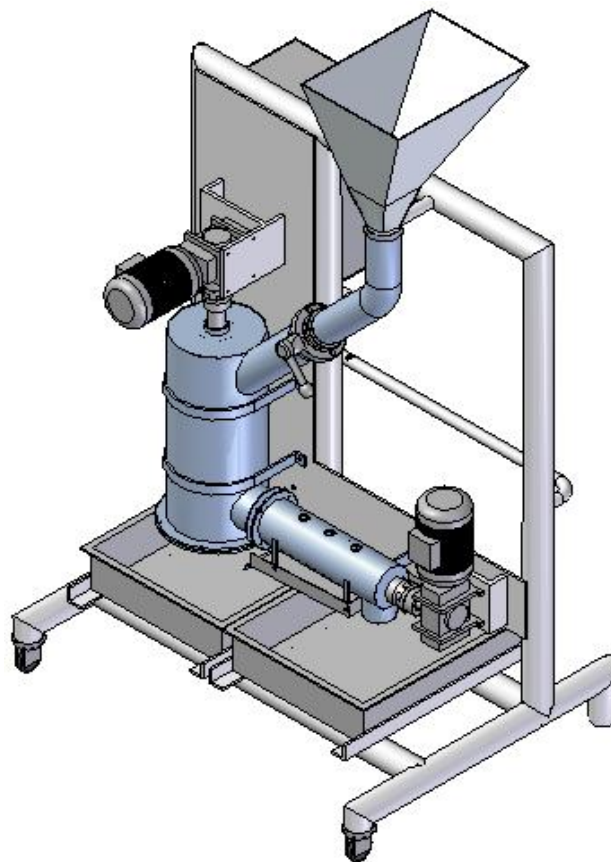
Al alimentar la tolva con las semillas de cacao (un volumen aproximado de 0.02 m^3), se debe maniobrar la válvula de paso (la función de esta válvula es impedir la entrada de agentes contaminantes al momento de desmucilagado de las semillas de cacao en el recipiente) y observar que esta se encuentre abierta, permitiendo el paso de las semillas al recipiente; también, se debe tener presente la ubicación de las bandejas de recolección, tanto del mucílago, como de las semillas (son dos bandejas plásticas ubicadas en la parte inferior del prototipo), una vez verificados estos pasos se puede energizar el circuito eléctrico del prototipo, conectando el toma corriente del que se dispone. El proceso de carga se debe vigilar para poder continuarlo cuando se detecte el vaciado del recipiente y se debe tener precaución al momento de llenado de las bandejas inferiores, par su reemplazo, evitando así, que tanto el producto procesado (semillas), como el adquirido (mucílago), no sean desperdiciados.

Cuando se finalice el proceso de desmucilagado de cierta cantidad de semillas, se debe hacer una limpieza del prototipo (este cuenta con sistema de agarre y ruedas, que permiten la movilización a un sitio para su lavado y

secado) para evitar la formación de microorganismos bacterianos, que afecten la calidad del alimento, por el continuo uso del prototipo; esta limpieza, es de fácil ejecución y se puede realizar con agua a temperatura elevada; la cual puede ser suministrada desde la tolva, y en la parte del sistema transportador, se realiza por los orificios dispuestos en la parte superior de la artesa.

El concepto general de diseño del prototipo desmucilagador de cacao, resulta en una estructura única e independiente de fácil manejo y transporte, siendo acorde con las exigencias impuestas por el trabajo a realizar. El aspecto final del diseño se muestra en la figura 7.

Figura 7. Aspecto final de diseño



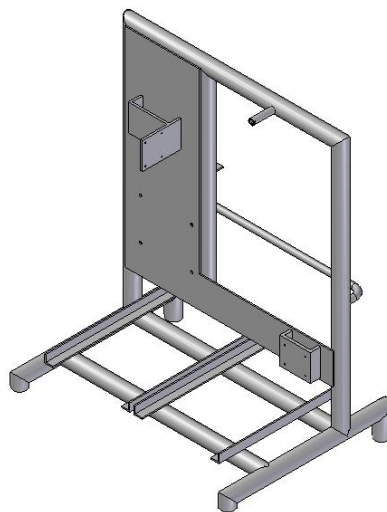
El prototipo desmucilagador de cacao, lo constituyen 7 sistemas enunciados a continuación:

- Sistema estructural.
- Sistema de alimentación.
- Sistema de potencia.
- Sistema de desmucilagador.
- Sistema de transporte.
- Sistema de control.
- Sistema de recolección.

4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

El prototipo cuenta con una estructura construida en perfil tubular redondo, de dos pulgadas y media, el cual sirve de apoyo a la misma, permitiendo el manejo y traslado como un equipo totalmente independiente. Esta estructura proporciona el equilibrio necesario para evitar funcionamientos erróneos, debido a las vibraciones, ver figura 8.

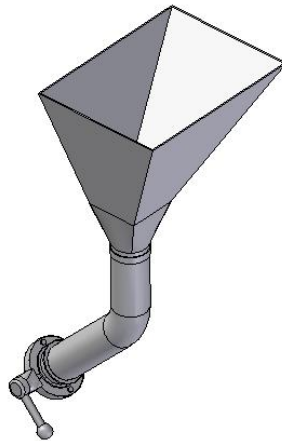
Figura 8. Sistema estructural.



4.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Está constituido por una tolva y válvula de paso; todos construidos en acero inoxidable 304, para evitar la contaminación del alimento debido a corrosión o desprendimiento del material base. Esta sujeto a la estructura de manera que puede ser móvil, para efectos de limpieza, ver figura 9.

Figura 9. Sistema de alimentación.



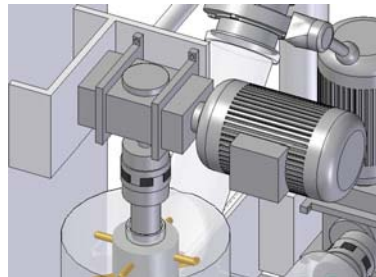
4.3 SISTEMA DE POTENCIA

Lo conforman dos motoredutores de engranajes helicoidales (debido a la relación de reducción de velocidad que presentan, según su construcción son denominados de 3 trenes, en los cuales se pueden hacer reducciones de 17.5:1 hasta 70:1).

La ubicación de estos motoredutores va ligada a su función, siendo que el motoreductor superior, cumple con la agitación para el desmucilaginado del cacao; y por otra parte el motoreductor ubicado en la parte inferior, cumple

con el transporte de las semillas desmucilaginas para su descarga a la bandeja de almacenamiento ver figura 10.

Figura 10. Sistema de potencia.



4.4 SISTEMA DESMUCLAGINADOR

Está conformado por un recipiente (que confina el volumen de semillas a desmucilagar) el cual tiene una alimentación en su parte lateral superior de tres pulgadas de diámetro, y una descarga de cuatro pulgadas en la parte lateral inferior ver figura 11; la tapa inferior aloja el rodamiento, utilizado para el movimiento de rotación del eje desmucilagador y presenta una serie de agujeros, por los cuales pasa el mucílago, desprendido de las semillas del cacao ver figura 12.

Figura 11. Recipiente (Sistema desmucilagador)

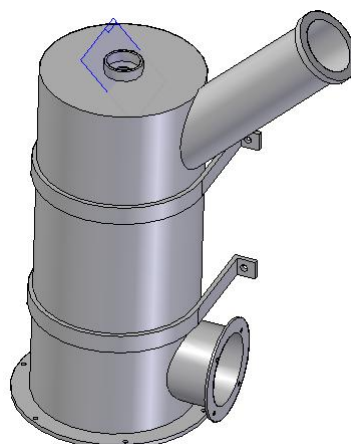
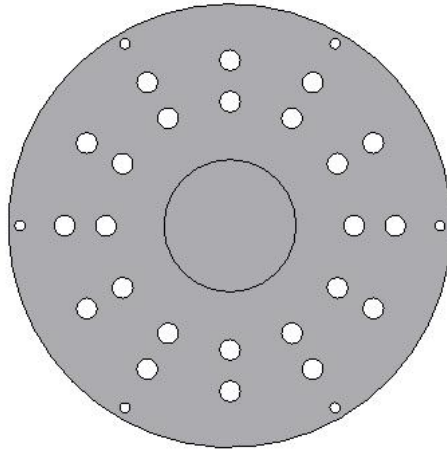
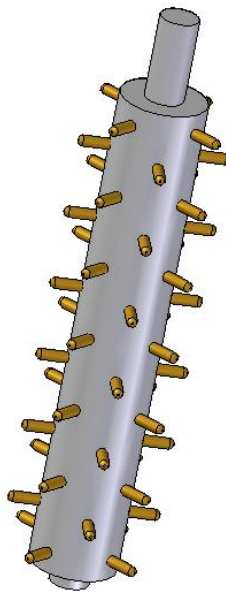


Figura 12. Tapa portabalinera (Sistema desmucilagador)



Otro elemento es el eje desmucilagador (construido en perfil tubular redondo inoxidable 304 de tres pulgadas de diámetro), el cual tiene soldado múltiples dedos (de 1.2 cm de largo y 1 cm de diámetro, construidos también en acero inoxidable 304) y de esta manera lograr la separación del mucílago de la semilla de cacao ver figura 13.

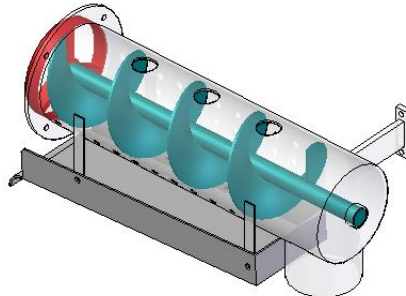
Figura 13. Eje desmucilagador.



4.5 SISTEMA DE TRANSPORTE

Este está conformado por el tornillo de transporte y la artesa. La función de este sistema es transportar las semillas desmucilaginadas hasta la bandeja de recolección. El tornillo fue construido en acero inoxidable 304, con una longitud de 38 cm, y un diámetro de hélices de 9.6 cm y un paso de 6. La artesa es de tipo tubular, construida en tubería sanitaria inoxidable de cuatro pulgadas 304. Presenta perforaciones en su parte superior para la posterior limpieza de las partes internas, evitando así la formación de microorganismos; también cuenta con perforaciones en su parte inferior con el fin de dar paso al mucílago que pueda desprenderse de las semillas, cuando son transportadas por el tornillo hacia la canasta recolectora ver figura 14.

Figura 14. Tornillo transportador.



4.6 SISTEMA DE CONTROL

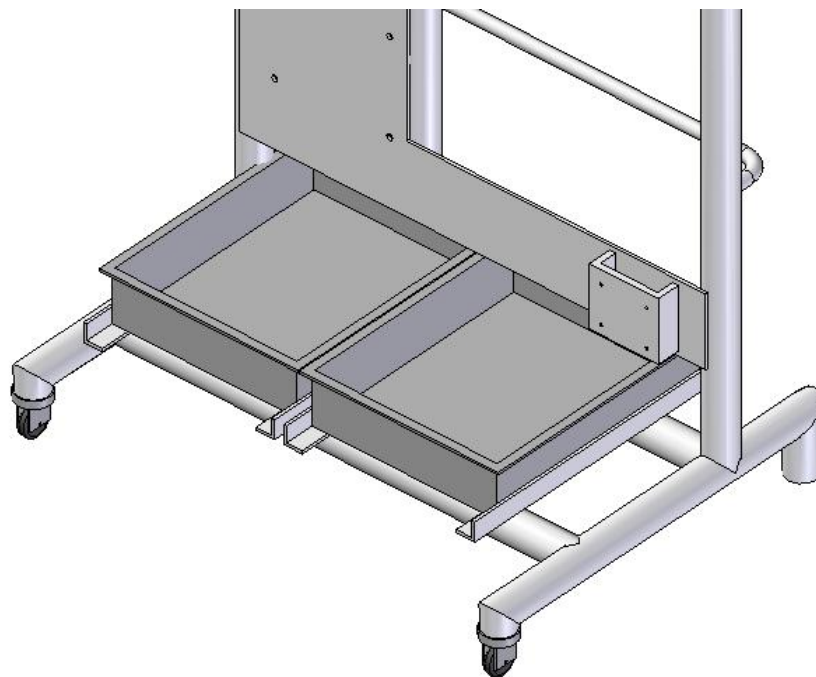
La función de este sistema, es la variación de la velocidad de giro de los motoreductores, este control soporta el principio de diseño flexible, por el cual está regido el prototipo desmucilaginador. Lo conforman dos variadores de velocidad marca SIEMENS referencia micromaster 430, estos se

encuentran ubicados dentro del panel de control. Aquí mismo podemos encontrar ubicado el botón de paro de emergencia.

4.7 SISTEMA DE RECOLECCIÓN

esta conformado por dos canastas receptoras de material plástico, con sendas guías para su apoyo (las guías están elaboradas en perfil angular de 4 mm de espesor, y soldadas a la estructura); las cuales reciben el mucílago desprendido y la otra las semillas procesadas ver figura 15.

Figura 15. Foto de las canastas receptoras



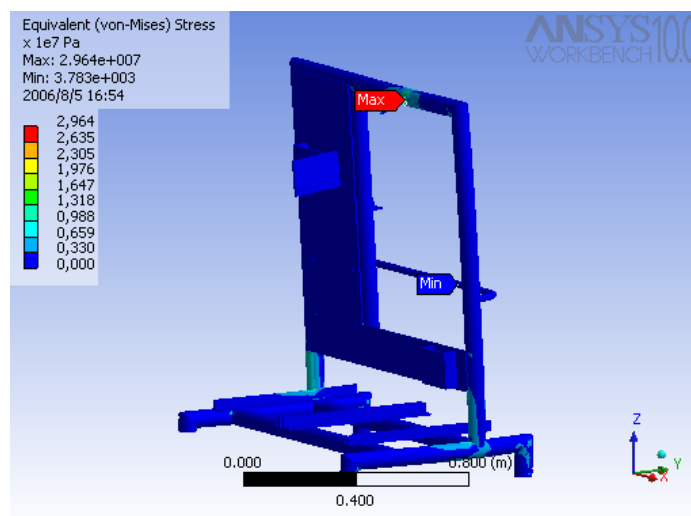
5. DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DESMUCILAGINADOR

5.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

Construido en su totalidad en perfil tubular redondo de 2 ½” de diámetro exterior, un espesor de 3mm, un área de sección transversal de 5.70 cm² y calidad JIS G 3132 SPHT-1 ASTM A 569; las uniones de esta estructura se realizaron con soldadura de arco eléctrico y electrodo AWSE6013. Por otro lado la estructura esta protegida por una capa de pintura, la cual evita el progreso de oxidación provocada por agentes exteriores ambientales. Esta estructura brinda la resistencia y rigidez suficiente para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

En la figura 16 se observa el resultado del análisis de esfuerzos de la estructura base y se observa que la estructura no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

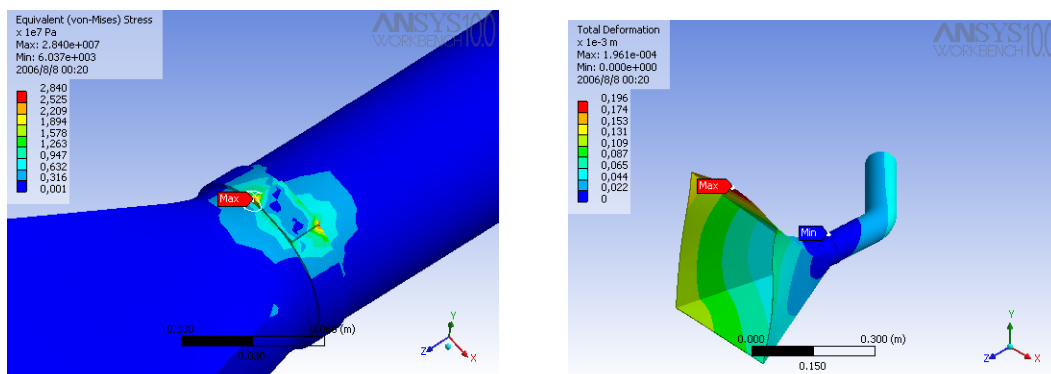
Figura 16. Análisis de esfuerzos del sistema estructural



5.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Este sistema está construido en acero inoxidable 304, unión con soldadura por arco, de electrodo AWS E308L-16. La tolva tiene un volumen aproximado de 0.02 m³. Otro componente de este sistema es la válvula de paso fabricada también en acero inoxidable 304, la cual tiene como función evitar el paso de agentes exteriores, que contaminen durante el proceso de desmucilaginar para . El análisis de este sistema es mostrado en la figura 17, y como se observa en los resultados no presenta riesgo de fallas considerables.

Figura 17. Análisis sistema de alimentación.



5.3 SISTEMA DESMUCILAGINADOR

Este sistema consta de un recipiente en acero inoxidable 304, el cual tiene un diámetro de 8" y una altura de 50cm, confinando un volumen de 0.0043m³. Presenta anclajes laterales para el montaje en la estructura a través de tornillos de 1/4". El análisis del recipiente se observa en la figura 18. Otro elemento constituyente de este sistema es el eje agitador, construido en perfil tubular redondo de 3" de diámetro exterior, el cual posee protuberancias soldadas, para desprender el mucílago del cacao, el análisis de este se observa en la figura 19.

Figura 18. Análisis del recipiente

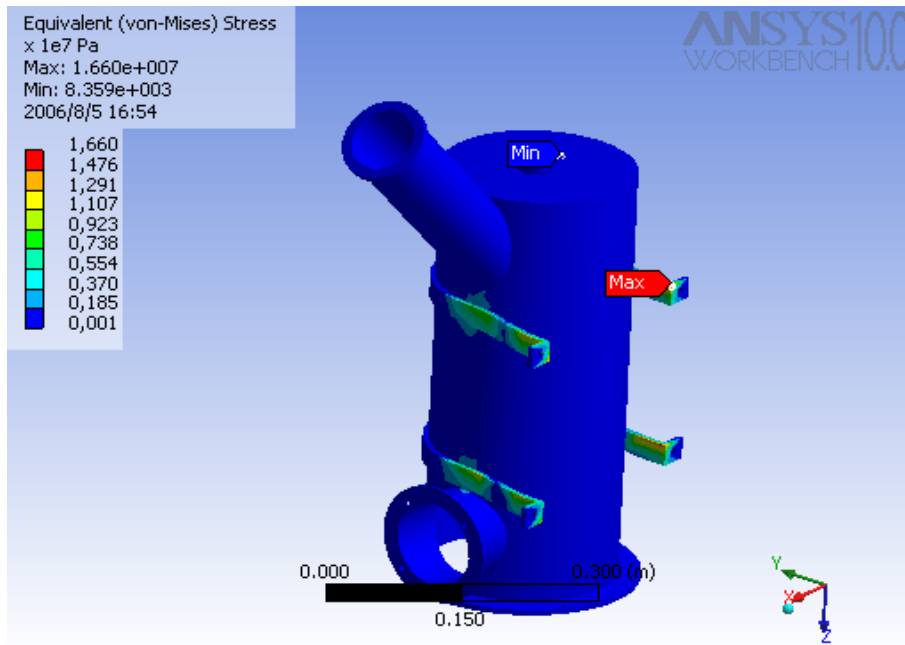
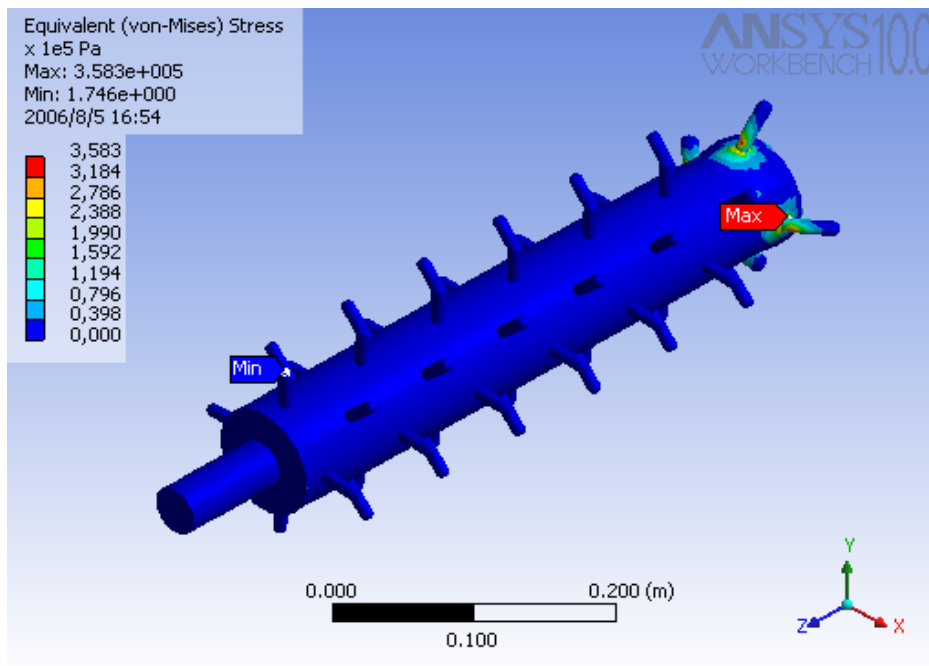


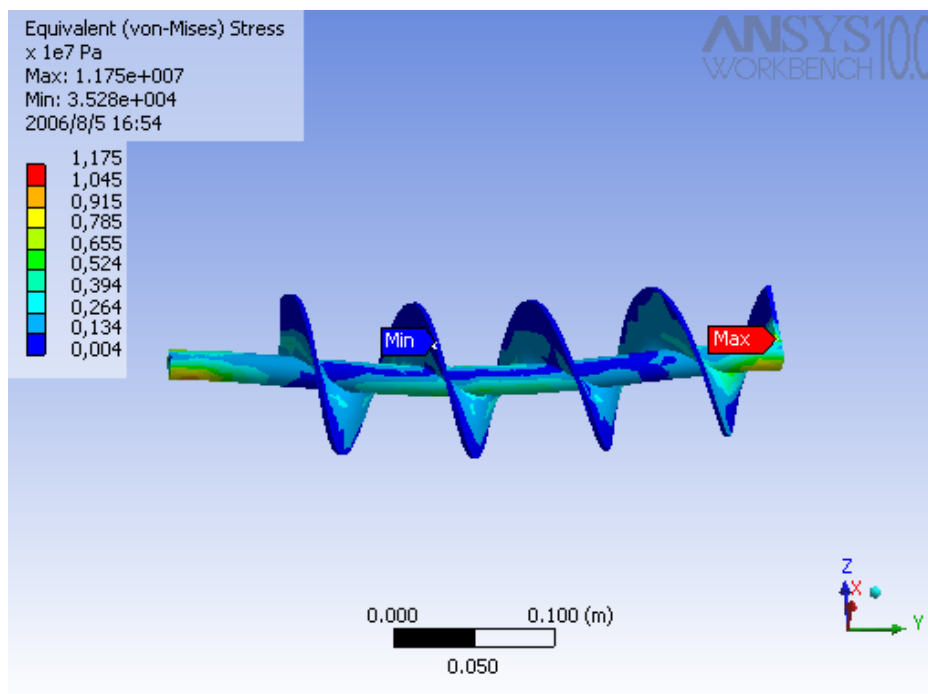
Figura 19. Análisis del eje



5.4 SISTEMA TRANSPORTADOR

Este sistema consta de un tornillo transportador, para llevar el alimento procesado (semillas de cacao) a la bandeja de recolección. Esta construido en acero inoxidable 304, con una longitud de 31cm, un diámetro de núcleo de 2cm, un diámetro de hélice de 9.6cm, y un paso de hélice de 6.2cm. Para ver las características de selección de esta clase de tornillos, ver ANEXO TORNILLOS TRANSPORTADORES. El análisis de este elemento se observa en la figura 20. Otro elemento que constituye este sistema es la artesa tubular que contiene el tornillo; el material de construcción de esta es tubería sanitaria inoxidable 304 de 4", la artesa contiene los soportes de los rodamientos, sobre los cuales gira el tornillo transportador.

Figura 20. Análisis tornillo transportador.



5.5 SISTEMA DE POTENCIA

Está conformado por dos motoredutores, los cuales presentan las siguientes características:

El motorreductor numero uno (M1 encargado de llevar a cabo la función de desmucilaginar), tiene un motor Siemens, trifásico de 0.75 H.p., y una velocidad nominal de 1650 r.p.m, y un reductor de engranajes helicoidales, de relación de velocidades $i:21/1$.

El motorreductor numero dos (M2 se encarga de entregar el par torsor para transportar el alimento procesado), este tiene un motor siemens, trifásico de 0.5 H.p., y una velocidad nominal de 1590 r.p.m. (ver ANEXOS DE MOTORES, para detalles técnicos), y un reductor de engranajes helicoidales, de relacion de velocidades de $i: 70/1$ (ver ANEXOS DE REDUCTORES, para especificaciones técnicas). En la figura 21 se observan los motoredutores.

Figura 21. Motoredutores seleccionados.

M1.



M2.



5.6 SELECCIÓN DEL VARIADOR ELECTRÓNICO

Control de velocidad en motores jaula de ardilla.

El motor a inducción jaula de ardilla es un motor de velocidad fija, la cual es controlada por el número de polos, y la frecuencia de alimentación a la que está conectado. Un pequeño cambio de velocidad se nota a medida que la carga en el motor cambia, como resultado del deslizamiento.

La ecuación para el cálculo de la velocidad del motor es:

$$N = F \times 120 / P - S$$

N = velocidad del motor en revoluciones por minuto

f = frecuencia de alimentación del motor en Hz

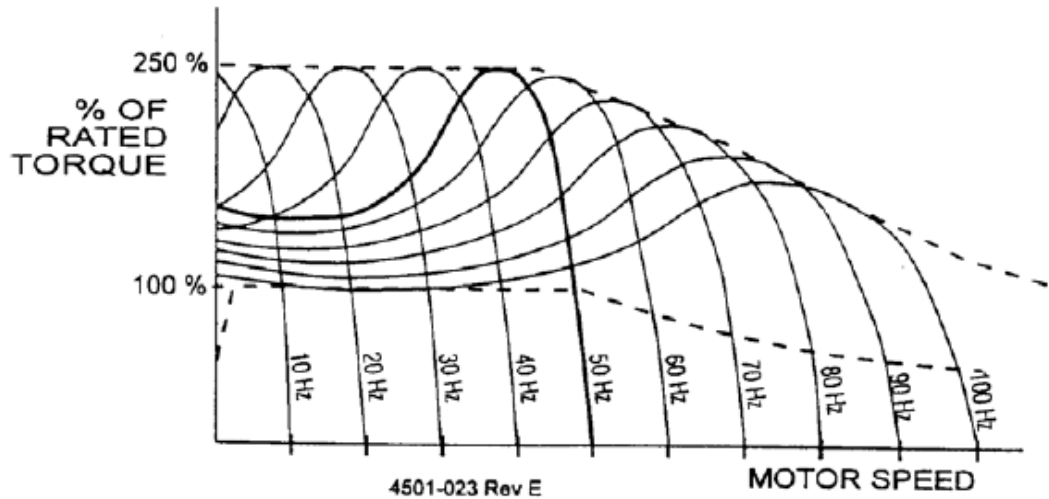
p = número de polos en el estator

s = deslizamiento del motor en revoluciones por minuto

El método usado para controlar la velocidad de los motores fue el de ajuste de la frecuencia de alimentación. Este es el método usado por los Variadores de velocidad electrónicos. Este es el mejor método de control de velocidad por que mantiene constante el torque de salida del motor.

Este método se basa en mantener siempre una relación constante V/Hz, con lo cual el torque nominal del motor se mantiene constante a diferentes velocidades esto genera una familia de curvas torques vs velocidad del motor, mediante el cambio de la frecuencia de la alimentación, que es suministrada a este, ver figura 22, los detalles se pueden ver en los anexos VARIADORES DE VELOCIDAD MICROMASTER 420.

Figura 22. Curvas de torque vs velocidad variando la frecuencia.



El variador puede incrementar la frecuencia de alimentación más allá de los 60 Hz, con lo cual la velocidad del motor puede ser aumentada.

En resumen el variador electrónico es el mejor método de control de velocidad, por las siguientes razones:

- Se mantiene una alta eficiencia a través del rango de velocidades
- Se dispone de control variable de velocidad continuo, esto convierte al variador ideal para automatización de procesos.
- El torque disponible del motor es mantenido, mientras las velocidades no sean muy bajas (Frecuencias ≤ 10 Hz).
- Se pueden lograr velocidades mayores que la “velocidad base” de 60 Hz, aunque con el costo de una reducción del torque total disponible.

5.7 SELECCIÓN DE ACOPLES

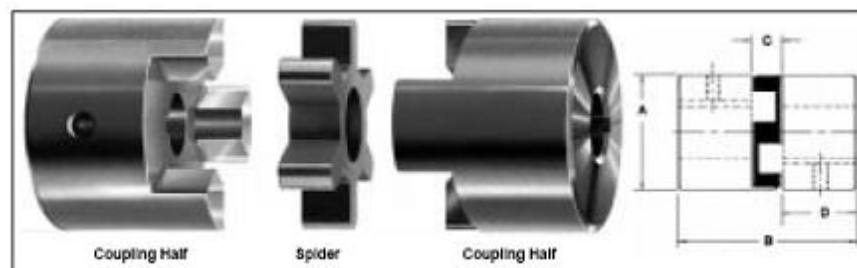
Los acoples se usan desde hace mucho tiempo para conectar ejes que al menos estén aproximadamente alineados. Estos se definen como elementos de maquinas que sirven para unir dos ejes, uno motriz y otro receptor; cuya función básica es transmitir torque. Existen muchos tipos de acoples que actúan como amortiguadores de efectos torsionales o de cargas de impulso, originadas por las irregularidades de funcionamiento. También los acoples pueden ser empleados como un medio de seguridad cuando se presentan sobrecargas en las maquinas por rotura de algún pasador o por desacople de algún elemento que independice el funcionamiento.

Los acoples se clasifican:

- Acoples rígidos.
- Acoples flexibles o elásticos.

Para la construcción de nuestro prototipo se selecciono un acople de tipo flexible (acoplamiento de cruceta flexible) ver figura 23, puesto que estos son adecuados cuando no se tiene inicialmente, o no se mantiene durante el funcionamiento una alineación adecuada de los mismos, ya sea axial, coaxial o angular. Para ver detalles de los acoples flexibles ver anexos ACOPLES FLEXIBLES.

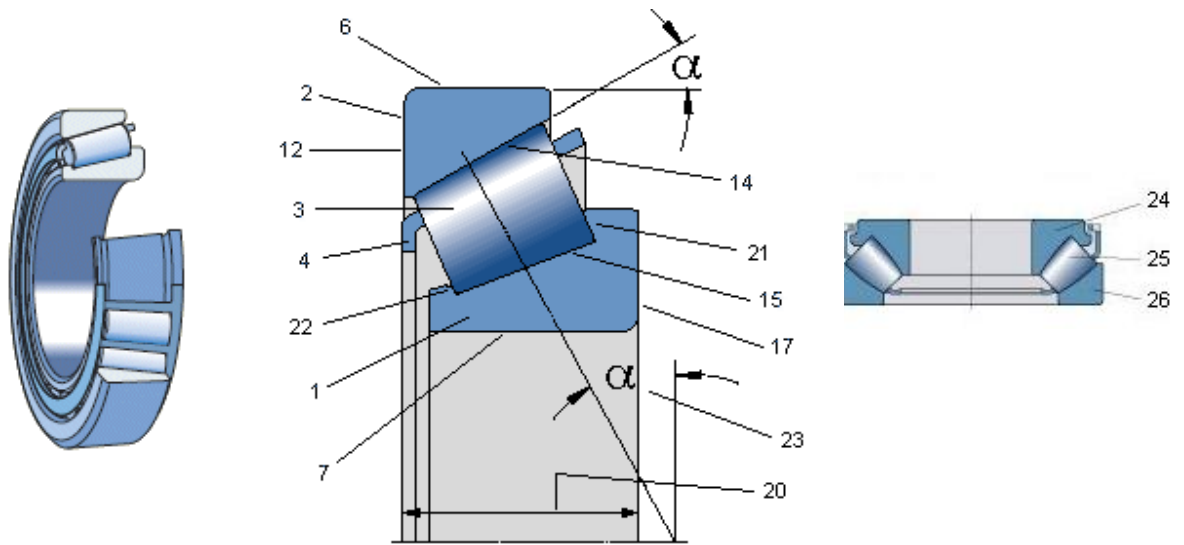
Figura 23. Acople flexible.



5.8 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

El tipo de rodamiento seleccionado fue el de rodillos cónicos de una hilera.

Figura 24. Características rodamientos cónicos.



Fuente: www.skf.com

Rodamientos radiales

1	Aro interior	13	Ranura de anclaje para la obturación
2	Aro exterior	14	Camino de rodadura del aro exterior
3	Elemento rodante: bola, rodillo cilíndrico, agujas, rodillo cónico, rodillo a rótula	15	Camino de rodadura del aro interior
4	Jaula	16	Ranura de obturación
5	Carcasa. Obturación – rozante hecha de elastómero (ilustrada en la figura), o no rozante Placa de protección – hecha de chapa de acero, no rozante	17	Cara lateral del aro interior
6	Diámetro exterior del aro exterior	18	Chaflán
7	Agujero del aro interior	19	Diámetro medio del rodamiento
8	Diámetro del resalte del aro interior	20	Anchura total del rodamiento
9	Diámetro del resalte del aro exterior	21	Pestaña guía
10	Ranura para anillo elástico	22	Pestaña de retención
11	Anillo elástico	23	Ángulo de contacto
12	Cara lateral del aro exterior		

Rodamientos axiales

24	Arandela de eje
25	Conjunto de elementos rodantes y jaula
26	Arandela de alojamiento

6. MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO.

6.1 MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Siendo que la estructura está construida en hacer al carbono, con recubrimiento de pintura, se hace necesario mantener limpia de agentes que puedan deteriorar la pintura y posteriormente presentar oxidación, por esto se hace necesario mantener seca la estructura.

6.2 MANTENIMIENTO DE LAS PARTES DE CONTACTO DIRECTO CON EL ALIMENTO

Cabe recordar que las partes que se encuentran en contacto directo con las semillas y el mucílago del cacao, aún cuando han sido construidas con acero inoxidable; se hace necesario limpiar con agua a temperatura elevada, logrando así la aniquilación de posibles brotes de microorganismos, que puedan contaminar el alimento.

6.3 MANTENIMIENTO DE RODAMIENTOS, MOTORES Y DEMÁS

El mantenimiento de algunos componentes es referido según las horas de trabajo, o las condiciones de operación, el ciclo de reparación queda estipulado así:

Rodamientos: 20.000 horas

Cambio de aceite de motoreductores:

CONCLUSIONES

El resultado final del proyecto anteriormente desarrollado, fue la construcción de un prototipo experimental desmucilagador para el procesamiento de las semillas del cacao, transformando lo que hoy día se denomina “residuo”, a materia prima, para la posterior elaboración de productos alimenticios como jaleas, vinos, mermeladas, entre otros. Este resultado representa un punto de inicio para la industrialización del sector agrícola, caso especial del sector cacaotero, logrando así uno de los objetivos establecidos por el claustro universitario, como lo es, el de avanzar y desarrollar tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, tanto a nivel regional como nacional.

Destacando la importancia de la interacción entre los diversos conocimientos y campos de la ingeniería adquiridos, como lo son el diseño de maquinas, el mantenimiento, los procesos de manufactura y el diseño asistido por computador CAD; es lo que conduce a la concepción y exitosa finalización de proyectos como el elaborado; todo esto apuntando a motivar el espíritu académico e investigativo, de los futuros profesionales egresados de la universidad.

Cabe destacar que tanto los elementos, como los procesos utilizados para la construcción del prototipo, son de fácil adquisición y elaboración, en el mercado nacional; de esta manera queda abierta la posibilidad de construir nuevos y mejorados prototipos que conlleven a la producción en serie de una máquina final de tipo industrial.

BIBLIOGRAFÍA

BACHMANN, Albert;FORBERG, Richard. DIBUJO TECNICO. Editorial labor, S.A.

CARRILLO HORMAZA, Adriana Lucia; LEON AYALA, Ayda Karina. Desarrollo experimental del proceso para la obtención de una bebida fermentada a partir del mucílago del cacao. Bucaramanga, 2005. UIS. Facultad de ingenierías físico químicas. Escuela de ingeniería química.

DUPINIAN, Ch. Curso de Diseño y fabricación de piezas metálicas. Editorial limusa, S.A. de C.V. 2004.

FEIRER, Jhon L. Maquinado de Metales con Maquinas herramientas. Grupo Patria cultural, S.A. de C.V. 2000.

GÓMEZ MORENO, Orlando José. Metalurgia de la Soldadura. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas. Departamento de Ingeniería Metalurgia y ciencias de Materiales. 1989.

GÓMEZ MORENO, Orlando José. Soldadura de Metales. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas. Departamento de Ingeniería Metalurgia y ciencias de Materiales. 1989.

GONZALES ORTIZ, Carolina; JAIMES JAIMES, Marylin Rocío. Desarrollo experimental del proceso para la obtención de un jugo derivado del mucílago del cacao. Bucaramanga, 2005. UIS. Facultad de ingenierías físico químicas. Escuela de ingeniería química.

GROOVER P, Mikell. Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. Prentice Hall. 1997.

HORWITZ, Henry. Soldadura. Aplicaciones y práctica. Editorial alfaomega.1997.

NORTON, Robert L. Diseño de Máquinas. México DF. Prentice Hall – Pearson Editores. 1999.

PENDER, James A. SOLDADURA. Editorial McGRAW-HILL. Tercera edición.1990.

RAMIREZ NIÑO, Miguel Angel ; GUTIERREZ PORTILLA Julio Cesar.
Caracterización y cuantificación de las principales proteínas presentes en los granos de cacao (Theobroma cacao L.). Bucaramanga, 2000. Universidad Industrial de Santander. Facultad deCiencias. Escuela de Química.

ROJAS GARCÍA, Hernán. Diseño de Máquinas II. Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Industrial de Santander.1992.

TECNOLOGIA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CACAO. Corpoica. Regional siete. Bucaramanga 2000.

www.INVIMA.GOV.CO

www.ICA.GOV.CO

www.SKf.com

ANEXOS

Anexo A. SOLDADURAS DE ACEROS

Para la construcción del prototipo desmucilagador de cacao se utilizó ciertos materiales de aportes como soldadura 6013, para la unión de la estructura, y la lámina de acero porta equipos, que hace parte de la estructura, brindando mayor rigidez. Otro tipo de soldadura utilizado, fue la soldadura 308L-16, esta fue empleada para unir el acero tipo inoxidable. A continuación se trata el tema correspondiente a la soldadura.

SOLDADURA DE ACEROS INOXIDABLES.

El término soldabilidad envuelve todos los aspectos necesarios que debe reunir un metal al ser soldado para que sea digno de confianza. La “American Welding Society”, ha definido la soldabilidad como la capacidad de un metal para ser soldado bajo condiciones de fabricación dentro de una estructura específica, convenientemente diseñada y para desempeñarse satisfactoriamente después de ello en servicio.

La soldabilidad está determinada por las propiedades metalúrgicas del metal de base y del metal de aporte, lo mismo que por la sensibilidad del metal de la soldadura a la dilución de metales de base heterogéneas. Los factores que afectan la soldabilidad son: el proceso de soldadura, las propiedades del metal base, el metal de relleno y las condiciones de la superficie.

La dilución ocurre cuando el metal de aporte se mezcla con el metal de base. Si el metal de soldadura no puede tolerar la mezcla del metal de base, hay poca soldabilidad. El grado de dilución que experimenta el metal de soldadura depende de la entrada de calor, proceso de soldadura y configuración de la junta que se va a soldar.

El material de aporte para la unión de piezas de acero inoxidable (clasificación austenítico) que conforman el prototipo, fue el AWS E308L-16 (recubrimiento de bajo hidrógeno o de tipo básico), algunas características de este material son:

Composición química (0.04% máx de Carbono, 0.90% máx de Silicio, 9.0-11.0% de Níquel, 0.5-2.5% de Manganeso y 18-20% de Cromo).

Produce un arco suave con pérdidas por salpicaduras muy bajas.

Puede ser utilizado para corriente directa electrodo positivo o en corriente alterna.

Su escoria es de fácil remoción.

La apariencia del depósito es muy buena, ya que los cordones de soldadura presentan un contorno suave y relativamente plano.

Su revestimiento de tipo rutilico le permite al electrodo soldar fácilmente en todas las posiciones.

Las propiedades del material se observan en la *Cuadro 1*.

Cuadro 1. Propiedades mecánicas del material depositado AWS E308L-16

Resistencia a la tracción	52-63 kg/mm ²	(75-90 ksi)
Elongación	40-60%	
Reducción de área	30-60%	

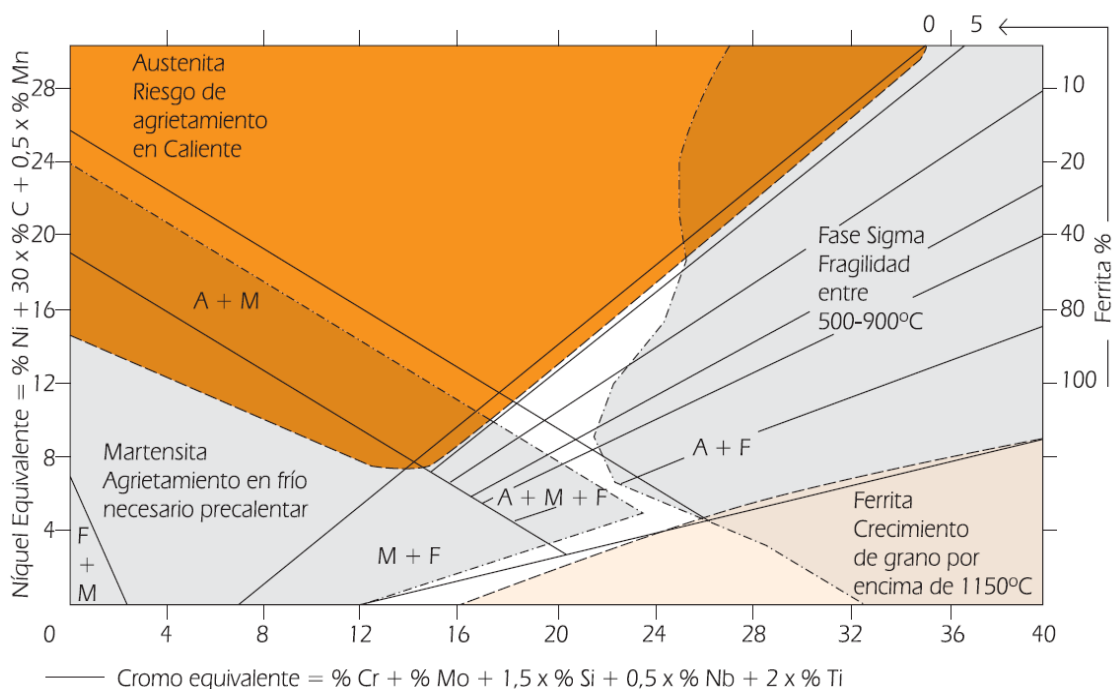
Fuente: www.westarco.com

Una herramienta utilizada para predecir, aproximadamente, el tipo de estructura a encontrar en la soldadura cuando la composición del electrodo ha sido diluida por el metal de base, es el diagrama de Shaeffler; a continuación presentamos el ejemplo de la soldadura entre el acero

inoxidable 304 (acero utilizado en los componentes del prototipo, como la tolva, el eje agitador, el tornillo transportador, el tanque agitador), y el tipo de soldadura AWSE308L-16, utilizando el diagrama de Shaeffler (ver figura 22).

- Para el acero 304 tenemos:
- Cromo equivalente: 21.5%
- Níquel equivalente: 15.4%
- Para el material de aporte AWSE308L-16 tenemos:
- Cromo equivalente: 21.5%
- Níquel equivalente: 14.4%

Figura 1. Diagrama de Shaeffler. Constitución del metal de soldadura de los aceros inoxidables.



Fuente: GÓMEZ MORENO, Orlando Jose. Soldadura de Metales. Facultad de Ciencias Físico Químicas. Departamento de Ingeniería Metalurgia y Ciencia de Materiales. 1989.

SOLDADURA DE ACEROS AL CARBONO.

El tipo de soldadura llevado a cabo para la unión de la estructura y lograr su rigidez, fue con AWSE6013, las propiedades del material de aporte se observan en la Cuadro J; las características que presenta este tipo de material son:

- El material depositado produce una capa uniforme, lisa, sin entalladuras ni socavaciones.
- En posición vertical bajando su escoria es autorremovible.
- Deja cordones de muy buena presentación con cualquier tipo de soldador, incluyendo los de bajo voltaje de circuito abierto.

Cuadro 2. Propiedades mecánicas

Resistencia a la tracción	42-52 kg/mm ²	(60-74 ksi)
Elongación	22-28%	
Reducción de área	40-70%	
Límite de fluencia	34-44 kg/mm ²	(48-62 ksi)

Fuente: www.westarco.com

NORMAS AWS/DIN

ELECTRODOS PARA ACEROS AL CARBONO Y/O BAJA ALEACIÓN

Referencia	Norma
WEST RODE 90	AWS A-5.1 E-9018-G
WEST RODE 60	AWS A-5.1 E-7014
WEST RODE 09	AWS A-5.5 E-7018
WEST RODE 10	AWS A-5.5 E-11018-M
WEST RODE 20	AWS A-5.5 E-11018-G
WEST RODE 80B	AWS A-5.4 E-312-16
WEST RODE 2212	AWS A-5.4 E-309L-16
WEST RODE 2212Mo	AWS A-5.4 E-309MoL-16

ELECTRODOS PARA FUNDICIONES

Referencia	Norma
WEST CAST 70	AWS A-5.15 E-ST
WEST RODE 40	AWS A-5.15 E-Ni-CI
WEST RODE 22 PREMIUM	AWS A-5.15 E-Ni-CI
NODULRODE	AWS A-5.15 E-Ni-Fe-CI
WEST BRONCE	AWS A-5.8 RB-CuZn-C

SOLDADURA DE PLATA

Referencia	Norma
WEST LOT 50	AWS B-Ag-1
WEST LOT 35	AWS B-Ag-2

ELECTRODOS PARA ACEROS INOXIDABLES

Referencia	Norma
WEST RODE 2212	AWS A-5.4 E-309L-16
WEST RODE 2212Mo	AWS A-5.4 E-309MoL-16
WEST RODE 3LB	AWS A-5.4 E-316L-16
WEST RODE 4LB	AWS A-5.4 E-308L-16
WEST RODE 4Cb	AWS A-5.4 E-347-16
WEST RODE 4H	AWS A-5.4 E-308H-16
WEST RODE 5	AWS A-5.4 E-310-16
WEST RODE 13	AWS A-5.4 E-410-15
WEST RODE 1345	~AWS A-5.4 E-410 NiMo-15 DIN 8556 E-13 4B 20
WEST RODE 20/13/4	AWS A-5.4 E-317-16
WEST RODE 20/10/14	AWS A-5.4 E-307-16

ELECTRODOS NO FERROSOS

WEST ALUM	AWS A-5.3 E-4043
-----------	------------------

Anexo B. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURAS

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, en ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales da por comunicado el decreto 3075 de 1997, en el cual se trata todo lo relacionado a la fabricación, procesamiento, transporte, manipulación, etc; de alimentos y contiene:

TITULO I. DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1o. ÁMBITO DE APLICACIÓN: la salud es un bien de interés público. En consecuencia, las disposiciones contenidas en el presente Decreto son de orden público, regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplicaran:

- a. A todas las fabricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos.
- b. A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.
- c. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.
- d. A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos, sobre los alimentos y materias primas para alimentos.

ARTICULO 2o. DEFINICIONES: para efectos del presente Decreto se establecen las siguientes definiciones:

ALIMENTO: todo producto natural o artificial, elaborado o no, que ingerido aporta al organismo humano los nutrientes y la energía necesarios para el desarrollo de los procesos biológicos. Quedan incluidas en la presente definición las bebidas no alcohólicas, y aquellas sustancias con que se sazonan algunos comestibles y que se conocen con el nombre genérico de especia.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA: son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

DESINFECCIÓN - DESCONTAMINACIÓN: es el tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgos para la salud pública y reducir substancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

DISEÑO SANITARIO: es el conjunto de características que deben reunir las edificaciones, equipos, utensilios e instalaciones de los establecimientos dedicados a la fabricación, procesamiento, preparación, almacenamiento, transporte, y expendio con el fin de evitar riesgos en la calidad e inocuidad de los alimentos.

EQUIPO: es el conjunto de maquinaria, utensilios, recipientes, tuberías, vajillas y demás accesorios que se empleen en la fabricación, procesamiento, preparación, envase, fraccionamiento, almacenamiento, distribución, transporte, y expendio de alimentos y sus materias primas.

FABRICA DE ALIMENTOS: es el establecimiento en el cual se realice una o varias operaciones tecnológicas, ordenadas e higiénicas, destinadas a fraccionar, elaborar, producir, transformar o envasar alimentos para el consumo humano.

INFESTACIÓN: es la presencia y multiplicación de plagas que pueden contaminar o deteriorar los alimentos y/o materias primas.

LIMPIEZA: es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.

PROCESO TECNOLÓGICO: es la secuencia de etapas u operaciones que se aplican a las materias primas y demás ingredientes para obtener un alimento. Esta definición incluye la operación de envasado y embalaje del producto terminado.

SUSTANCIA PELIGROSA: es toda forma de material que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueda generar polvos, humos, gases, vapores, radiaciones o causar explosión, corrosión, incendio, irritación, toxicidad, u otra afección que constituya riesgo para la salud de las personas o causar daños materiales o deterioro del ambiente.

ARTICULO 3o. ALIMENTOS DE MAYOR RIESGO EN SALUD PUBLICA.
Para efectos del presente decreto se consideran alimentos de mayor riesgo en salud pública los siguientes:

Carne, productos carnicos y sus preparados.

- Leche y derivados lácteos.
- Productos de la pesca y sus derivados.
- Productos preparados a base de huevo.
- Alimentos de baja acidez empacados en envases sellados herméticamente. (pH > 4.5).
- Alimentos o Comidas preparados de origen animal listos para el consumo.
- Agua envasada.
- Alimentos infantiles.

PARÁGRAFO 1o. Se consideran alimentos de menor riesgo en salud pública aquellos grupos de alimentos no contemplados en el presente artículo.

TITULO II.

CONDICIONES BÁSICAS DE HIGIENE EN LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS

ARTICULO 7o. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA. Las actividades de fabricación, procesamiento, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos se ceñir n a los principios de las Buenas Practicas de Manufactura estipuladas en el título II del presente decreto.

ARTICULO 8o. Los establecimientos destinados a la fabricación, el procesamiento, envase, almacenamiento y expendio de alimentos deberán cumplir las condiciones generales que se establecen a continuación:

CAPITULO II.

EQUIPOS Y UTENSILIOS

ARTICULO 10. CONDICIONES GENERALES. Los equipos y utensilios utilizados en el procesamiento, fabricación, preparación, de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, contruidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.

ARTICULO 11. CONDICIONES ESPECÍFICAS. Los equipos y utensilios utilizados deben cumplir con las siguientes condiciones específicas:

a. Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección.

b. Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser inertes bajo las condiciones de uso previstas, de manera que no exista interacción entre estas o de estas con el alimento, a menos que este o los elementos contaminantes migren al producto, dentro de los límites permitidos en la respectiva legislación. De esta forma, no se permite el uso de materiales contaminantes como: plomo, cadmio, zinc, antimonio, hierro, u otros que resulten de riesgo para la salud.

c. Todas las superficies de contacto directo con el alimento deben poseer un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas, intersticios u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la calidad sanitaria del producto.

Podrán emplearse otras superficies cuando exista una justificación tecnológica específica.

d. Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la limpieza e inspección.

e. Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento deben poseer una curvatura continua y suave, de manera que puedan limpiarse con facilidad.

f. En los espacios interiores en contacto con el alimento, los equipos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones peligrosas.

g. Las superficies de contacto directo con el alimento no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

h. En lo posible los equipos deben estar diseñados y construidos de manera que se evite el contacto del alimento con el ambiente que lo rodea.

i. Las superficies exteriores de los equipos deben estar diseñadas y construidas de manera que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de suciedades, microorganismos, plagas u otros agentes contaminantes del alimento.

j. Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos deben tener superficies lisas, con bordes sin aristas y estar construidas con materiales resistentes, impermeables y lavables.

k. Los contenedores o recipientes usados para materiales no comestibles y desechos, deben ser a prueba de fugas, debidamente identificados, contruidos de metal u otro material impermeable, de fácil limpieza y de ser requerido provistos de tapa hermética. Los mismos no pueden utilizarse para contener productos comestibles.

l. Las tuberías empleadas para la conducción de alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza. Las tuberías fijas se limpiaran y desinfectaran mediante la recirculación de las sustancias previstas para este fin.

ARTICULO 12. CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

Los equipos y utensilios requerirán de las siguientes condiciones de instalación y funcionamiento:

a. Los equipos deben estar instalados y ubicados según la secuencia lógica del proceso tecnológico, desde la recepción de las materias primas y demás ingredientes, hasta el envasado y embalaje del producto terminado.

b. La distancia entre los equipos y las paredes perimetrales, columnas u otros elementos de la edificación, debe ser tal que les permita funcionar adecuadamente y facilite el acceso para la inspección, limpieza y mantenimiento.

c. Los equipos que se utilicen en operaciones críticas para lograr la inocuidad del alimento, deben estar dotados de los instrumentos y accesorios requeridos para la medición y registro de las variables del proceso. Así mismo, deben poseer dispositivos para captar muestras del alimento.

d. Las tuberías elevadas no deben instalarse directamente por encima de las líneas de elaboración, salvo en los casos tecnológicamente justificados y en donde no exista peligro de contaminación del alimento.

e. Los equipos utilizados en la fabricación de alimentos podrán ser lubricados con sustancias permitidas y empleadas racionalmente, de tal forma que se evite la contaminación del alimento.

CAPITULO IV. REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN

ARTICULO 16. CONDICIONES GENERALES. Todas las materias primas y demás insumos para la fabricación así como las actividades de fabricación, preparación y procesamiento, envasado y almacenamiento deben cumplir con los requisitos descritos en este capítulo, para garantizar la inocuidad y salubridad del alimento.

ARTICULO 17. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

ARTICULO 18. ENVASES

ARTICULO 19. OPERACIONES DE FABRICACIÓN

ARTICULO 20. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN CRUZADA

ARTICULO 21. OPERACIONES DE ENVASADO

CAPITULO V. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

ARTICULO 23. SISTEMA DE CONTROL. Todas las fábricas de alimentos deben contar con un sistema de control y aseguramiento de la calidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de

procesamiento del alimento, desde la obtención de materias primas e insumos, hasta la distribución de productos terminados.

ARTICULO 24. Inciso (b). Documentación sobre planta, equipos y proceso. Se debe disponer de manuales e instrucciones, guías y regulaciones donde se describen los detalles esenciales de equipos, procesos y procedimientos requeridos para fabricar productos. Estos documentos deben cubrir todos los factores que puedan afectar la calidad, manejo de los alimentos, del equipo de procesamiento, el control de calidad, almacenamiento y distribución, m,todos y procedimientos de laboratorio.

El anterior fue comunicado fue firmado por la Ministra de Salud, la Doctora Maria Teresa Forero de Saade, para su publicación y posterior cumplimiento.

Anexo C. DECRETO NUMERO 60 DE 2002

Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico - Haccp en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.

El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y los artículos 287 y 564 de la Ley 09 de 1979, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 25 del Decreto 3075 de 1997 recomienda aplicar el Sistema de Aseguramiento de la Calidad Sanitaria o inocuidad, mediante el análisis de peligros y control de puntos críticos o de otro sistema que garantice resultados similares, el cual deberá ser sustentado y estar disponible para su consulta por la autoridad sanitaria competente;

Que el Sistema Haccp es utilizado y reconocido actualmente en el ámbito internacional para asegurar la inocuidad de los alimentos y que la Comisión Conjunta FAO/OMS del Codex Alimentarios, propuso a los países miembros la adopción del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico Haccp, como estrategia de aseguramiento de la inocuidad de alimentos y entregó en el Anexo al CAC/RCO 1-1969, Rev.3 (1997) las directrices para su aplicación;

Que Colombia, como país miembro de la Organización Mundial de Comercio OMC, debe cumplir con las medidas sanitarias que rigen esta organización,

razón por la cual debe revisar y ajustar la legislación sanitaria de conformidad con la demanda del mercado internacional;

DECRETA:

Artículo 1°. Objeto: el presente decreto tiene por objeto promover la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico Haccp, como Sistema o Método de Aseguramiento de la Inocuidad de los Alimentos y establecer el procedimiento de certificación al respecto.

Artículo 2°. Campo de Aplicación: los preceptos contenidos en la presente disposición, se aplican a las fábricas de alimentos existentes en el territorio nacional que implementen el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico, Haccp, como Sistema o Método de Aseguramiento de la Inocuidad de los Alimentos.

Artículo 3°. Definiciones: para efectos del presente decreto se adoptan las siguientes definiciones:

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se minimicen los riesgos inherentes durante las diferentes etapas de la cadena de producción.

Haccp: iniciales que en inglés significan “Hazard Analysis Critical Control Point” y en español se traduce “Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico”.

Inocuidad de los Alimentos: garantía en cuanto a que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que estén destinados.

Plan Haccp: conjunto de procesos y procedimientos debidamente documentados de conformidad con los principios del Sistema Haccp, con el objeto de asegurar el control de los peligros que resulten significativos para la inocuidad de los alimentos, en el segmento de la cadena alimentaria considerada.

Punto de Control Crítico (PCC): fase en la que puede aplicarse un control esencial para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos.

Sistema Haccp: sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos contra la inocuidad de los alimentos.

Artículo 4°. Principios del Sistema Haccp: el Sistema Haccp se fundamenta en la aplicación de los siguientes principios:

1. Realizar un análisis de peligros reales y potenciales asociados durante toda la cadena alimentaria hasta el punto de consumo.
2. Determinar los puntos de control crítico (PCC).
3. Establecer los límites críticos a tener en cuenta, en cada punto de control crítico identificado.
4. Establecer un sistema de monitoreo o vigilancia de los PCC identificados.

5. Establecer acciones correctivas con el fin de adoptarlas cuando el monitoreo o la vigilancia indiquen que un determinado PCC no está controlado.

6. Establecer un sistema efectivo de registro que documente el Plan Operativo Haccp.

7. Establecer un procedimiento de verificación y seguimiento, para asegurar que el Plan Haccp funciona correctamente.

Artículo 5°. Prerrequisitos del Plan Haccp: como prerrequisitos del Plan Haccp, las fábricas de alimentos deberán cumplir:

a) Las Buenas Prácticas de Manufactura establecidas en el Decreto 3075 de 1997 y la legislación sanitaria vigente, para cada tipo de establecimiento;

b) Un Programa de Capacitación dirigido a los responsables de la aplicación del Sistema Haccp, que contemple aspectos relacionados con su implementación y de higiene en los alimentos, de conformidad con el Decreto 3075 de 1997;

c) Un Programa de Mantenimiento Preventivo de áreas, equipos e instalaciones;

d) Un Programa de Calibración de Equipos e Instrumentos de Medición;

e) Un Programa de Saneamiento que incluya el control de plagas (artrópodos y roedores), limpieza y desinfección, abastecimiento de agua, manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos;

f) Control de proveedores y materias primas incluyendo parámetros de aceptación y rechazo;

g) Planes de Muestreo;

h) Trazabilidad de materias primas y producto terminado.

Artículo 20. Vigencia: el presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación.

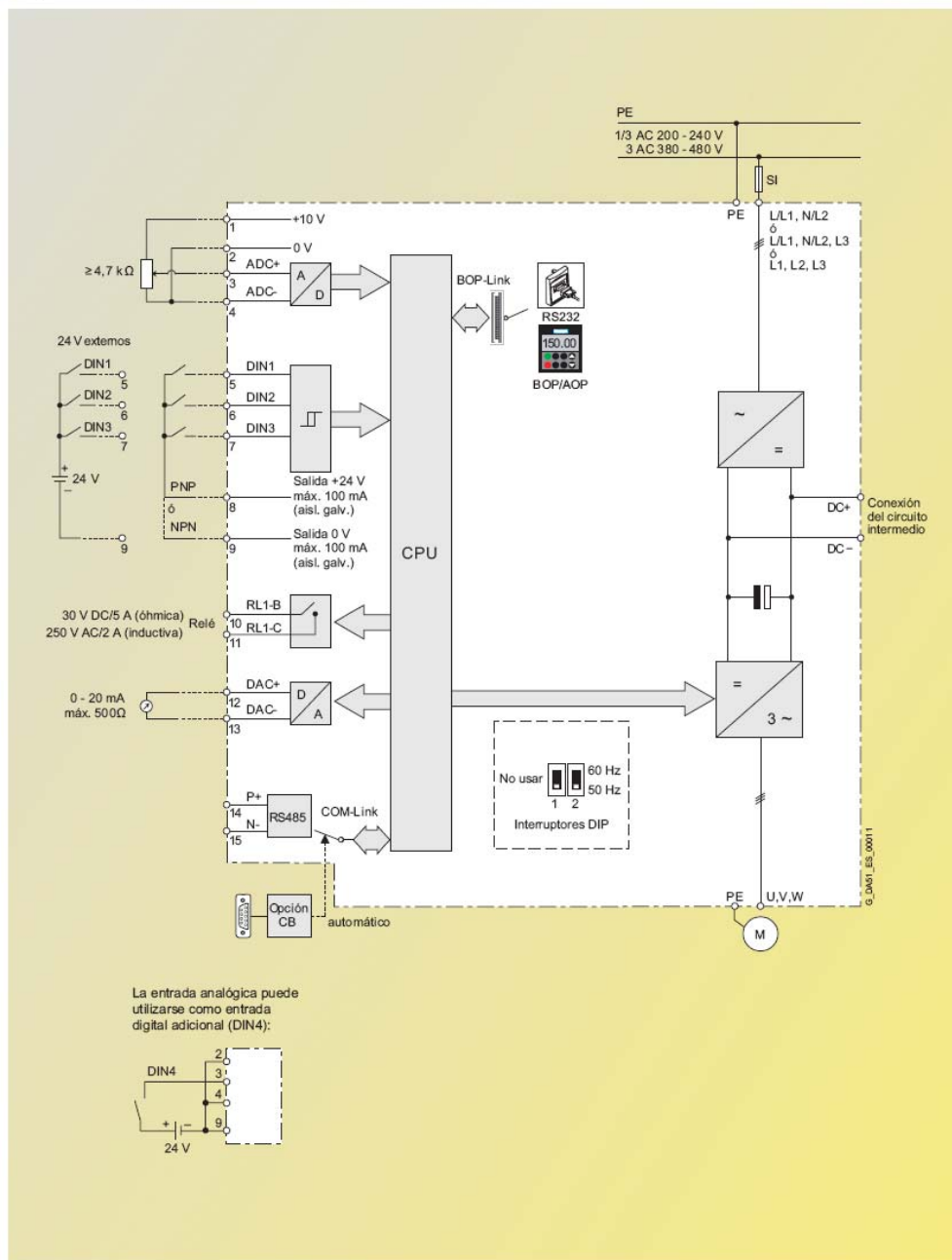
Este documento fue dado en bogota, D.C., a 18 de enero de 2002 para su publicación y posterior cumplimiento, bajo el mandato del señor presidente ANDRÉS PASTRANA ARANGO y el señor Ministro de Salud GABRIEL ERNESTO RIVEROS DUEÑAS.

Anexo D. CATÁLOGOS VARIADORES DE VELOCIDAD SIEMENS MICROMASTER 420

MICROMASTER 420

Esquemas de conexiones

Esquema de bloques



MICROMASTER 420

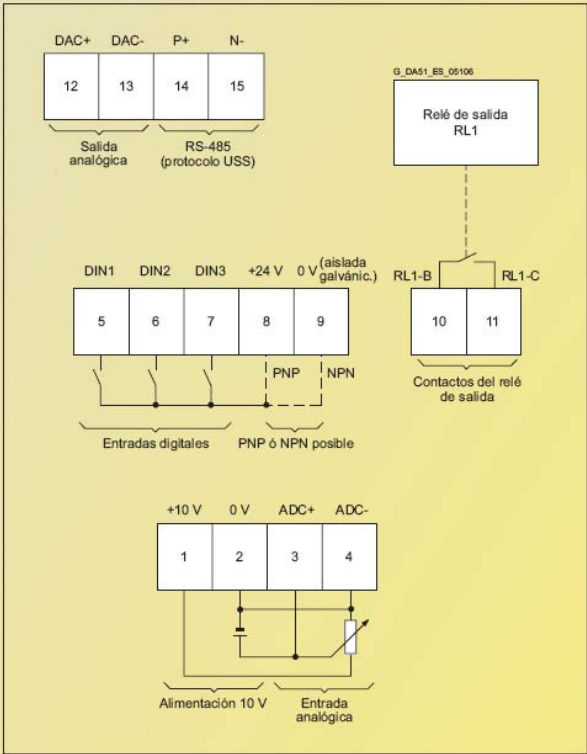
Esquemas de conexiones

Esquema de conexión de bornes

Ejemplo tamaño de caja A



Detalle A



MICROMASTER 420

Datos técnicos

Convertidores MICROMASTER 420

Tensión de red y gamas de potencia	1 AC 200 V a 240 V \pm 10% 3 AC 200 V a 240 V \pm 10% 3 AC 380 V a 480 V \pm 10%	0,12 kW a 3 kW 0,12 kW a 5,5 kW 0,37 kW a 11 kW		
Frecuencia de red	47 Hz a 63 Hz			
Frecuencia de salida	0 Hz a 650 Hz			
Factor de potencia	\geq 0,95			
Rendimiento del convertidor	96% a 97%			
Capacidad de sobrecarga	Corriente de sobrecarga 1,5 x la corriente de salida asignada (es decir, 150 % de la capacidad de sobrecarga) durante 60 s, tiempo de ciclo 300 s			
Corriente de precarga	no superior a la corriente de entrada asignada			
Método de control	Característica v/f lineal; característica v/f cuadrática; característica multipunto (característica v/f parametrizable); FCC (regulación corriente-flujo)			
Frecuencias de pulsación	16 kHz (estándar a 1/3 AC 230 V) 4 kHz (estándar a 3 AC 400 V) 2 kHz a 16 kHz (en escalones de 2 kHz)			
Frecuencias fijas	7, parametrizables			
Bandas de frecuencia inhibibles	4, parametrizables			
Resolución de consigna	0,01 Hz digital 0,01 Hz serial 10 bit analógica			
Entradas digitales	3 entradas digitales parametrizables, con aislamiento galvánico; seleccionable PNP/NPN			
Entrada analógica	1 para consigna o regulador PI (0 V a 10 V, escalable o utilizable como cuarta entrada digital)			
Salida a relé	1, parametrizable, DC 30 V/5 A (carga óhmica); AC 250 V/2 A (carga inductiva)			
Salida analógica	1, parametrizable (0 mA a 20 mA)			
Interfaces series	RS-485, opcional RS-232			
Longitudes de los cables de motor	sin bobina de salida máx. 50 m (con apantallamiento) con bobina de salida máx. 100 m (sin apantallamiento) (véanse los accesorios selectivos del convertidor)			
Compatibilidad electromagnética	Convertidor disponible con filtro CEM integrado clase A Como accesorios se pueden adquirir filtros CEM según EN 55 011, clase A o clase B			
Frenado	por inyección de corriente continua, combinado			
Grado de protección	IP20			
Temperatura de funcionamiento	-10 °C a +50 °C (+14 °F a +122 °F)			
Temp. de almacenamiento	-40 °C a +70 °C (-40 °F a +158 °F)			
Humedad relativa del aire	95 % (condensación no permitida)			
Altitud de instalación	hasta 1000 m sobre el nivel del mar sin reducción de potencia			
Funciones de protección para	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión mínima • Sobretensión • Sobrecarga • Defecto a tierra • Cortocircuito • Vuelco del motor • Bloqueo del motor • Sobretemperatura en motor • Sobretemperatura en convertidor • Bloqueo de parámetros 			
Conformidad con las normas	Ⓢ, Ⓢ, Ⓒ, c-tick			
Marcado Ⓒ	según la Directiva sobre baja tensión 73/23/CEE			
Caudal de aire de refrigeración necesario, pesos y dimensiones (sin accesorios)	Tamaño de caja (FS)	Caudal de aire de refrigeración necesario (l/s)/(CFM)	Al x An x Pr (mm)	peso, aprox. (kg)
	A	4,8/10,2	173 x 73 x 149	1,0
	B	24/51	202 x 149 x 172	3,3
	C	54,9/116,3	245 x 185 x 195	5,0

CFM: Cubic Feet per Minute

MICROMASTER 420

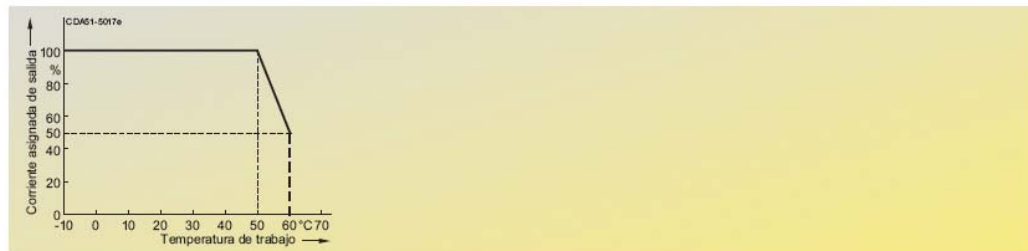
Datos técnicos

Datos de reducción de potencia (derating)

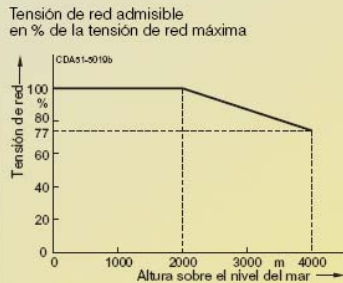
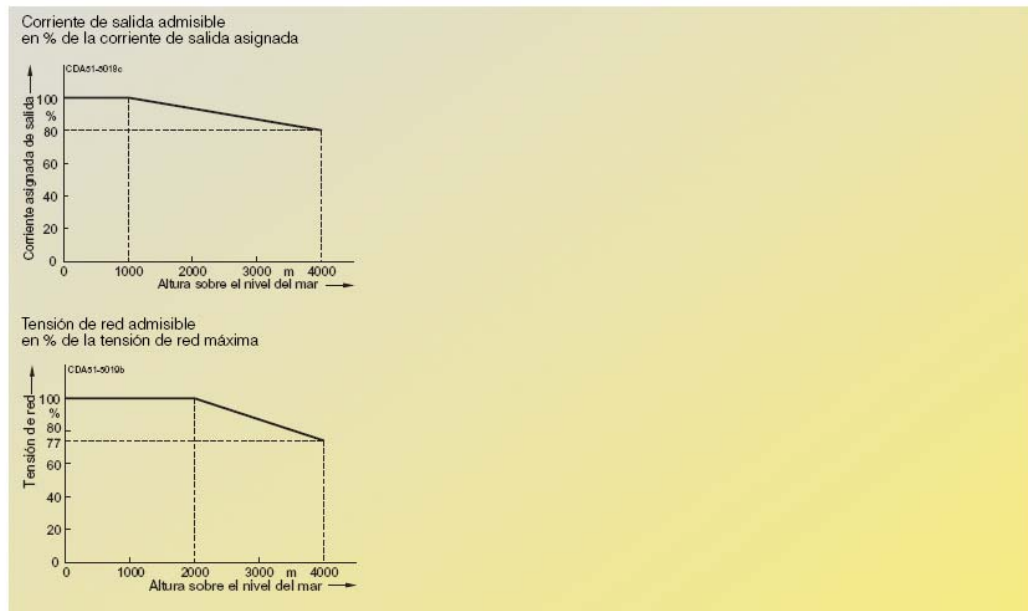
Frecuencias de pulsación

Potencia (para 3 AC 400 V) kW	Corriente de salida asignada en A para la frecuencia de pulsación de						
	4 kHz	6 kHz	8 kHz	10 kHz	12 kHz	14 kHz	16 kHz
0,37	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
0,55	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,1
0,75	2,1	2,1	2,1	2,1	1,6	1,6	1,1
1,1	3,0	3,0	2,7	2,7	1,6	1,6	1,1
1,5	4,0	4,0	2,7	2,7	1,6	1,6	1,1
2,2	5,9	5,9	5,1	5,1	3,6	3,6	2,6
3,0	7,7	7,7	5,1	5,1	3,6	3,6	2,6
4,0	10,2	10,2	6,7	6,7	4,8	4,8	3,6
5,5	13,2	13,2	13,2	13,2	9,6	9,6	7,5
7,5	19,0	18,4	13,2	13,2	9,6	9,6	7,5
11	26,0	26,0	17,9	17,9	13,5	13,5	10,4

Temperatura de servicio



Altitud de instalación sobre el nivel del mar



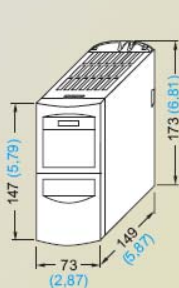
MICROMASTER 420

Dibujos dimensionales

Convertidores MICROMASTER 420

Tamaño constructivo	1/3 AC 200 V a 240 V	3 AC 380 V a 480 V
A	0,12 kW a 0,75 kW	0,37 kW a 1,5 kW
B	1,1 kW a 2,2 kW	2,2 kW a 4 kW
C	3 kW a 5,5 kW	5,5 kW a 11 kW

Nota:
 Los convertidores no deben montarse horizontalmente.
 Sin embargo, los convertidores pueden montarse sin necesidad de dejar espacio libre a los costados.



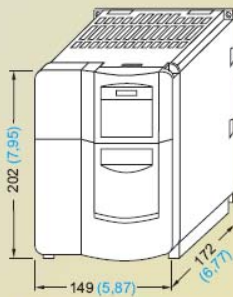
Convertidor tamaño A



Fijación con 2 tornillos M4, 2 tuercas M4, 2 arandelas M4 o abrochado en perfil
 Par de apriete con arandelas colocadas: 2,5 Nm
 Espacio libre necesario para ventilación, arriba y abajo: 100 mm



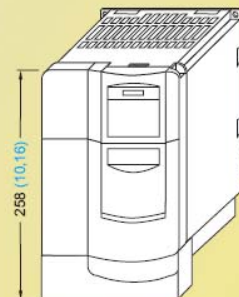
Convertidor tamaño A con placa de conexión de pantallas



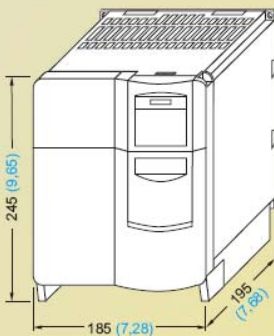
Convertidor tamaño B



Fijación con 4 tornillos M4, 4 tuercas M4, 4 arandelas M4
 Par de apriete con arandelas colocadas: 2,5 Nm
 Espacio libre necesario para ventilación, arriba y abajo: 100 mm



Convertidor tamaño B con placa de conexión de pantallas



Convertidor tamaño C



Fijación con 4 tornillos M5, 4 tuercas M5, 4 arandelas M5
 Par de apriete con arandelas colocadas: 3,0 Nm
 Espacio libre necesario para ventilación, arriba y abajo: 100 mm



Convertidor tamaño C con placa de conexión de pantallas

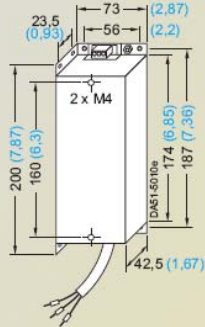
Con un módulo de comunicación, la profundidad de montaje aumenta en 23 mm, respectivamente (0,91 pulgadas).

Todas las dimensiones en mm (valores entre paréntesis en pulgadas)

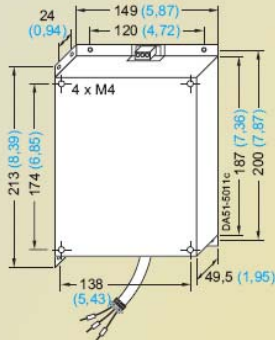
MICROMASTER 420

Dibujos dimensionales

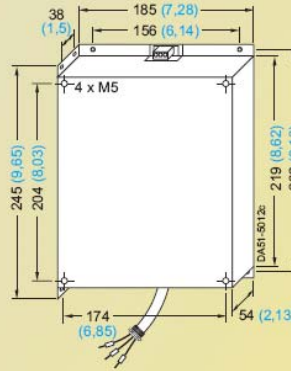
Filtros y bobinas



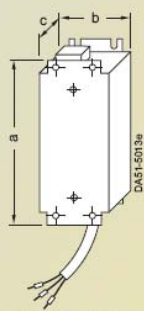
Filtro para tamaño A



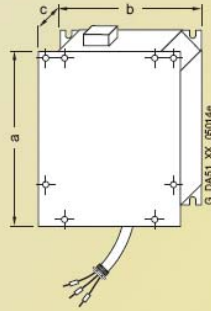
para tamaño B



para tamaño C

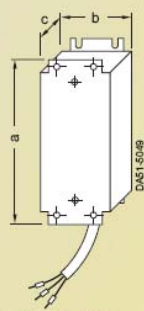


Bobina de conmutación de red para tamaño A

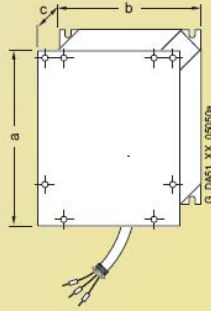


para los tamaños B y C

Bobina de conmutación de red para	Dimensiones			Peso (máx.) kg
	a	b	c	
Tamaño A	200 (7,87)	75,5 (2,97)	50 (1,97)	0,8
Tamaño B	213 (8,39)	150 (5,91)	50 (1,97)	1,3
Tamaño C	280 (11,02)	185 (7,28)	50 (1,97)	2,3



Bobina de salida para el tamaño A
6SE6400-3TC00-4AD2
6SE6400-3TC00-4AD3



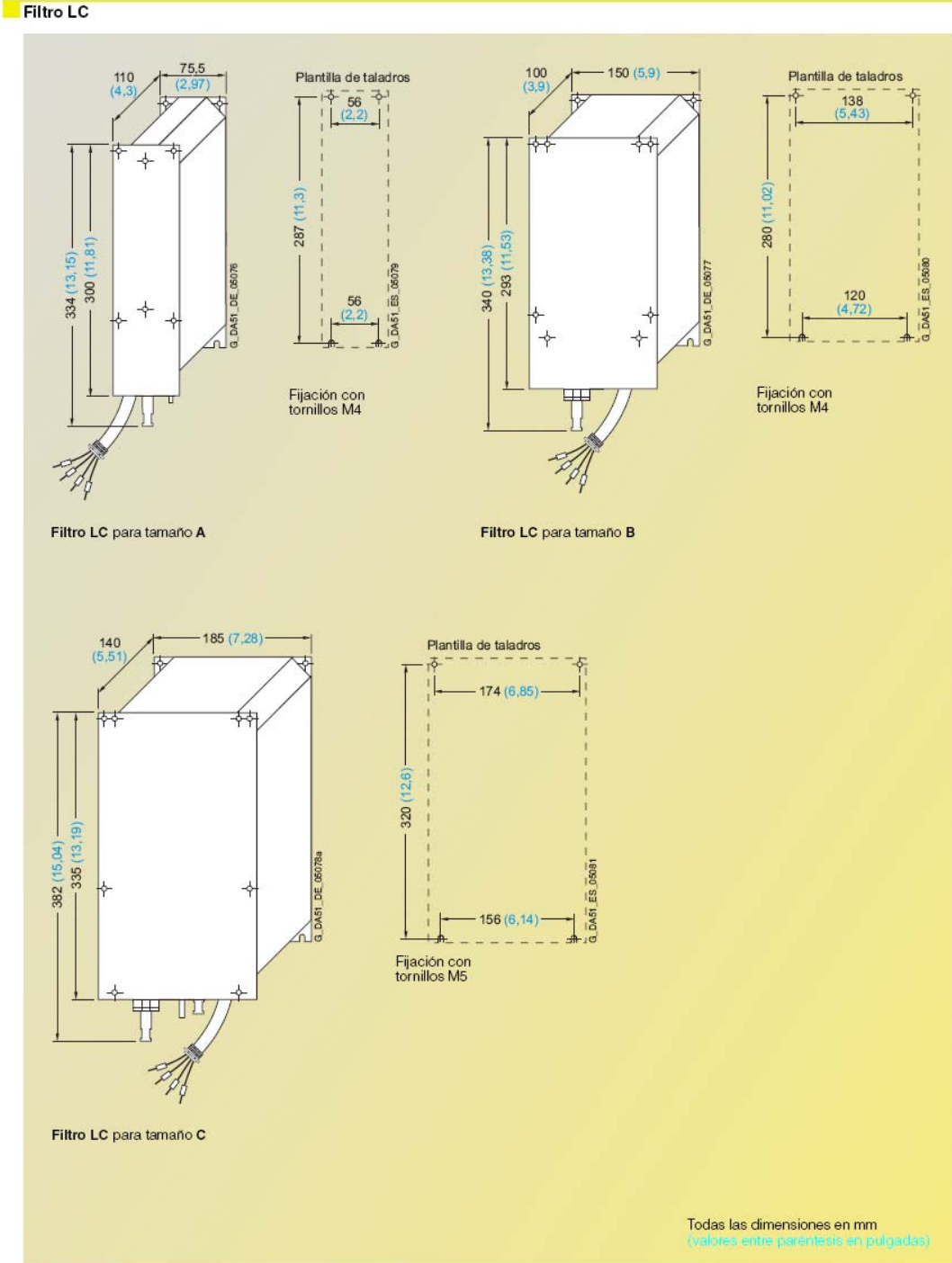
para los tamaños B y C
6SE6400-3TC01-0BD3
6SE6400-3TC03-2CD3

Bobina de salida tipo 6SE6400-	Dimensiones			Peso (máx.) kg
	a	b	c	
3TC00-4AD2	200 (7,87)	75,5 (2,97)	110 (4,33)	1,95
3TC00-4AD3	200 (7,87)	75,5 (2,97)	50 (1,97)	0,8
3TC01-0BD3	213 (8,39)	150 (5,91)	70 (2,76)	3,4
3TC03-2CD3	245 (9,65)	185 (7,28)	80 (3,15)	5,6

Todas las dimensiones en mm
(valores entre paréntesis en pulgadas)

MICROMASTER 420

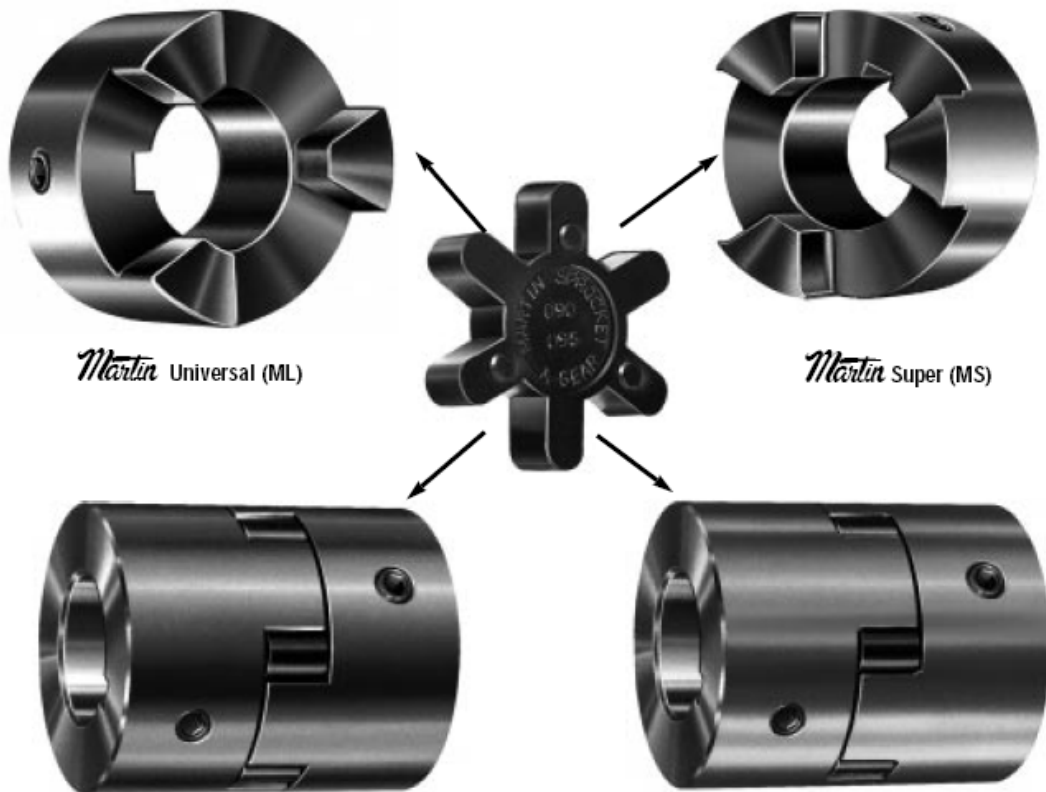
Dibujos dimensionales



Anexo E. CATÁLOGOS ACOPLES FLEXIBLES.

Flexible Jaw Couplings

Martin



Now *Martin* Offers Two Styles

The *Martin* Super — Higher Horsepower

The *Martin* Universal — Completely Interchangeable

- No Lubrication
- Easy Installation
- No Metal to Metal Contact
- Resistant to oil, dirt, sand, moisture, grease
- Easy inspection of load carrying Spider
- Flexibility of angular or parallel misalignment of shafts by Buna-N Spider member permits smooth "Power Transmission"

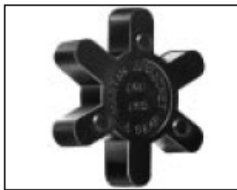
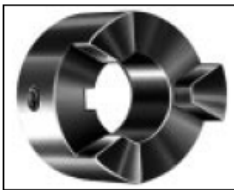


Stock Jaw Couplings

Jaw Coupling Selection Procedure

- A. Determine Service Factor by Matching Driven Unit with Prime Mover in Service Factor Guide.
- B. Multiply Service Factor by Driven Unit or Motor H.P. to Obtain Adjusted H.P.
- C. Select Flexible Coupling with Horsepower Capacity Equal to or Greater than Adjusted H.P.

Service Factor Guide	Driven Unit (Machinery)	Prime Mover		
		Electric Motor or Steam Turbine	Gasoline or Diesel Engine, 6 or More Cyl.	Gasoline or Diesel Engine, Less Than 6 Cyl.
	Light: Uniform or steady load never exceeding horsepower rating, infrequent starting. Agitators, Blowers, Conveyors, Evaporators, Fans, Generators, Centrifugal Pumps, Stokers	1.0	1.5	2.0
	Moderate: Heavy inertia, moderate shock, frequent starting; peak loads do not exceed 125 per cent average horsepower. Uneven load. Beaters, Rotary Pumps and Compressors, Cranes, Elevators, Mine and Propeller Fans, Generators, Pulp Grinders, Hoists, Kilns, Machine Tools, Mixers, Gear Pumps, Woodworking Machines	1.5	2.0	2.5
	Heavy: Heavy shock conditions or frequent reversing. Peak loads do not exceed 150 per cent average horsepower. Uneven load. Reciprocating Pumps and Compressors, Crushers, Freight and Passenger Elevators, Mills (Hammer, Ball, Rolling, Turf, Flour), Vibrating Screens, Winches, Wire Drawing Machines, Punches, Shears	2.0	2.5	3.0



Bore Tolerances:
 $\frac{1}{2} - 1 \frac{3}{4} + .001 - .000$
 $1 \frac{13}{16} - 2 \frac{3}{8} + .0015 - .0000$

Martin ML (Universal Series) — Torque and Horsepower Ratings

Catalog Number	Torque Rating Lb. — In.		Buna-N Horsepower Capacity at Various RPM					Max. Bore	(Each) Weight
	Buna-N	Hytrel*	100	300	1200	1800	3600		
ML035	3.5	—	.006	.02	.07	.10	.20	$\frac{3}{8}$	.07
ML050	31.5	94.5	.05	.15	.60	.9	1.8	$\frac{1}{2}$	.13
ML070	42	126	.07	.21	.84	1.2	2.5	$\frac{3}{4}$	.25
ML075	81	242	.13	.39	1.56	2.3	4.7	$\frac{7}{8}$	.44
ML090	140	420	.22	.66	2.64	4.0	7.9	1 $\frac{1}{8}$	.69
ML095	189	567	.30	.90	3.6	5.4	10.8	1 $\frac{1}{4}$	.84
ML099	290	870	.46	1.4	5.5	8.3	16.6	1 $\frac{1}{2}$	1.19
ML100	416	1248	.66	2.0	7.9	11.9	23.8	1 $\frac{3}{8}$	1.47
ML110	756	2268	1.2	3.6	14.4	21.6	43.2	1 $\frac{1}{2}$	3.20
ML150	1197	3591	1.9	5.7	22.8	34.2	68.4	1 $\frac{3}{4}$	4.50
ML190	1512	4536	2.4	7.2	28.8	43.2	86.4	2 $\frac{1}{8}$	8.25
ML225	2268	6804	3.6	10.8	43.2	64.8	129.6	2 $\frac{1}{2}$	12.00

NOTE: Above H.P. capacities are for Buna-N rubber spider and service factor of one. When Hytrel spider is used multiply capacities by three.

Martin MS (Super Series) — Torque and Horsepower Ratings

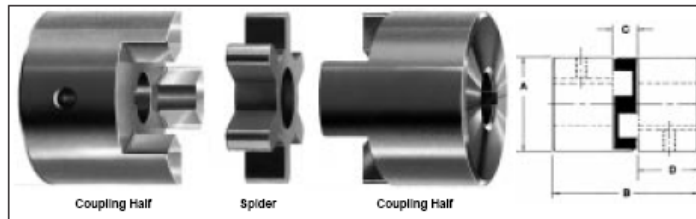
Catalog Number	Torque Rating Lb. — In.		Buna-N Horsepower Capacity at Various RPM					Max. Bore	(Each) Weight
	Buna-N	Hytrel*	100	300	1200	1800	3600		
MS050	37.3	112	.06	.18	.71	1.0	2.1	$\frac{3}{8}$	.13
MS070	59.4	178	.09	.28	1.1	1.7	3.4	$\frac{1}{2}$	.25
MS075	157	471	.25	.75	3.0	4.5	8.9	$\frac{3}{4}$	.44
MS090	241	723	.38	1.1	4.6	6.9	13.7	1 $\frac{1}{8}$	.69
MS095	241	723	.38	1.1	4.6	6.9	13.7	1 $\frac{1}{8}$	.64
MS099	512	1536	.81	2.4	9.7	14.6	29.2	1 $\frac{1}{4}$	1.19
MS100	512	1536	.81	2.4	9.7	14.6	29.2	1 $\frac{1}{4}$	1.47
MS110	1014	3042	1.6	4.8	19.3	28.9	57.8	1 $\frac{1}{2}$	3.20
MS150	1630	4890	2.6	7.7	31.0	46.5	93.0	1 $\frac{3}{4}$	4.50
MS190	2450	7350	3.9	11.8	46.8	69.9	139.7	2 $\frac{1}{8}$	8.25
MS225	2920	8760	4.6	13.9	55.5	83.2	166.5	2 $\frac{1}{2}$	12.00

NOTE: Above H.P. capacities are for Buna-N rubber spider and service factor of one. When Hytrel spider is used multiply capacities by three.

Misalignment Capacities: Angular up to 1°, Parallel up to .015 inches.

Hytrel is a registered trademark of E.I. DuPont & Co.

Stock Jaw Couplings



Dimensions

Catalog Number	Hub Dia. A	Overall Length B	Distance Betw. Flanges C	Length Thru Bore D	Bore		Weight Lbs.
					Min.	Max.	
ML035	3/8	1 1/4	1/2	3/8	3/8	3/8	.07
ML or MS050	1 1/8	1 3/4	3/4	1/2	1/2	1/2	.13
ML or MS070	1 1/2	2	1	3/4	3/4	3/4	.25
ML or MS075	1 3/4	2 1/4	1 1/4	1	1	1	.44
ML or MS090	2	2 3/4	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	.69
ML or MS095	2 1/8	2 3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	.84
ML or MS099	2 1/4	2 3/4	1 1/2	1 3/4	1 1/2	1 1/2	1.19
ML or MS100	2 3/8	3 1/4	1 3/4	1 3/4	1 1/2	1 1/2	1.47
ML or MS110	2 3/4	3 3/4	1 3/4	1 3/4	1 1/2	1 1/2	3.20
ML or MS150	3 1/2	4 1/4	1 3/4	1 3/4	1 1/2	1 1/2	4.50
ML or MS190	4 1/2	4 3/4	1 3/4	1 3/4	1 1/2	1 1/2	8.25
ML or MS225	5	5 1/4	1 3/4	2 1/4	1 1/2	1 1/2	12.00

Bore sizes are standard in 1/16" increments from minimum to maximum bore range and have keyway and set screw except as shown below:
 3/8 through 1/2 Bore — No KW — No SS
 #050 — 7/16 through 1/2 Bore — No KW — 1-SS
 #070, 075, 090, 095 — 7/16 and 1/2 Bore — No KW — 1-SS
 #099, 100, 110 — 1/2 Bore — No KW — No SS
 #150 — 3/4 Bore — No KW — No SS
 #190, 225 — 1/2 Bore — No KW — No SS
 NOTE: In each coupling size a min. plain bore is available that can be used to make special bores such as spline, hex, metric, or other shapes or sizes.

For Standard Keyway sizes see *Martin* Catalog, page E-138 and E-139.

Coupling Selection Chart for 60 Hz Nema Motor Frames Based on Buna-N (Rubber) Spider †

Shaft Diameter	Nema Frame	Coupling Size	Max. Horsepower Rating @ RPM					
			1140		1725		3450	
			MS	ML	MS	ML	MS	ML
3/8	42	050	1/2	1/2	1	3/4	2	1 1/2
1/2	48	050	3/4	3/4	1	3/4	2	1 1/2
3/4	56, 56 H	050	3/4	3/4	1	3/4	2	1 1/2
1	66	070	1	3/4	1 1/2	1	3	2
1	56HZ, 143T, 145T, 182, 184	075	2	1	3	2	7 1/2	3
		090	3	2	5	3	10	7 1/2
1 1/2	182T, 184T, 213, 215	095	3	3	5	5	10	10
		099	7 1/2	5	10	7 1/2	25	15
1 3/4	213T, 215T, 245U, 256U	100	7 1/2	7 1/2	10	10	25	20
1 3/4	254T, 266T, 248U, 286U	110	15	10	25	20	50	40
2	284T, 288T, 324U, 326U, 328TS	150	30	20	40	30	75	60
2 1/2	324T, 326T, 364U, 365U	190	40	25	60	40	125	75
2 3/4	364T, 365T, 225	50	40	75	60	150	100	

NOTE: Coupling Sizes are based on the rated torque, max. bore and a have a service factor of 1.0.

* When Using Hytrel or Bronze spider multiply above horsepower ratings by 3.

† When using Urethane spider multiply above horsepower ratings by 1.5.

Spiders — Buna-N (Rubber) and Hytrel

Catalog Number	Buna-N	Hytrel	Accommodates Coupling	Net Weight Lbs.	
				Buna-N	Hytrel
SRL035	SHL035		ML035	.009	.009
SRL050	SHL050		M 050 — MS 050	.013	.013
SRL070	SHL070		ML070 — MS 070	.017	.017
SRL075	SHL075		ML075 — MS 075	.03	.03
SRL090	SHL090		ML or MS090-095	.04	.04
SRL099	SHL099		ML or MS099-100	.07	.07
SRL110	SHL110		ML110 — MS110	.14	.14
SRL150	SHL150		M150 — MS150	.21	.21
SRL190	SHL190		ML190 — MS190	.27	.27
SRL225	SHL225		ML225 — MS225	.41	.41

Urethane spiders available. Please consult factory.

Spiders — Urethane† and Bronze*

Catalog Number	Urethane	Bronze*	Accommodates Coupling	Net Weight Lbs.	
				Urethane	Bronze
SUL035			ML 035	.009	
SUL050			ML050 — MS050	.013	
SUL070			ML070 — MS070	.017	
SUL075			ML075 — MS075	.03	
SUL090			ML or MS 090-095	.04	
SU 099			ML or MS 099-100	.07	
SUL110			ML110 — MS110	.14	
SUL150			ML150 — MS150	.21	
SUL190			ML190 — MS190	.27	
SUL225			ML225 — MS225	.41	

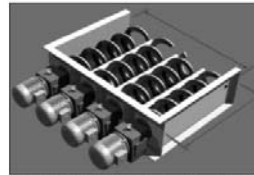
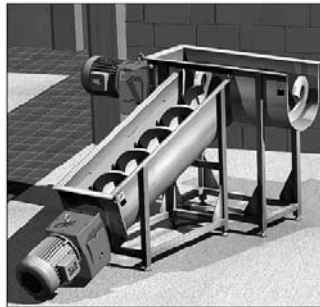
* Bronze spiders available as Made to Order.



Metric Bore Sizes Available
Consult Factory

ANEXO F. DISEÑO TORNILLOS DE TRANSPORTE.

Shaftless Screw
Technology



QUAD SCREW FEEDERS (above) and INCLINE SCREW FEEDERS (left) ARE JUST TWO OF THE MANY CONFIGURATIONS AVAILABLE. CALL FOR MORE INFORMATION CONCERNING YOUR UNIQUE APPLICATION.

*Conveyors shown without covers for illustration purposes. Please follow manufacturing safety guidelines when operating conveyors.

Made-To-Order Conveyor
Components and Accessories



BUCKET ELEVATOR HEAD SECTION WITH SPECIAL DRIVE MOUNTING AND INSPECTION FEATURES.

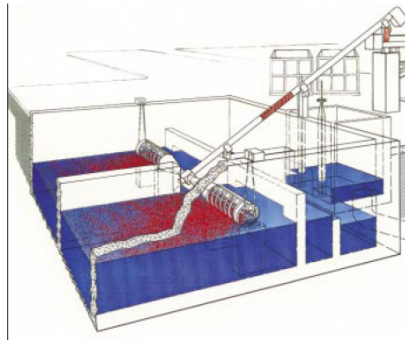


VERTICAL SCREW ELEVATORS

Martin offers a complete line of Material Handling Solutions for your conveying needs.



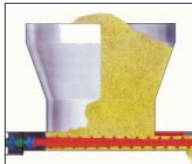
Vertical Screw Elevators



Screw Skimmers



Shaftless Screw Conveyors



Cone Screws



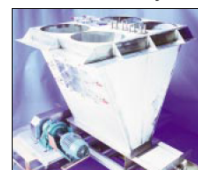
Food Grade Conveyors



Screw Conveyors



Plastic Screw Conveyors



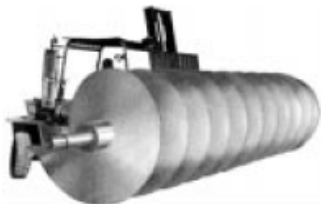
Screw Feeders



Made-To-Order Conveyors



Stainless Steel Rotor
After Shot Peening. Used in the Bleaching
Process in a Pulp & Paper Mill.



60 Inch Diameter Stainless Steel
Steaming Vessel Screw Used in
Handling Wood Chips.



Rotary Screen Separator
For Making Commercial Ice.



Special Offset Stainless Steel Hanger
Used in Handling Various Chemicals.



Elevator Buckets



USDA Approved Stainless Steel
Screw Conveyor for Handling
Hamburger Meat in a Food
Processing Plant.



Test Facility. an Added Customer Service.
This Area is Available to Check the Conveying
Characteristics of Customers' Materials.

SCREW CONVEYOR DESIGN PROCEDURE		
STEP 1	Establish Known Factors	<ol style="list-style-type: none"> 1. Type of material to be conveyed. 2. Maximum size of hard lumps. 3. Percentage of hard lumps by volume. 4. Capacity required, in cu.ft./hr. 5. Capacity required, in lbs./hr. 6. Distance material to be conveyed. 7. Any additional factors that may affect conveyor or operations.
STEP 2	Classify Material	Classify the material according to the system shown in Table 1-1. Or, if the material is included in Table 1-2, use the classification shown in Table 1-2.
STEP 3	Determine Design Capacity	Determine design capacity as described on pages H-15–H-17.
STEP 4	Determine Diameter and Speed	Using known capacity required in cu.ft./hr., material classification, and % trough loading (Table 1-2) determine diameter and speed from Table 1-6.
STEP 5	Check Minimum Screw Diameter for Lump Size Limitations	Using known screw diameter and percentage of hard lumps, check minimum screw diameter from Table 1-7.
STEP 6	Determine Type of Bearings	From Table 1-2, determine hanger bearing group for the material to be conveyed. Locate this bearing group in Table 1-11 for the type of bearing recommended.
STEP 7	Determine Horsepower	From Table 1-2, determine Horsepower Factor " F_m " for the material to be conveyed. Refer to Page H-22 and calculate horsepower by the formula method.
STEP 8	Check Torsional and/or Horsepower ratings of Conveyor Components	Using required horsepower from step 7 refer to page H-25 and H-26 to check capacities of conveyor pipe, shafts and coupling bolts.
STEP 9	Select Components	Select basic components from Tables 1-8, 1-9, and 1-10 in accordance with Component Group listed in Table 1-2 for the material to be conveyed. Select balance of components from the Components Section of catalogue.
STEP 10	Conveyor Layouts	Refer to page H-38 for typical layout details.

**Table 1-1
Material Classification Code Chart**



Major Class	Material Characteristics Included	Code Designation
Density	Bulk Density, Loose	Actual Lbs/PC
Size	Very Fine No. 200 Sieve (.0029") And Under No. 100 Sieve (.0059") And Under No. 40 Sieve (.016") And Under	A ₂₀₀ A ₁₀₀ A ₄₀
	Fine No. 6 Sieve (.132") And Under	B ₆
	Granular ½" And Under (6 Sieve to ½") 3" And Under (½ to 3") 7" And Under (3" to 7")	C _½ D ₃ D ₇
	Lumpy 16" And Under (0" to 16") Over 16" To Be Specified X=Actual Maximum Size	D ₁₆ D _X
	Irregular Stringy, Fibrous, Cylindrical, Slabs, Etc.	E
Flowability	Very Free Flowing	1
	Free Flowing	2
	Average Flowability	3
	Sluggish	4
Abrasiveness	Mildly Abrasive	5
	Moderately Abrasive	6
	Extremely Abrasive	7
Miscellaneous Properties Or Hazards	Builds Up and Hardens Generates Static Electricity Decomposes — Deteriorates in Storage Flammability Becomes Plastic or Tends to Soften Very Dusty Aerates and Becomes a Fluid Explosiveness Stickiness — Adhesion Contaminable, Affecting Use Degradable, Affecting Use Gives Off Harmful or Toxic Gas or Fumes Highly Corrosive Mildly Corrosive Hygroscopic Interlocks, Mats or Agglomerates Oils Present Packs Under Pressure Very Light and Fluffy — May Be Windswept Elevated Temperature	F G H J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

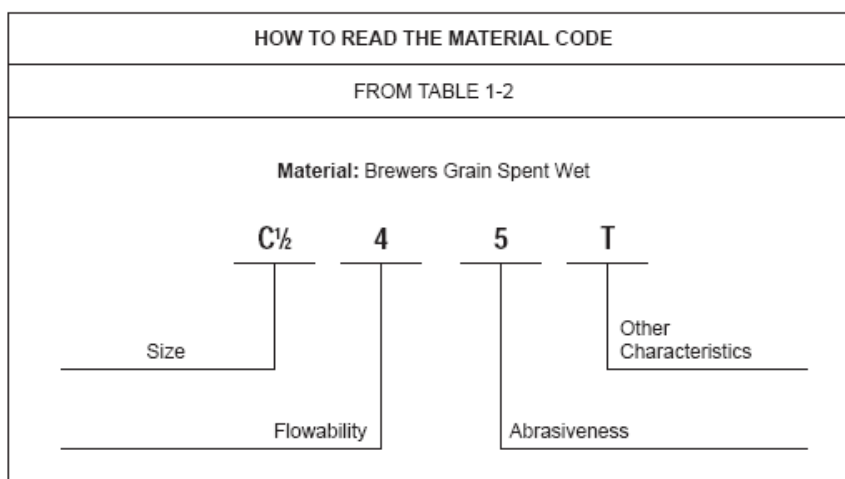
Material Characteristics

The material characteristics table lists the following Design Data for many materials.

- A. The weight per cubic foot data may be used to calculate the required capacity of the conveyor in either cubic feet per hour or pounds per hour.
- B. The material code for each material is as described in Table 1-1, and as interpreted below.
- C. The Intermediate Bearing Selection Code is used to properly select the intermediate hanger bearing from Table 1-11.
- D. The Component Series Code is used to determine the correct components to be used as shown on page H-20.
- E. The Material Factor F_m is used in determining horsepower as described on pages H-22 and H-23.
- F. The Trough Loading column indicates the proper percent of cross section loading to use in determining diameter and speed of the conveyor.

For screw conveyor design purposes, conveyed materials are classified in accordance with the code system in Table 1-1, and listed in Table 1-2.

Table 1-2 lists many materials that can be effectively conveyed by a screw conveyor. If a material is not listed in Table 1-2, it must be classified according to Table 1-1 or by referring to a listed material similar in weight, particle size and other characteristics.



**Table 1-2
Material Characteristics**



Material	Weight lbs. per cu. ft.	Material Code	Intermediate Bearing Selection	Component Series	Mat'l Factor F _n	Trough Loading
Charcoal, Lumps	18-28	D3-45Q	H	2	1.4	30A
Chocolate, Cake Pressed	40-45	D3-25	S	2	1.5	30A
Chrome Ore	125-140	D3-36	H	3	2.5	30B
Cinders, Blast Furnace	57	D3-36T	H	3	1.9	30B
Cinders, Coal	40	D3-36T	H	3	1.8	30B
Clay (See Bentonite, Diatomaceous Earth, Fuller's Earth, Kaolin & Marl)	—	—	—	—	—	—
Clay, Ceramic, Dry, Fines	60-80	A100-35P	L-S-B	1	1.5	30A
Clay, Calcined	80-100	B6-36	H	3	2.4	30B
Clay, Brick, Dry, Fines	100-120	C½-36	H	3	2.0	30B
Clay, Dry, Lumpy	60-75	D3-35	H	2	1.8	30A
Clinker, Cement (See Cement Clinker)	—	—	—	—	—	—
Clover Seed	45-48	B6-25N	L-S-B	1	.4	45
Coal, Anthracite (River & Culm)	55-61	B6-35TY	L-S	2	1.0	30A
Coal, Anthracite, Sized-½"	49-61	C½-25	L-S	2	1.0	45
Coal, Bituminous, Mined	40-60	D3-35LNXY	L-S	1	.9	30A
Coal, Bituminous, Mined, Sized	45-50	D3-35QV	L-S	1	1.0	30A
Coal, Bituminous, Mined, Slack	43-50	C½-45T	L-S	2	.9	30A
Coal, Lignite	37-45	D3-35T	H	2	1.0	30A
Cocoa Beans	30-45	C½-25Q	L-S	1	.5	45
Cocoa, Nibs	35	C½-25	H	2	.5	45
Cocoa, Powdered	30-35	A100-45XY	S	1	.9	30A
Cocoanut, Shredded	20-22	E-45	S	2	1.5	30A
Coffee, Chaff	20	B6-25MY	L-S	1	1.0	45
Coffee, Green Bean	25-32	C½-25PQ	L-S	1	.5	45
Coffee, Ground, Dry	25	A40-35P	L-S	1	.6	30A
Coffee, Ground, Wet	35-45	A40-45X	L-S	1	.6	30A
Coffee, Roasted Bean	20-30	C½-25PQ	S	1	.4	45
Coffee, Soluble	19	A40-35PUY	S	1	.4	45
Coke, Breeze	25-35	C½-37	H	3	1.2	15
Coke, Loose	23-35	D7-37	H	3	1.2	15
Coke, Petrol, Calcined	35-45	D7-37	H	3	1.3	15
Compost	30-50	D7-45TV	L-S	3	1.0	30A
Concrete, Pre-Mix Dry	85-120	C½-36U	H	3	3.0	30B
Copper Ore	120-150	DX-36	H	3	4.0	30B
Copper Ore, Crushed	100-150	D3-36	H	3	4.0	30B
Copper Sulphate, (Bluestone)	75-95	C½-35S	L-S	2	1.0	30A
Copperas (See Ferrous Sulphate)	—	—	—	—	—	—
Copra, Cake Ground	40-45	B6-45HW	L-S-B	1	.7	30A
Copra, Cake, Lumpy	25-30	D3-35HW	L-S-B	2	.8	30A
Copra, Lumpy	22	E-35HW	L-S-B	2	1.0	30A
Copra, Meal	40-45	B6-35HW	H	2	.7	30A
Cork, Fine Ground	5-15	B6-35JNY	L-S-B	1	.5	30A
Cork, Granulated	12-15	C½-35JY	L-S-B	1	.5	30A
Corn, Cracked	40-50	B6-25P	L-S-B	1	.7	45
Corn Cobs, Ground	17	C½-25Y	L-S-B	1	.6	45
Corn Cobs, Whole*	12-15	E-35	L-S	2		30A
Corn Ear*	56	E-35	L-S	2		30A
Corn Germ	21	B6-35PY	L-S-B	1	.4	30A
Corn Grits	40-45	B6-35P	L-S-B	1	.5	30A
Corrmeal	32-40	B6-35P	L-S	1	.5	30A
Corn Oil, Cake	25	D7-45HW	L-S	1	.6	30A
Corn Seed	45	C½-25PQ	L-S-B	1	.4	45
Corn Shelled	45	C½-25	L-S-B	1	.4	45
Corn Sugar	30-35	B6-35PU	S	1	1.0	30A
Cottonseed, Cake, Crushed	40-45	C½-45HW	L-S	1	1.0	30A



Selection of Conveyor Size and Speed

In order to determine the size and speed of a screw conveyor, it is necessary first to establish the material code number. It will be seen from what follows that this code number controls the cross-sectional loading that should be used. The various cross-sectional loadings shown in the Capacity Table (Table 1-6) are for use with the standard screw conveyor components indicated in the Component Group Selection Guide on page H-20 and are for use where the conveying operation is controlled with volumetric feeders and where the material is uniformly fed into the conveyor housing and discharged from it. Check lump size limitations before choosing conveyor diameter. See Table 1-7.

Capacity Table

The capacity table, (Table 1-6), gives the capacities in cubic feet per hour at one revolution per minute for various size screw conveyors for four cross-sectional loadings. Also shown are capacities in cubic feet per hour at the maximum recommended revolutions per minute.

The capacity values given in the table will be found satisfactory for most all applications. Where the capacity of a screw conveyor is very critical, especially when handling a material not listed in Table 1-2, it is best to consult our Engineering Department.

The maximum capacity of any size screw conveyor for a wide range of materials, and various conditions of loading, may be obtained from Table 1-6 by noting the values of cubic feet per hour at maximum recommended speed.

Conveyor Speed

For screw conveyors with screws having standard pitch helical flights the conveyor speed may be calculated by the formula:

$$N = \frac{\text{Required capacity, cubic feet per hour}}{\text{Cubic feet per hour at 1 revolution per minute}}$$
$$N = \text{revolutions per minute of screw, (but not greater than the maximum recommended speed.)}$$

For the calculation of conveyor speeds where special types of screws are used, such as short pitch screws, cut flights, cut and folded flights and ribbon flights, an equivalent required capacity must be used, based on factors in the Tables 1-3, 4, 5.

Factor CF_1 relates to the pitch of the screw. Factor CF_2 relates to the type of the flight. Factor CF_3 relates to the use of mixing paddles within the flight pitches.

The equivalent capacity then is found by multiplying the required capacity by the capacity factors. See Tables 1-3, 4, 5 for capacity factors.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Equiv. Capacity} \\ \text{Cubic Feet Per Hour} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Required Capacity} \\ \text{Cubic Feet Per Hour} \end{array} \right) (CF_1) (CF_2) (CF_3)$$

Capacity Factors



Table 1-3

Special Conveyor Pitch Capacity Factor CF_1		
Pitch	Description	CF_1
Standard	Pitch = Diameter of Screw	1.00
Short	Pitch = $\frac{1}{2}$ Diameter of Screw	1.50
Half	Pitch = $\frac{1}{3}$ Diameter of Screw	2.00
Long	Pitch = $1\frac{1}{2}$ Diameter of Screw	0.67

Table 1-4

Special Conveyor Flight Capacity Factor CF_2			
Type of Flight	Conveyor Loading		
	15%	30%	45%
Cut Flight	1.96	1.67	1.43
Cut & Folded Flight	N.R.*	3.75	2.64
Ribbon Flight	1.04	1.37	1.62

*Not recommended

*If none of the above flight modifications are used: $CF_2 = 1.0$

Table 1-5

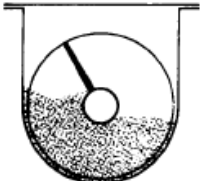
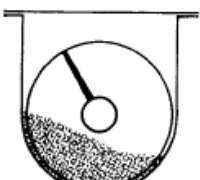
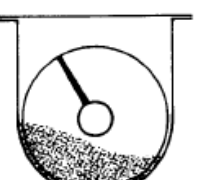
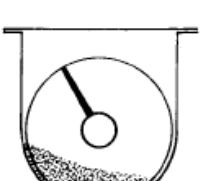
Special Conveyor Mixing Paddle Capacity CF_3					
Standard Paddles at 45° Reverse Pitch	Paddles Per Pitch				
	None	1	2	3	4
Factor CF_3	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32



Capacity Table Horizontal Screw Conveyors

(Consult Factory for Inclined Conveyors)

Table 1-6

	Trough Loading	Screw Dia. Inch	Capacity Cubic Feet Per Hour (Full Pitch)		Max. RPM
			At One RPM	At Max RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.20	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
30	323.00	29070	90		
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
30	216.00	12960	60		
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	5.45	300	55
		10	7.80	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.20	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.80	2500	40
		24	109.00	4360	40
30	216.00	7560	35		
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.80	210	55
		12	6.40	325	50
		14	10.40	520	50
		16	15.60	700	45
		18	22.50	1010	45
		20	31.20	1250	40
		24	54.60	2180	40
30	108.00	3780	35		

Lump Size Limitations



The size of a screw conveyor not only depends on the capacity required, but also on the size and proportion of lumps in the material to be handled. The size of a lump is the maximum dimension it has. If a lump has one dimension much longer than its transverse cross-section, the long dimension or length would determine the lump size.

The character of the lump also is involved. Some materials have hard lumps that won't break up in transit through a screw conveyor. In that case, provision must be made to handle these lumps. Other materials may have lumps that are fairly hard, but degradable in transit through the screw conveyor, thus reducing the lump size to be handled. Still other materials have lumps that are easily broken in a screw conveyor and lumps of these materials impose no limitations.

Three classes of lump sizes are shown in TABLE 1-7 and as follows

Class 1

A mixture of lumps and fines in which not more than 10% are lumps ranging from maximum size to one half of the maximum; and 90% are lumps smaller than one half of the maximum size.

Class 2

A mixture of lumps and fines in which not more than 25% are lumps ranging from the maximum size to one half of the maximum; and 75% are lumps smaller than one half of the maximum size.

Class 3

A mixture of lumps only in which 95% or more are lumps ranging from maximum size to one half of the maximum size; and 5% or less are lumps less than one tenth of the maximum size.

Table 1-7

Maximum Lump Size Table					
Screw Diameter Inches	Pipe *O.D. Inches	Radial Clearance Inches Δ	Class I 10% Lumps Max. Lump, Inch	Class II 25% Lumps Max. Lump, Inch	Class III 95% Lumps Max. Lump, Inch
6	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
9	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
9	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
12	2 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
12	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
12	4	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$	2	1
14	3 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$
14	4	5 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$
16	4	6 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$
16	4 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$
18	4	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	3	1 $\frac{3}{4}$
18	4 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{4}$	3	1 $\frac{3}{4}$
20	4	8 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	2
20	4 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	2
24	4 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$	6	3 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$
30	4 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	8	5	3

*For special pipe sizes, consult factory.

Δ Radial clearance is the distance between the bottom of the trough and the bottom of the conveyor pipe.

Component Selection



Table 1-8

Component Group 1					
Screw Diameter Inches	Coupling Diameter Inches	Screw Number		Thickness, U.S. Standard Gauge or Inches	
		Helicoid Flights	Sectional Flights	Trough	Cover
6	1½	6H304	6S307	16 Ga.	16 Ga.
9	1½	9H306	9S307	14 Ga.	14 Ga.
9	2	9H406	9S409	14 Ga.	14 Ga.
12	2	12H408	12S409	12 Ga.	14 Ga.
12	2¾	12H508	12S509	12 Ga.	14 Ga.
14	2¾	14H508	14S509	12 Ga.	14 Ga.
16	3	16H610	16S612	12 Ga.	14 Ga.
18	3	—	18S612	10 Ga.	12 Ga.
20	3	—	20S612	10 Ga.	12 Ga.
24	3¾	—	24S712	10 Ga.	12 Ga.
30	3¾	—	30S712	10 Ga.	12 Ga.

Table 1-9

Component Group 2					
Screw Dia. Inches	Coupling Dia. Inches	Screw Number		Thickness, U.S. Standard Gauge or Inches	
		Helicoid Flights	Sectional Flights	Trough	Cover
6	1½	6H308	6S309	14 Cal.	16 Cal.
9	1½	9H312	9S309	10 Ga.	14 Ga.
9	2	9H412	9S412	10 Ga.	14 Ga.
12	2	12H412	12S412	¾ Pulg.	14 Ga.
12	2¾	12H512	12S512	¾ Pulg.	14 Ga.
12	3	12H614	12S618	¾ Pulg.	14 Ga.
14	2¾	—	14S512	¾ Pulg.	14 Ga.
14	3	14H614	14S618	¾ In.	14 Ga.
16	3	16H614	16S618	¾ Pulg.	14 Ga.
18	3	—	18S618	¾ In.	12 Ga.
20	3	—	20S618	¾ In.	12 Ga.
24	3¾	—	24S718	¾ In.	12 Ga.
30	3¾	—	30S718	¾ In.	12 Ga.

Table 1-10

Component Group 3					
Screw Diameter Inches	Coupling Diameter Inches	Screw Number		Thickness, U.S. Standard Gauge or Inches	
		Helicoid Flights	Sectional Flights	Trough	Cover
6	1½	6H312	6S312	10 Ga.	16 Ga.
9	1½	9H312	9S312	¾ In.	14 Ga.
9	2	9H414	9S416	¾ In.	14 Ga.
12	2	12H412	12S412	¼ In.	14 Ga.
12	2¾	12H512	12S512	¼ In.	14 Ga.
12	3	12H614	12S618	¼ In.	14 Ga.
14	3	—	14S624	¼ In.	14 Ga.
16	3	—	16S624	¼ In.	14 Ga.
18	3	—	18S624	¼ In.	12 Ga.
20	3	—	20S624	¼ In.	12 Ga.
24	3¾	—	24S724	¼ In.	12 Ga.
30	3¾	—	30S724	¼ In.	12 Ga.



Bearing Selection

The selection of bearing material for intermediate hangers is based on experience together with a knowledge of the characteristics of the material to be conveyed. By referring to the material characteristic tables, page 6 thru 14 the intermediate hanger bearing selection can be made by viewing the Bearing Selection column. The bearing selection will be made from one of the following types: B, L, S, H. The various bearing types available in the above categories can be selected from the following table.

Table 1-11

Hanger Bearing Selection				
Bearing Component Groups	Bearing Types	Recommended Coupling Shaft Material Δ	Max. Recommended Operating Temperature	F_b
B	Ball	Standard	225° 270°	1.0
L	Bronze	Standard	300°F	
S	<i>Martin</i> Bronze*	Standard	850°F	2.0
	Graphite Bronze	Standard	500°F	
	Oil Impreg. Bronze	Standard	200°F	
	Oil Impreg. Wood	Standard	160°F	
	Nylatron	Standard	250°F	
	Nylon	Standard	180°F	
	Teflon	Standard	250°F	
	UHMW	Standard	225°F	
Melamine (MCB)	Standard	250°F		
H	<i>Martin</i> Hard Iron*	Hardened	500°F	3.4
	Hard Iron	Hardened	500°F	4.4
	Hard Surfaced	Hardened or Special	500°F	
	Stellite	Special	500°F	

*Sintered Metal. Self-lubricating.

Δ OTHER TYPES OF COUPLING SHAFT MATERIALS

Various alloys, stainless steel, and other types of shafting can be furnished as required.

Horsepower Requirements



Horizontal Screw Conveyors

*Consult Factory for Inclined Conveyors or Screw Feeders

The horsepower required to operate a horizontal screw conveyor is based on proper installation, uniform and regular feed rate to the conveyor and other design criteria as determined in this book.

The horsepower requirement is the total of the horsepower to overcome friction (HP_f) and the horsepower to transport the material at the specified rate (HP_m) multiplied by the overload factor F_o and divided by the total drive efficiency e , or:

$$HP_f = \frac{LN F_d f_b}{1,000,000} = \text{(Horsepower to run an empty conveyor)}$$

$$HP_m = \frac{CLW F_f F_m F_p}{1,000,000} = \text{(Horsepower to move the material)}$$

$$\text{Total HP} = \frac{(HP_f + HP_m) F_o}{e}$$

The following factors determine the horsepower requirement of a screw conveyor operating under the foregoing conditions.

- L = Total length of conveyor, feet
- N = Operating speed, RPM (revolutions per minute)
- F_d = Conveyor diameter factor (See Table 1-12)
- f_b = Hanger bearing factor (See Table 1-13)
- C = Capacity in cubic feet per hour
- W = Weight of material, lbs. per cubic foot
- F_f = Flight factor (See Table 1-14)
- F_m = Material factor (See Table 1-2)
- F_p = Paddle factor, when required. (See Table 1-15)
- F_o = Overload factor (See Table 1-16)
- e = Drive efficiency (See Table 1-17)

Table 1-12

Conveyor Diameter Factor, F_d			
Screw Diameter Inches	Factor F_d	Screw Diameter Inches	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
8	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300

Table 1-13

Hanger Bearing Factor F_b		
Bearing Type		Hanger Bearing Factor F_b
B	Ball	1.0
L	<i>Martin</i> Bronze	2.0
S	*Graphite Bronze *Melamine *Oil Impreg. Bronze *Oil Impreg. Wood *Nylatron *Nylon *Teflon *UHMW	2.0
	<i>Martin</i> Hard Iron	3.4
H	*Hard Surfaced *Stellite	4.4

*Non lubricated bearings, or bearings not additionally lubricated.



Horsepower Factor Tables

Table 1-14
Flight Factor, F_f

Flight Type	F_f Factor for Percent Conveyor Loading			
	15%	30%	45%	95%
Standard	1.0	1.0	1.0	1.0
Cut Flight	1.10	1.15	1.20	1.3
Cut & Folded Flight	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Ribbon Flight	1.05	1.14	1.20	—

*Not Recommended

Table 1-15

Paddle Factor F_p					
Standard Paddles per Pitch, Paddles Set at 45° Reverse Pitch					
Number of Paddles per Pitch	0	1	2	3	4
Paddle Factor — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Table 1-16

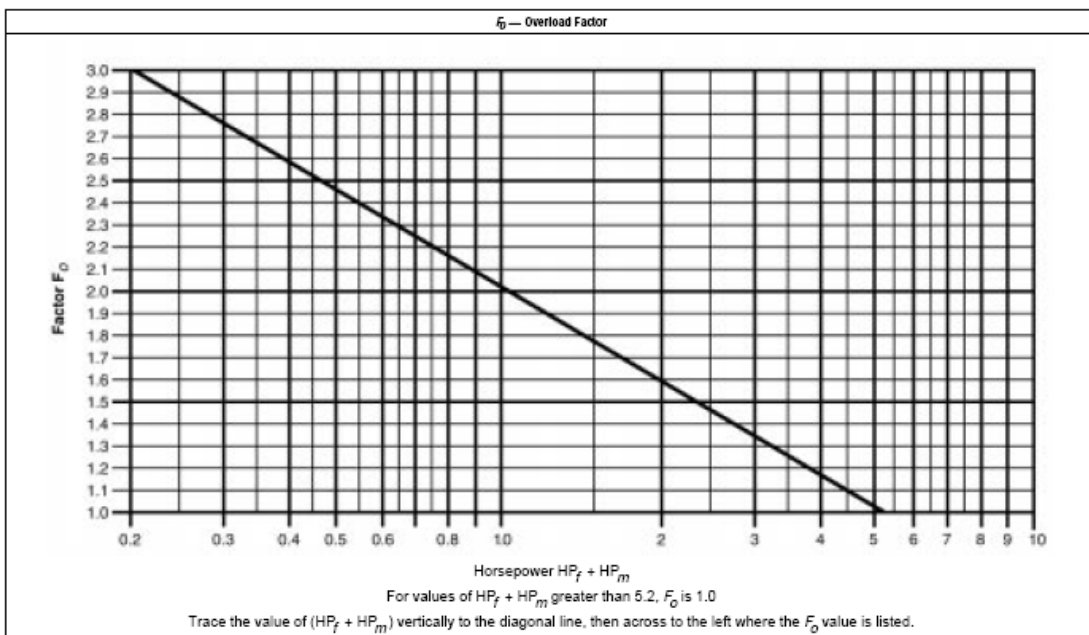


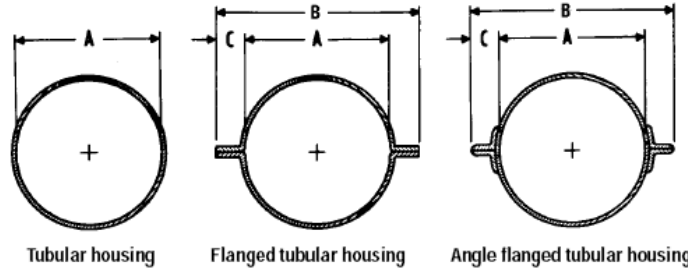
Table 1-17

e Drive Efficiency Factor				
Screw Drive or Shaft Mount w/ V-Belt Drive	V-Belt to Helical Gear and Coupling	Gearmotor w/ Coupling	Gearmotor w/ Chain Drive	Worm Gear
.88	.87	.95	.87	Consult Manufacturer



Tubular Housing

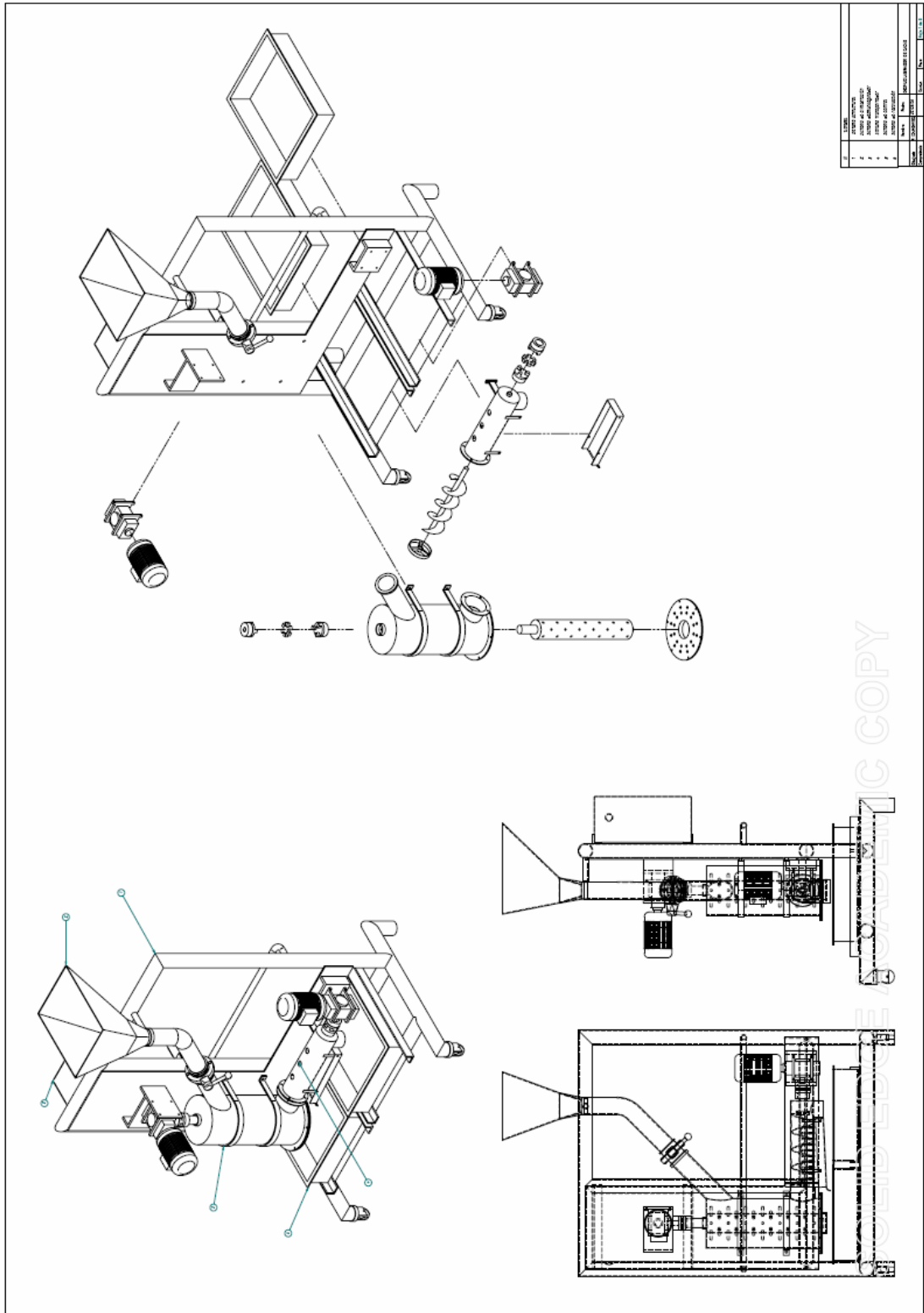
Tubular conveyor housings are inherently dust and weather-tight, and may be loaded to a full cross section. Conveyors with tubular housings are rigid and are highly suitable for conveying material on an incline. Three types shown are available.

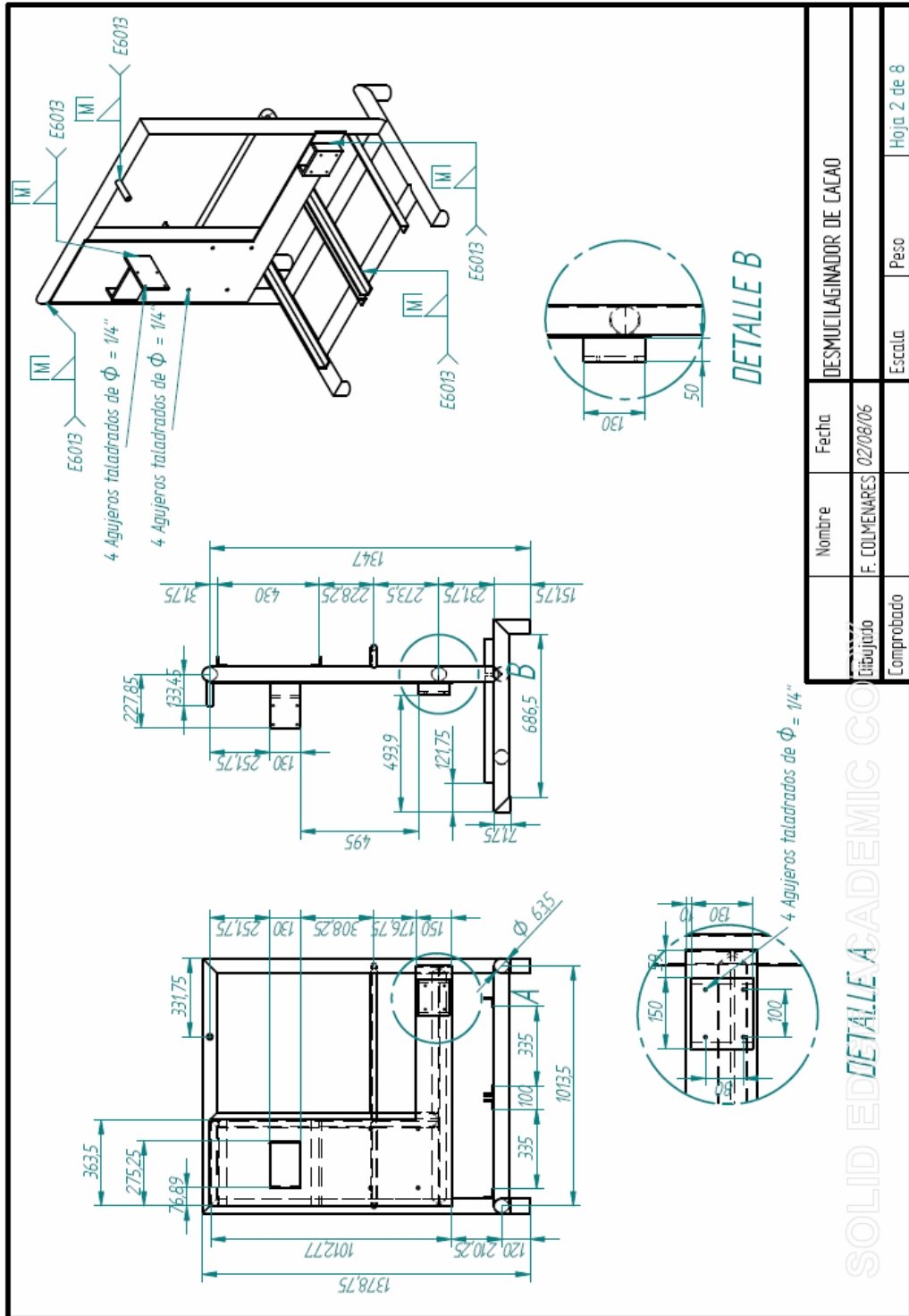


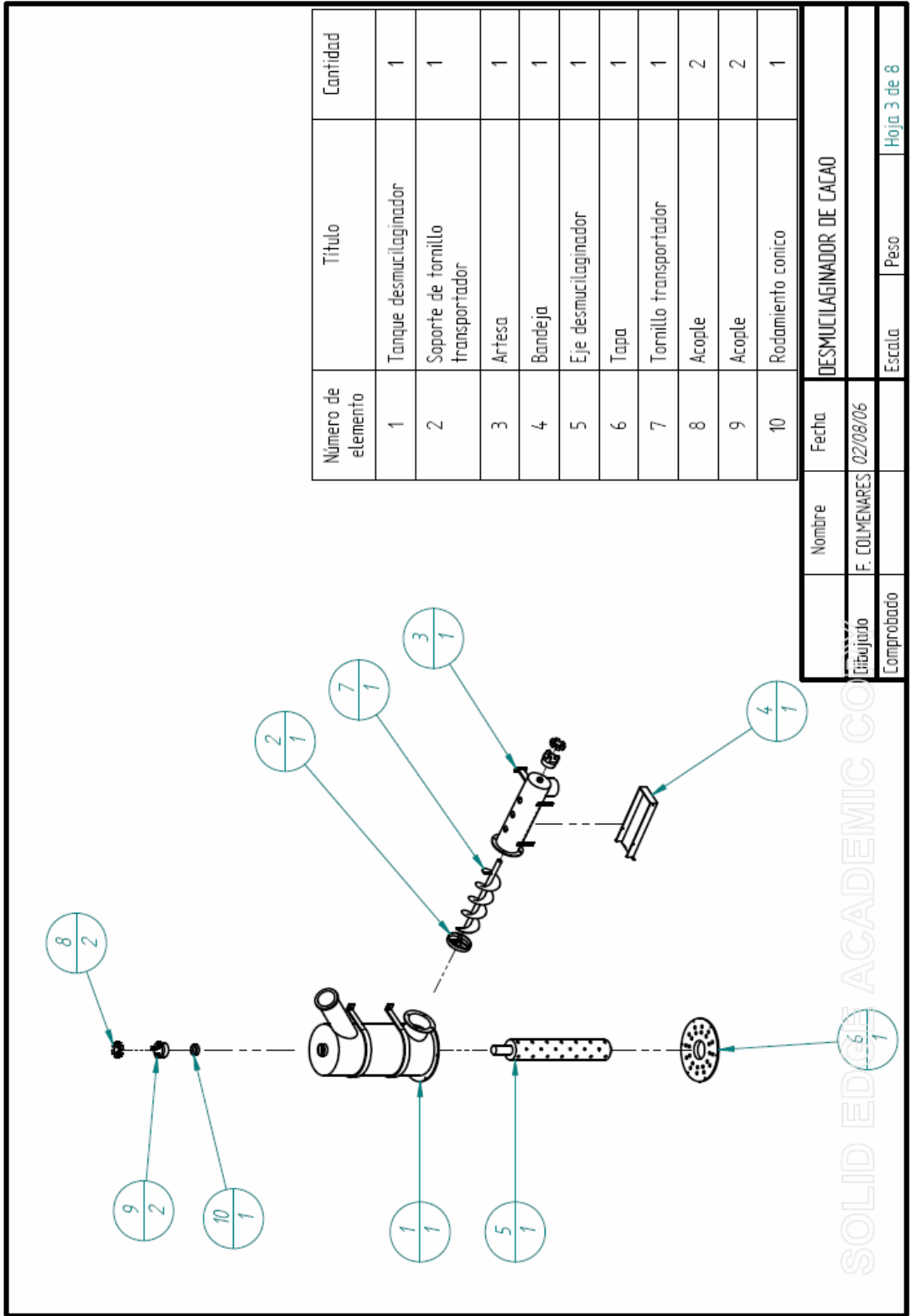
Conveyor Diameter	Trough Thickness	Tubular Housing				Formed Flange		Angle Flange		A	B	C
		Part Number	Weight		Part Number	Weight 10'	Part Number	Weight 10'				
			10' Length	5' Length								
4	□ 16 GA.	4CHT16			4CHT16-F	43	4CHT16-A	81	5	7 7/16	1	
4	14	4CHT14			4CHT14-F	53	4CHT14-A	89				
4	12	4CHT12	60	31	4CHT12-F	74	4CHT12-A	106				
6	□ 16 GA.	6CHT16	50	27	6CHT16-F	60	6CHT16-A	110	7	9 9/16	1 1/4	
6	14	6CHT14	62	33	6CHT14-F	75	6CHT14-A	122				
6	12	6CHT12	85	44	6CHT12-F	103	6CHT12-A	145				
6	10	6CHT10	109	56	6CHT10-F	133	6CHT10-A	187				
6	3/8	6CHT7	145	74	6CHT7-F	168	6CHT7-A	205				
9	16 GA.	9CHT16	72	39	9CHT16-F	84	9CHT16-A	131	10	12 1/8	1 1/4	
9	□ 14	9CHT14	89	47	9CHT14-F	104	9CHT14-A	148				
9	12	9CHT12	122	64	9CHT12-F	143	9CHT12-A	181				
9	10	9CHT10	155	80	9CHT10-F	182	9CHT10-A	214				
9	3/8	9CHT7	208	107	9CHT7-F	245	9CHT7-A	267				
9	1/4	9CHT3	275	140	9CHT3-F	324	9CHT3-A	334				
10	16 GA.	10CHT16	79	42	10CHT16-F	91	10CHT16-A	138	11	13 3/8	1 1/4	
10	□ 14	10CHT14	97	52	10CHT14-F	112	10CHT14-A	156				
10	12	10CHT12	133	70	10CHT12-F	154	10CHT12-A	192				
10	10	10CHT10	169	88	10CHT10-F	196	10CHT10-A	228				
10	3/8	10CHT7	227	117	10CHT7-F	264	10CHT7-A	286				
10	1/4	10CHT3	301	154	10CHT3-F	350	10CHT3-A	360				
12	□ 12 GA.	12CHT12	163	88	12CHT12-F	193	12CHT12-A	235	13	16 1/4	1 1/2	
12	10	12CHT10	208	111	12CHT10-F	247	12CHT10-A	280				
12	3/8	12CHT7	275	144	12CHT7-F	328	12CHT7-A	347				
12	1/4	12CHT3	362	188	12CHT3-F	432	12CHT3-A	434				
14	□ 12 GA.	14CHT12	187	101	14CHT12-F	217	14CHT12-A	259	15	18 1/4	1 1/2	
14	10	14CHT10	236	126	14CHT10-F	275	14CHT10-A	308				
14	3/8	14CHT7	316	166	14CHT7-F	369	14CHT7-A	388				
14	1/4	14CHT3	416	216	14CHT3-F	486	14CHT3-A	488				
16	□ 12 GA.	16CHT12	212	114	16CHT12-F	242	16CHT12-A	310	17	21 1/4	2	
16	10	16CHT10	268	142	16CHT10-F	307	16CHT10-A	366				
16	3/8	16CHT7	358	187	16CHT7-F	411	16CHT7-A	456				
16	1/4	16CHT3	472	244	16CHT3-F	542	16CHT3-A	570				
18	□ 12 GA.	18CHT12	242	133	18CHT12-F	280	18CHT12-A	340	19	23 3/8	2	
18	10	18CHT10	304	164	18CHT10-F	352	18CHT10-A	402				
18	3/8	18CHT7	405	214	18CHT7-F	471	18CHT7-A	503				
18	1/4	18CHT3	533	278	18CHT3-F	621	18CHT3-A	631				
20	□ 10 GA.	20CHT10	335	188	20CHT10-F	381	20CHT10-A	433	21	25 5/8	2	
20	3/8	20CHT7	446	237	20CHT7-F	510	20CHT7-A	544				
20	1/4	20CHT3	586	307	20CHT3-F	671	20CHT3-A	684				
24	□ 10 GA.	24CHT10	399	215	24CHT10-F	445	24CHT10-A	497	25	29 5/8	2	
24	3/8	24CHT7	531	281	24CHT7-F	594	24CHT7-A	629				
24	1/4	24CHT3	699	365	24CHT3-F	784	24CHT3-A	797				

□ Standard Gauge
For Bolt Patterns See Page H-41

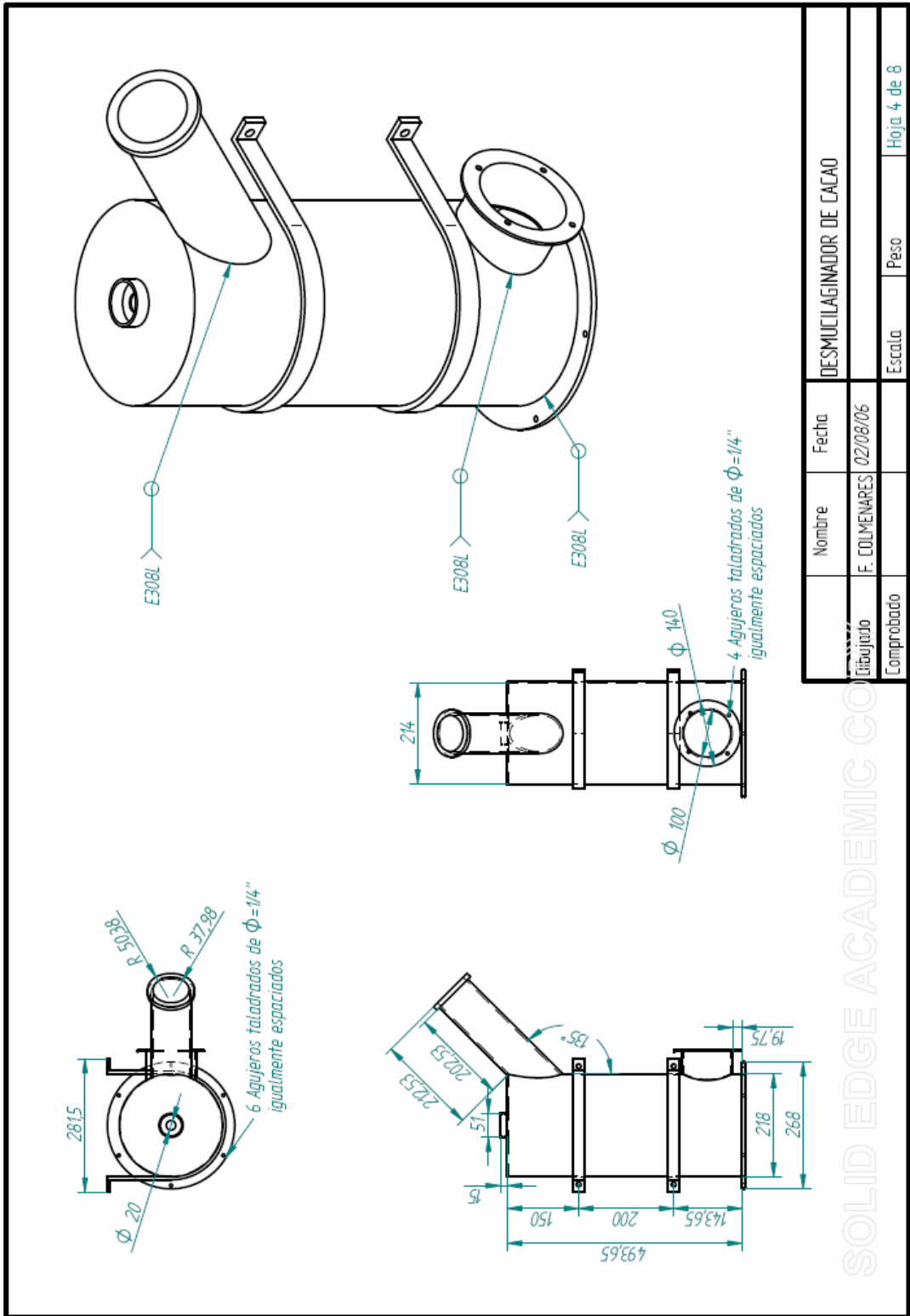
ANEXO G. PLANOS

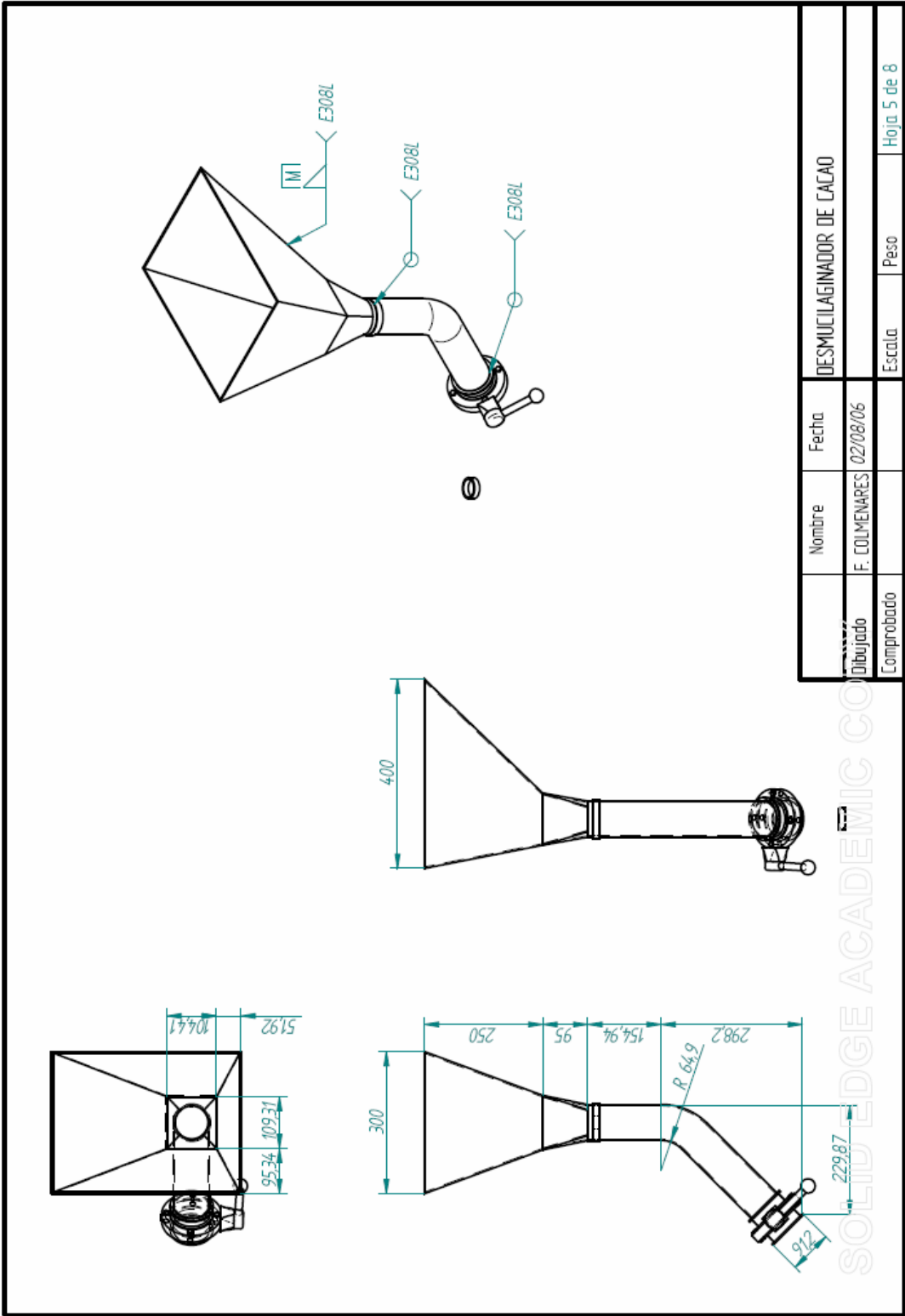


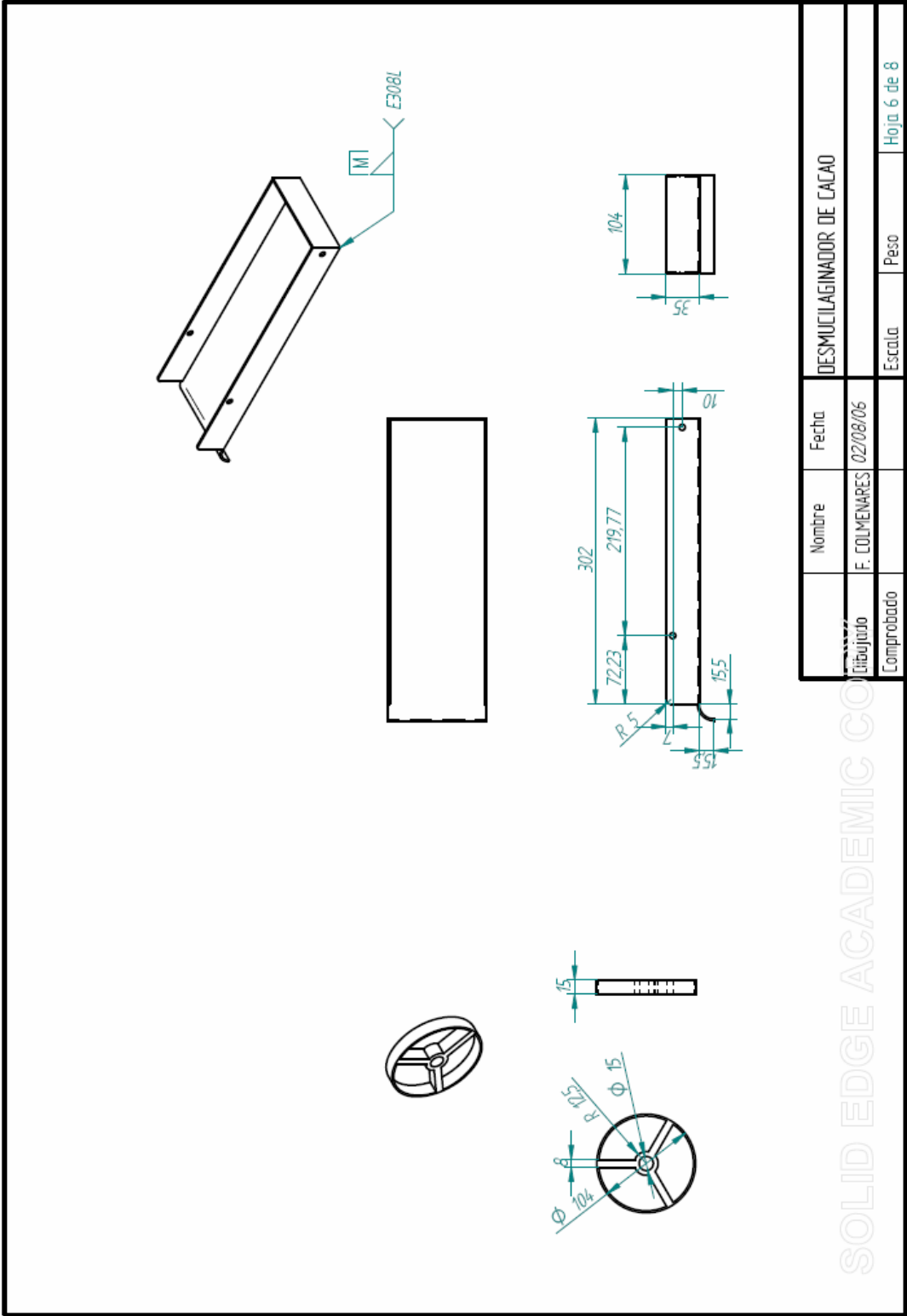


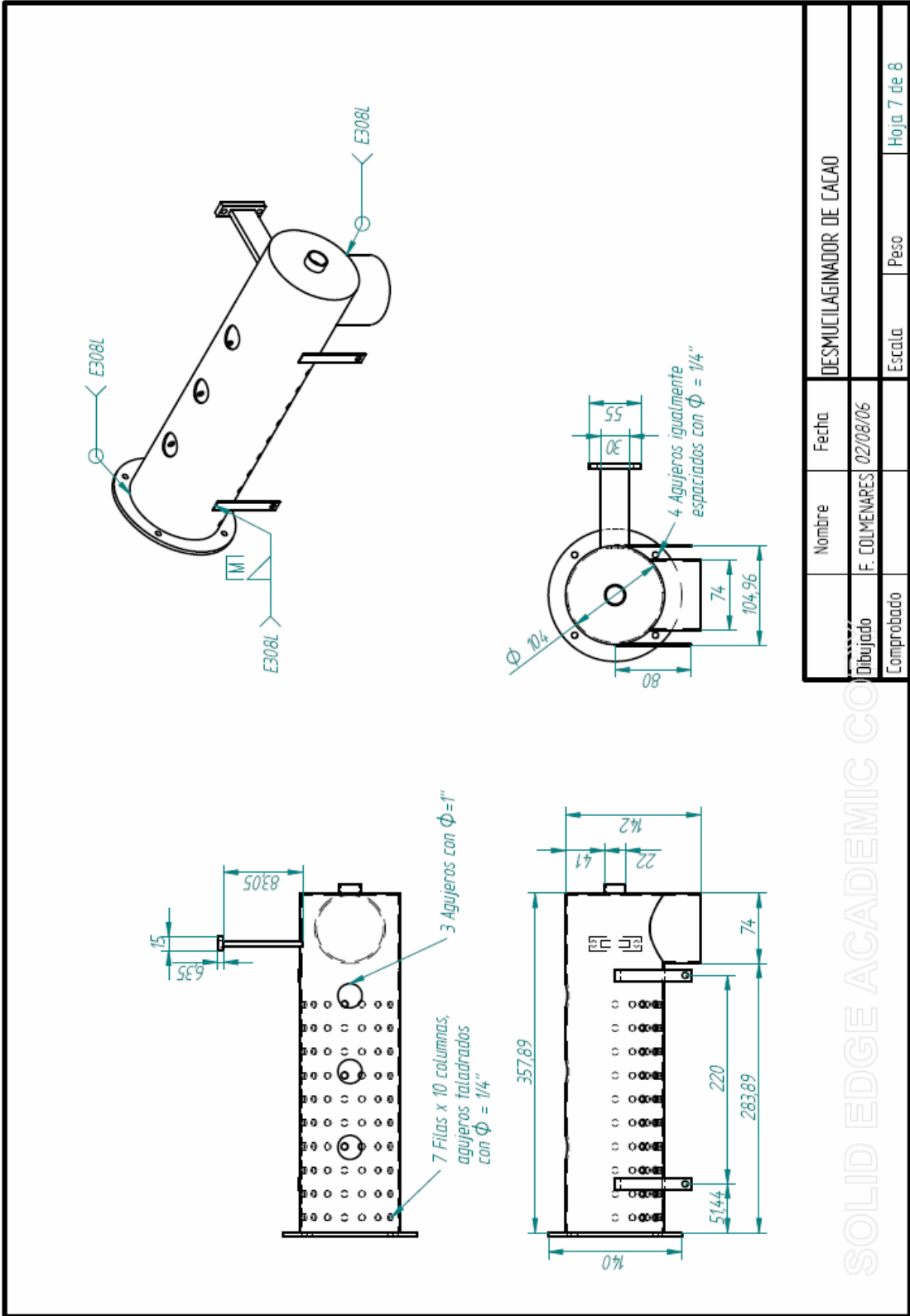


Nombre	Fecha	DESMUCILAGADOR DE CACAO	
Dibujado	F. COLUMENARES 02/08/06	Escala	Peso
Comprobado			Hoja 3 de 8



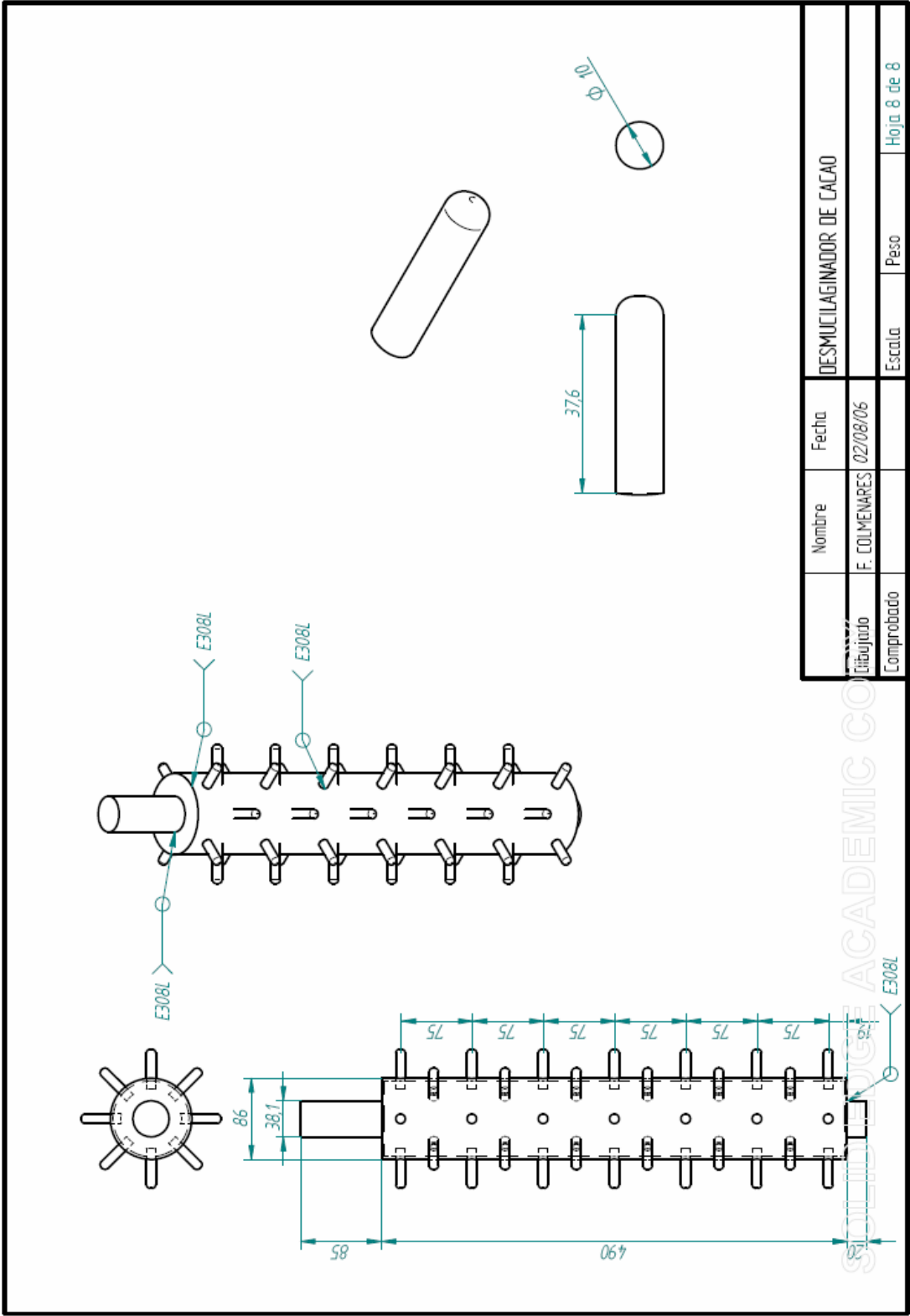






Nombre	Fecha	DESMUCILAGADOR DE CACAO	
Dibujado	F. COLMENARES	02/08/06	
Comprobado			
	Escala	Peso	Hoja 7 de 8

SOLID EDGE ACADEMIC CO



Nombre	Fecha	DESMULTILAGINADOR DE CACAO
Comprobado	02/08/06	
Elaborado	F. COLMENARES	
Escala	Peso	Hoja 8 de 8