



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad Azcapotzalco**

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

DISEÑO PARA LA MANUFACTURA DE MÁQUINA PARA COMBINACIÓN DE PLIEGOS DE PAPEL Y CARTÓN EN LAS ARTES GRÁFICAS.

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE MANUFACTURA PRESENTA:
ING. MANUEL CORTÉS HERNÁNDEZ**

DIRECTOR:

DR. RICARDO GUSTAVO RODRIGUEZ CAÑIZO

MÉXICO D. F., ENERO 2011





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 17 del mes Enero del año 2011, el que suscribe Manuel Cortés Hernández alumno del Programa de Maestría en Ingeniería de Manufactura con número de registro B081777, adscrito a ESIME UA, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Ricardo Gustavo Rodríguez Cañizo cede los derechos del trabajo intitulado Diseño para la manufactura de máquina para combinación de pliegos de papel y cartón en las Artes Gráficas, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección manuelcortes01@hotmail.com, rrodriguez@ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Manuel Cortés Hernández
Nombre y firma



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de MEXICO D.F siendo las 12:00 horas del día 14 del mes de ENERO del 11 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIME-UA para examinar la tesis titulada:
DISEÑO PARA LA MANUFACTURA DE MÁQUINA PARA COMBINACIÓN DE PLIEGOS DE PAPEL Y CARTÓN EN LAS ARTES GRAFICAS.

Presentada por el alumno:

CORTÉS

HERNÁNDEZ

MANUEL

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Con registro:

B	0	8	1	7	7	7
---	---	---	---	---	---	---

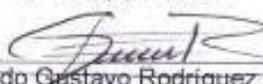
aspirante de:

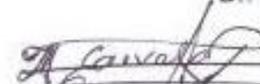
MAESTRO EN INGENIERIA DE MANUFACTURA

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis


Dr. Ricardo Gustavo Rodríguez Cañizo


Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero

Presidente


Dr. Juan Manuel Sandoval Pineda

Secretario


Dr. Luis Armando Herrera

Segundo vocal


M.C. Gerardo Villegas Contreras

Tercer vocal

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

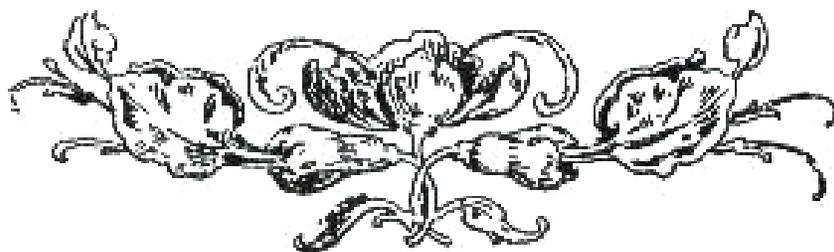

Dr. Jaime Pacheco Martínez



A MIS PADRES

**PORQUE GRACIAS A SU CARIÑO, GUIA Y APOYO
HE LLEGADO A REALIZAR UNO DE LOS ANHELOS
MAS GRANDES DE MI VIDA, FRUTO DEL INMENSO
AMOR Y CONFIANZA QUE EN MI SE DEPOSITO
Y CON LOS CUALES HE LOGRADO TERMINAR
MIS ESTUDIOS PROFESIONALES QUE CONSTITUYEN
EL LEGADO MÁS VALIOSO QUE PUDIERA RECIBIR
POR LO QUE LES AGRADECERE ETERNAMENTE....**

MANUEL CORTES HERNANDEZ



LA SABIDURIA QUE NUNCA DEBES OLVIDAR:

El obstáculo más grande..... El miedo
El día más bello..... Hoy
El mayor error, darse por..... Vencido
El más grande defecto..... El egoísmo
La mejor distracción..... El trabajo
La peor bancarrota..... El desanimo
Los mejores maestros..... Los hijos
El sentimiento más vil..... La envidia
El regalo más hermoso..... El perdón
El mayor conocimiento..... Dios
Lo más maravilloso del mundo..... El amor
La felicidad más dulce..... La paz

Recuerda siempre

Lo mejor que puedes dar:

A un amigo, es el perdón;

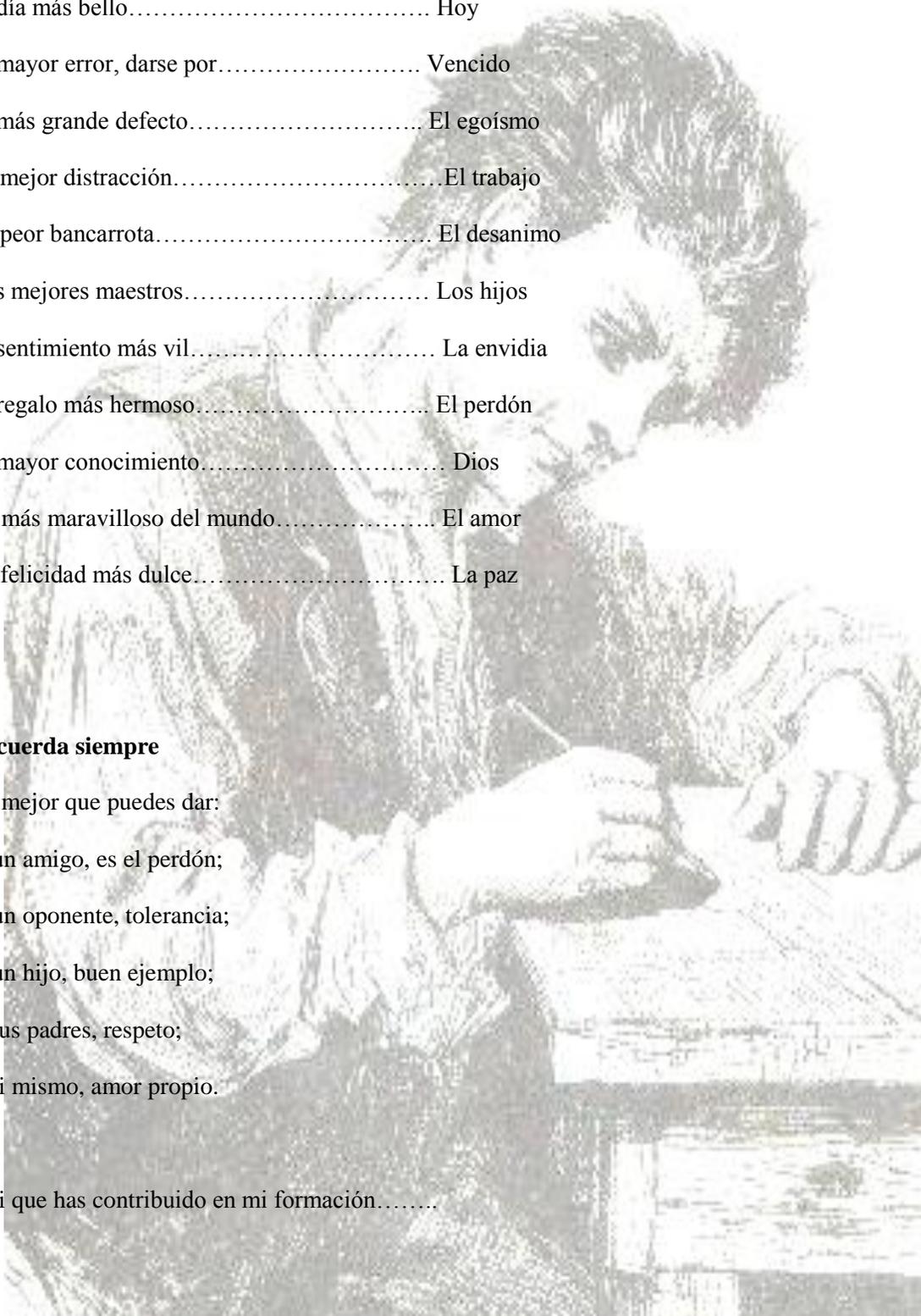
A un oponente, tolerancia;

A un hijo, buen ejemplo;

A tus padres, respeto;

A ti mismo, amor propio.

A ti que has contribuido en mi formación.....





Índice General

Índice de Figuras	i
Índice de Tablas	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Objetivo General	v
Justificación	v
Introducción	vi

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 Origenes del papel	1
1.2 Materia prima para fabricación del papel	2
1.3 Proceso de fabricación del papel	3
1.4 Características físicas del papel recubierto	7
1.5 Fabricación del cartón.	8
1.6 Características físicas del cartón.	9
1.7 Origen de la imprenta	11
1.8 La imprenta actualmente.	13
1.8.1 Sistemas de impresión	14
1.9 Planteamiento del problema	20
1.10 Referencias	49

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Consideraciones generales del diseño	20
2.2 Trabajo y energía.....	23
2.3 Potencia	23
2.4 Definición de engrane	24
2.4.1 Tipos de engrane	24
2.5 Análisis de fuerzas entre engranes	28
2.6 Resistencia de los engranes rectos	29
2.7 Uniones	31
2.7.1 Tipos de uniones	31
2.8 Elementos roscados	32
2.8.1 Selección de pernos o tornillos para soportar carga estática	32



2.8.2 Apriete y tensión inicial de pernos o tornillos.....	33
2.9 Pasadores	34
2.9.1 Tipos de pasadores.....	35
2.9.2 Pasadores cónicos	35
2.10 Chavetas	35
2.11 Lenguetas	36
2.12.Uniones mecánicas	37
2.13 Proceso de selección de rodamientos	37
2.14 Motores	40
2.15 Sistema de poleas	42
2.16 Proceso de selección de bandas.....	43
2.17 Proceso de selección de polea motriz.....	44
2.18 Proceso de selección de diámetro de ejes.....	45
2.19 Metodología para el diseño (QFD).....	47
2.19.1 Proceso del QFD	47
2.20 Sumario	49
2.20 Referencias	50
3. DESARROLLO DE FUNCIÓN DE DESPLIEGUE DE CALIDAD	
3.1. Determinación de los requerimientos y expectativas del cliente	52
3.1. Clasificación de los requerimientos	54
3.1.2. Importancia relativa de los requerimientos	57
3.1.3 Estudio comparativo a productos de la competencia	58
3.1.4. Traducción de los requerimientos y expectativas de los clientes en terminos mensurables ...	61
3.1.5. Plan de calidad	63
3.1.6. Relación de mejora argumento de venta e importancia absoluta....	64
3.2 Diseño propuesto	66
3.3 Sumario	68
3.4 Referencias	69
4. DISEÑO A DETALLE	
4.1 Clarificación del problema	70
4.1.2 Función global de servicio del producto	70



4.1.3 Límites del producto	71
4.2 Cálculo de mecanismo de la banda transportadora	72
4.2.1 Cálculo de motor	72
4.2.2 Cálculo del tipo de banda para el motor.....	73
4.2.3 Cálculo del diámetro de la banda para el motor.....	74
4.2.4 Cálculo de la polea motriz para el motor de la banda	75
4.2.5 Cálculo de la polea accionada para la banda transportadora.....	76
4.2.6 Cálculo del diámetro del eje de las poleas.	77
4.2.7 Cálculo de selección de tornillos para chumaceras	78
4.3 Cálculo de engranaje del mecanismo combinador.....	79
4.3.1 Cálculo de potencia máxima de transmisión.....	80
4.3.2 Cálculo del motor para mecanismo combinador.....	83
4.3.3 Cálculo del tipo de banda para el motor.....	84
4.3.4 Cálculo del diámetro de la banda para el motor.....	85
4.3.5 Cálculo de la polea motriz para motor combinador	86
4.3.6 Cálculo de la polea accionada.	87
4.3.7 Cálculo del diámetro de eje para polea	88
4.4 Diagrama de procesos de componentes de la máquina (banda).....	89
4.5 Diagrama de procesos de componentes del mecanismo combinador.	96
4.6 Análisis de costos de materiales.....	97
4.6.1 Análisis de costos de mano de obra	97
4.7 Conclusiones.	98
4.8 Recomendaciones.....	99
4.9 Referencias	100
4.10 Anexos.....	101



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Tendencia de consumo de papel prensa	vi
Figura 1.2. Resultados de encuestas.....	vi
Figura 1.3 Manufactura del papel en la antigua china	1
Figura 1.4. Depuración.....	4
Figura 1.5. Proceso de fabricación del papel	7
Figura 1.6. Estructura de cartón.	10
Figura 1.7. Clasificación de corrugado.	10
Figura 1.8. Tipos de flauta	11
Figura 1.9. Realización de libros manuscritos	12
Figura 1.10. Moldes con hierro	12
Figura 1.11. Máquina de Gutenberg.....	13
Figura 1.12. Mecanismo de roto grabado.....	14
Figura 1.13 Mecanismo de impresión en flexografía	16
Figura 1.14. Mecanismo de impresión en offset	17
Figura 1.15. Mecanismo de impresión laser	18
Figura 1.16 Mecanismo de inyección	18
Figura 1.17 Mecanismo de alimentación marca Heidelberg	19
Figura 1.18 Mecanismo de alimentación marca Lithrone	19
Figura 2.1. Piñón recto de 18 dientes	24
Figura 2.2. Representación de las características de un engrane	25
Figura 2.3. Elementos de un engrane	26
Figura 2.4. Selección de pernos	32
Figura 2.5. Designación d x L DIN	35
Figura 2.6. Chavetas.....	36
Figura 2.7. Lengüetas	36
Figura 2.8. Unión mecánica de bandas	37
Figura 2.9. Diagrama de mecanismo.....	40
Figura 2.10. Diagrama de función de motor	41
Figura 2.11. Sistema reductor y multiplicador	42
Figura 2.12. Configuración Básica QFD, “Casa de la Calidad” ...	48
Figura 3.1. Diseño propuesto para máquina combinadora de pliegos.	66
Figura 4.1. Diagrama funcional en el sistema.....	70
Figura 4.2. Límite y entorno del sistema.....	71



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Fórmulas constructivas de un engrane cónico recto	28
Tabla 2.2 Factor de corrección por sobrecarga k_o	30
Tabla 2.3 Factor de corrección por montaje k_m	30
Tabla 2.4 Factor de confiabilidad k_r	30
Tabla 2.5 Clasificación de tipos de uniones	31
Tabla 2.6 Dimensiones básicas de roscas metricas ISO para tornillos	34
Tabla 2.7 Especificaciones para el acero usado en tornillos y pernos	34
Tabla 2.8 Capacidades nominales de cojinetes	39
Tabla 2.9 Selección de bandas	44
Tabla 2.10 Selección de polea motriz	45
Tabla 2.11 Selección de diámetro de los ejes.....	46
Tabla 3.1 Determinación de los requerimientos del cliente	53
Tabla 3.2 Identificación de requerimientos de calidad, obligatorios y deseables	56
Tabla 3.3 Identificación de requerimientos de calidad deseables.	57
Tabla 3.4 Matriz de Importancia relativa en los requerimientos deseables.	58
Tabla 3.5 Nivel de satisfacción	59
Tabla 3.6. Benchmarking comparativo de los requerimientos de calidad	60
Tabla 3.7 Traducción de los requerimientos de calidad a requerimientos de Ingeniería	63
Tabla 3.8 Identificación de requerimientos de calidad, obligatorios y deseables	65



RESUMEN.

Este trabajo de tesis está enfocado al diseño para la manufactura de un sistema de combinación de pliegos con el objetivo de optimizar espacio de trabajo, tiempo, y personal que labora en una empresa dedicada a este rubro. Para este fin, se realizó una investigación sobre los procesos de elaboración de diferentes tipos de papel y cartón utilizados en la Artes Gráficas, así como de los dispositivos de impresión y alimentación de papel, resaltando la falta de sistemas de combinación de pliegos, razón de este trabajo de tesis.

El diseño conceptual del sistema de combinación de pliegos se realizó utilizando el proceso lineal de diseño y la herramienta del Despliegue de la Función de Calidad (QFD por sus siglas en inglés) para poder identificar los requerimientos del cliente y lograr un diseño óptimo para la función requerida. Posteriormente, se establecieron todos los diagramas de proceso de manufactura para poder realizar el sistema de combinación de pliegos y se realizó la memoria de cálculos de cada uno de los componentes de este mismo. El resultado es un sistema de bajo costo que permite la combinación de un número flexible de modelos de impresión y el cambio en espesor y dimensiones de estos mismos, haciendo un sistema adaptable a la demanda cambiante de las Artes Gráficas.



ABSTRACT

This thesis is focused on the design for the manufacture of a combination system specification in order to optimize workspace, time and personnel working in a company dedicated to this area. To this end, we conducted a study on the process of developing different types of paper and paperboard used in the graphic arts and printing devices and feed, highlighting the lack of systems combining sheets, ratio this thesis.

The conceptual design system combining sheets are made using the linear process of design and Deployment tool of Quality Function (QFD for its acronym in English) to identify customer requirements and achieve an optimal design for the function required. Subsequently, all plots were established manufacturing process to perform the combination system specifications and calculations performed memory of each of the components of the same. The result is a low cost system that allows flexible combination of a number of printer models and the change in thickness and dimensions of the same, making a system adaptable to the changing demands of Graphic Arts.



OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una máquina capaz de combinar pliegos de papel y cartón de diferentes modelos de impresión con la intención de reducir tiempos de operación y maximizar la producción.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- 1) Diseño mecánico de la estructura y elementos internos del sistema de combinación de pliegos.
- 2) Elaboración de la memoria de cálculos
- 3) Establecimiento de los diagramas de proceso para la fabricación del sistema de combinación de pliegos.
- 4) Elaboración de planos de ingeniería para su construcción

ALCANCE

El alcance de este trabajo es la fabricación de un primer prototipo apoyado con la inversión financiera de una empresa dedicada al rubro de las Artes Gráficas.

JUSTIFICACIÓN.

En los últimos años se ha registrado un interesante fenómeno a nivel mundial, tan sólo en Alemania se lanzaron revistas y magazines con ellos no se gana un digno porcentaje de lectores, pero se produjo un excelente publicitario excepcional.

Hoy en día los medios impresos se dirigen a un grupo de destinatarios cada vez más segmentados, debido a ello los tirajes de las publicaciones retroceden ¿pero cómo se produce el fenómeno? la matizada segmentación de los grupos destinatarios permite una publicidad muy adaptada a los medios, el entusiasmo bursátil y la salida a bolsa de numerosas empresas posibilitaron grandes cuentas de marketing con su correspondiente volumen de anuncios, además de ello durante los últimos años la publicidad en televisión se hizo extraordinariamente cara y llegan cada vez un número menor de consumidores puesto que durante los bloques publicitarios la mayoría de los telespectadores practican el cambio de canales con el control a distancia, los anuncios publicitarios de internet pueden eliminarse mediante un software apropiado y por su condicionamiento tecnológico solo permiten algunos mensajes animados.

Considerando el periodo desde 1961 hasta hoy, el consumo de papel prensa a aumentado en más de 250%, teniendo en cuenta que en este periodo se produjo la penetración en el mercado de los medios de comunicación, el CD room, el internet y los libros electrónicos como se muestra en la figura 1.1, y que con pocas excepciones ya tienen un elevado número de consumidores y usuarios se debe constatar que a pesar de ello el mercado de los periódicos siguió creciendo fuertemente, lo que supone que los medios se han complementado[1].



Figura 1.1. Tendencia de consumo de papel prensa
(Fuente: FAO, Heidelberg)

En el año 2000 el mercado mediático global era de 470 mil millones de dólares, para el año 2010 el pronóstico se sitúa en 620 mil millones de dólares, debido al fuerte crecimiento de los medios electrónicos, los medios impresos experimentan un retroceso porcentual y un ligero crecimiento en términos absolutos.

Hay diversos pronósticos de crecimiento para los distintos procedimientos de impresión la impresión digital en color experimentará grandes tasas de crecimiento mientras que la tipografía y la serigrafía tenderán a disminuir.

Una encuesta entre usuarios de internet en Estados Unidos arrojó los resultados siguientes:

Los usuarios extraen la información sobre determinadas páginas a través de los buscadores, consultando a los amigos o directo de medios impresos como se muestra en la figura 1.2.

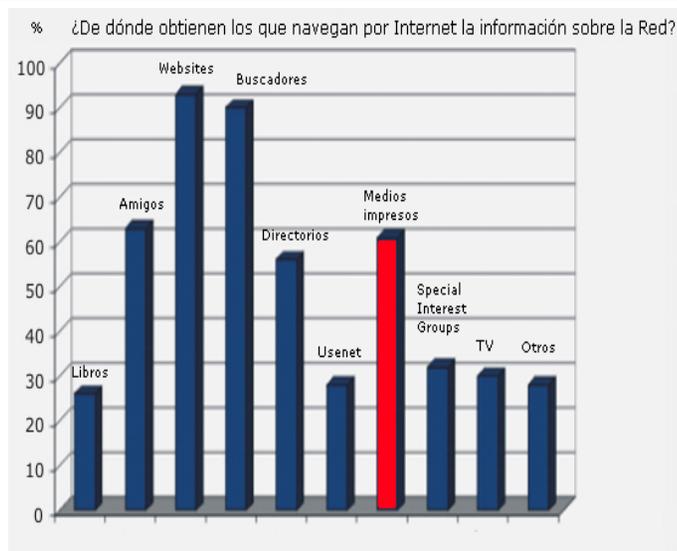


Figura 1.2. Resultados de encuestas.

(Fuente: Georgia Tech Research Corporation 2008)

Los envíos postales personalizados y los envíos postales (direct mailings) tienen una tasa de respuesta hasta tres veces mayor que los impresos no personalizados. De aquí en los estadísticos la importancia de realizar la satisfacción del cliente para este rubro y que siga creciendo la estadística y consumo de papel prensa en el rubro.

Para llevar a cabo los principales objetivos de una empresa en el rubro de las Artes Gráficas es necesario dentro del proceso de realización de bolsas de papel, envoltura de regalos y calendarios realizar una combinación de diferentes diseños impresos en el sistema llamado offset. (Llamado así debido al sistema de quitar la tinta del rodillo y colocarla en una lámina plástica y posteriormente al papel, quitar y poner). Para llevar este proceso de combinación de diseños impresos se realiza manualmente al colocar en una mesa de trabajo los diferentes modelos a combinar y posteriormente tomar cada uno de estos modelos impresos y colocándolos en otra mesa de trabajo.

Este diseño se toma con referencia a los sistemas que hoy en día existen dentro del rubro y que son mencionados dentro del capítulo uno de esta tesis para las Artes Gráficas.

Debido a la gran demanda de estos productos en las 4 temporadas del año se encuentra la necesidad de diseñar la máquina combinadora de pliegos para evitar un cuello de botella y otros requerimientos del cliente al querer producto diferente en uno de los procesos de las Artes Gráficas.



INTRODUCCIÓN

Actualmente, en el mundo de la manufactura se manifiestan cambios significativos y nuevas tendencias, los cuales tienen un profundo impacto en la vida cotidiana. Uno de los rubros con mayores áreas de oportunidad es el de Artes Gráficas en el cual existen varios casos de estudios ya que es un rubro fundamental y crítico en la economía de cualquier país, porque el estándar de vida de cualquier sociedad está determinado principalmente por los bienes y servicios disponibles para esta sociedad.

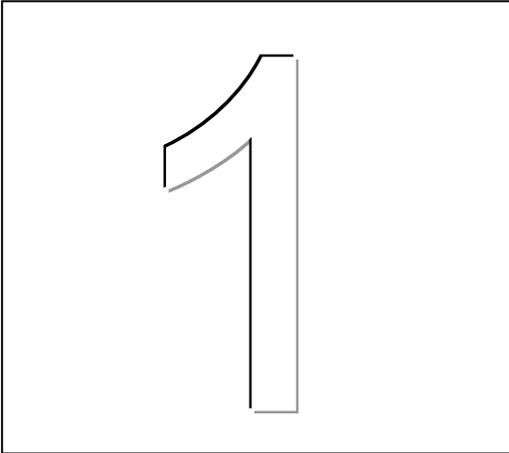
La manufactura de las Artes Gráficas comprende la actividad organizada que convierte las materias primas en bienes o servicios es decir; los bienes manufacturados dentro de este rubro se pueden clasificar en bienes de consumo que son directos al consumidor que por ejemplo podemos citar revistas, catálogos, folletos, periódico, calendarios etc., y bienes de producción o subproductos como son envases impresos, etiquetas, etc.

Uno medio impreso es un material cotidiano, que siempre nos acompaña, documenta y almacena la ilimitada diversidad de nuestra vida.

La imagen impresa es directa, transmite un mensaje en todas las culturas; una experiencia sensorial que atrae la atención y despierta el deseo, constituye la clave para acceder al conocimiento, es un medio de almacenamiento, una herramienta convincente y una expresiva forma artística.

De aquí que existen diversas formas de impresión dentro del rubro como podemos mencionar impresión digital en color, impresión digital en blanco y negro, flexografía, offset, huecograbado, tipografía y flexografía que a través de los tiempos ha estado desapareciendo debido a las nuevas tecnologías de Alemania, Brasil y otros países del medio oriente.

Desde la década de 1980 el rubro de las Artes Gráficas presenta una disminución de los medios impresos debido a los medios electrónicos publicitarios dentro de los cuales se pueden mencionar los libros electrónicos, internet, disco compacto etc., aún así las Artes Gráficas no dejan de ser un rubro dentro de los cuales encontramos áreas de oportunidad como es la presente tesis en la que se presenta una necesidad y se busca como objetivo principal satisfacer la necesidad del cliente en general.



ESTADO DEL ARTE

Este capítulo trata sobre el papel y proceso de fabricación actualmente, así también aborda características del papel, proceso de fabricación de de papel y cartón, características del cartón, orígenes de la imprenta y la imprenta actualmente, así como diferentes tipos de procesos de impresión y mecanismos en los cuales se toma la idea para el diseño de la máquina.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 ORIGENES DE PAPEL

El vocablo papel “papyrus”, en latín, alude a la planta egipcia *Cyperus papyrus*, de la familia de las Ciperáceas, cuyas hojas sirvieron como soporte de escritura a los egipcios, griegos y romanos entre el 3.000 a C. y el siglo V d.C. Los egipcios obtenían el papiro de una planta del mismo nombre (llamada Thuf en el antiguo Egipto), caracterizada por sus hojas largas, tallos blandos de parte inferior muy gruesa y sección triangular. La médula del papiro era consumida como alimento una vez hervida y también se usó en la elaboración de un material similar al papel. En Egipto se fabricó el papiro a partir de capas estiradas de la médula, las que se ordenaban en forma transversal. Esta pulpa se impregnaba de agua, se prensaba y se secaba; una vez seca, se frotaba contra una pieza de marfil o una concha liza para darle más suavidad a su textura. El tamaño fluctuaba entre los 12,5 x 12,5 cm y entre los 22,5 x 37,5 cm. Cada hoja se unía a otra, formándose rollos de entre 6 y 9 metros, aunque se han encontrado de longitud superior a los 40 metros. Es hasta el año 105 d.C., que T'sai Lun, que era un empleado del emperador chino Ho Ti, fabricó por primera vez un papel como se muestra en la figura 1.3, desde una pasta vegetal a base de fibras de caña de bambú, morera y otras plantas, dando origen al papel. T'sai Lun emprendió esta tarea siguiendo órdenes expresas del emperador, quien le ordenó buscar nuevos materiales para escribir sobre ellos. Durante 500 años la técnica de la elaboración del papel perteneció sólo a los chinos, quienes la guardaron celosamente durante ese largo período [2].



Figura 1.3. Manufactura de papel en la Antigua China.



1.2 MATERIA PRIMA PARA FABRICACIÓN DEL PAPEL.

Dentro del proceso de fabricación del papel actualmente se utilizan diferentes materiales que a continuación se mencionan sus definiciones.

- **Celulosa:** término usado para las fibras vegetales de madera, bagazo, algodón, lino, paja, etc., que han sido separadas de su estado natural por medios químicos. Se emplea como la base principal del papel [3]. La celulosa es un hidrato de carbono, lo que significa que está compuesta de carbono, hidrógeno, oxígeno, con los dos últimos elementos en la misma proporción que en el agua y su fórmula química es representada por la siguiente ecuación 1.1.



Donde: “n” es el número de unidades que se repiten a grado de polimerización y varía con las diferentes fuentes de celulosa y tratamiento recibido. (Muchas fibras papeleras tienen un grado de polimerización que varía de 600 y 1500). Existe otro tipo de materiales como lo son:

- **Pulpa:** es la suspensión acuosa de las fibras vegetales, empleadas en la fabricación del papel.
- **Pasta:** es la mezcla preparada con diferentes tipos (o con uno solo) de fibras celulósicas y aditivos para fabricar los tipos de papel.
- **Fibras de Maderas Blandas (Softwood):** generalmente se obtienen de pinos y abetos abundantes en las regiones del norte del planeta.

Las fibras, en la madera, forman haces tabulares uniformes distinguiéndose dos tipos de traqueidas, las de fibra de primavera de paredes delgadas y las de fibras de verano de paredes gruesa. La proporción de ambas depende del tipo de árbol, de latitud y altura del lugar de crecimiento y de la propia edad del árbol. Las maderas blandas del sur de los Estados Unidos contiene mayor proporción de fibras de verano lo que incrementa la densidad y por lo tanto su rendimiento en los procesos de pulpeo. Esta diferencia en el espesor de las paredes de fibras procedentes de la misma especie de árbol ha tomado relativa importancia en la fabricación del papel ya que se ha comprobado que las fibras de pared delgada o de primavera se colapsan durante el secado lo que ayuda a ciertas características tales como el satinado y la formación. Por el contrario, las fibras de verano más gruesas en sus paredes, no se colapsan tan fácilmente y producen papeles de alta porosidad y baja formación [4].



-
- **Fibras de Madera Duras (Hardwood):** la estructura principal de las frondosas está compuesta de fibras relativamente largas y de pequeño diámetro, así como otras celulosas más cortas y anchas llamadas vasos. La magnitud de estos vasos es tal que pueden apreciarse a simple vista en una sección transversal en la que aparecen como poros. El diámetro de los vasos varía de la madera de verano a la madera de primavera dentro de un mismo anillo anual. Generalmente las maderas duras contienen una mayor proporción de holocelulosa y menos lignina en comparación con las maderas blandas, mientras que su contenido de extractivos es mayor [5]. Las especies más comunes para la obtención de fibras de madera dura son el chopo, abedul, haya y roble.

1.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PAPEL

La fabricación del papel se realiza en máquinas de gran tamaño debido a los diferentes procesos que se realiza para obtenerlo, a continuación se explica cada uno de los procesos para la obtención del papel [6].

- **Refinación:** la refinación es el proceso más importante en la fabricación de papel; los refinadores con los que generalmente se cuenta en una máquina son refinadores cónicos tipo Jordán y refinadores de discos, éstos últimos con diferentes configuraciones de discos y diseños ya sea que se desee hidratar, cortar, fibrilar, o aplastar las fibras.
- **Hidratación:** este proceso comienza en el hidrapulper pero en la refinación a causa de la acción mecánica el agua la empuja forzándola a ser retenida en el interior de las paredes de la fibra.
- **Corte:** por el esfuerzo cortante que ejercen las platinas de los refinadores las fibras son cortadas en mayor o menor medida.
- **Fibrilación:** durante la refinación las fibras sufren un aflojamiento interno en su estructura desarrollando fibrilas, las cuales son como escobillas con lo que se mejora la retención sobre la malla de la máquina de papel ya que las fibras aumentan la unión inter fibra.
- **Tanques de Almacenamiento:** son tanques especialmente diseñados para almacenar la celulosa refinada y por separado para posteriormente enviarla al tanque de mezcla en forma proporcional.
- **Tanque de Mezcla:** en este tanque se mezclan las proporciones de fibras, aditivos químicos y cargas minerales necesarios para la fabricación de papel dependiendo del tipo de producto a fabricar.

- **Tanque de Máquina:** la función del tanque de máquina es mantener un flujo de pasta mezclada uniforme en el proceso. Para tal fin se cuentan con dos tanques de máquina en uno de ellos se agregan aditivos químicos adicionales y en el otro se mantiene un nivel constante de bombeo a fin de amortiguar variaciones de flujo en la caja de nivel constante y en el paso de depuración.
- **Depuración:** los limpiadores ciclónicos tienen por objeto limpiar la pasta de astillas, arena y otras impurezas que hayan sido arrastradas en los otros pasos del proceso.

El proceso de depuración en el interior del ciclón se da a través de la entrada tangencial de la pasta diluida por su parte más ancha, una vez en el interior aumenta su velocidad de giro de tal forma que las partículas pesadas se mantienen pegadas a la pared y las partículas ligeras o fibras tienden a irse al centro y salir por la parte superior del vértice formado, las partículas pesadas caerán por la boquilla inferior del ciclón. Los sistemas de depuración han ido aumentando su sofisticación con el paso del tiempo y hoy en día se cuenta con sistemas de depuración cerrados y presurizados que aumentan al máximo la eficiencia de limpieza con mínimas pérdidas de fibra.

Los circuitos de limpieza actúan en pasos los cuales se conocen como, primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios que en un lazo cerrado logran la máxima depuración de la fibra en un tiempo mínimo. Cada paso puede constar de hasta un máximo de sesenta depuradores ciclónicos conectados a una bomba central cuya zona de presión se encuentra localizada en una unidad denominada deculador. La alimentación del sistema ciclónico de depuración se realiza gracias a una bomba denominada bomba de abanico (fan pump) como se muestra en la figura 1.4, la cual tiene como función principal que la pasta diluida pase a través del sistema de depuración y adicionalmente a través de la criba presurizada, que es el paso final de la depuración de ajuste, y paso anterior antes de la entrada de la caja de entrada (head box).



Figura 1.4. Depuración



-
- **Caja de Entrada:** la pasta limpia y depurada llega a la caja de entrada, cuyo objetivo es estabilizar el flujo de pasta para ser descargada de manera uniforme sobre la tela sintética y móvil, a través de una abertura ajustable llamada regla o labio. La caja de entrada recibe la suspensión acuosa por el fondo (normalmente) a través de un distribuidor que reparte el flujo de pasta a todo lo ancho y en su interior se cuenta con rodillos perforados que tienen como finalidad reducir turbulencias y uniformizar el flujo y regaderas para eliminar la formación de espuma en su interior.

El labio o boquilla de salida de la caja de entrada es una de las partes más importantes de ésta y ahí se pueden establecer ajustes micrométricos para uniformizar el perfil de la pasta que llegará a la tela sobre la mesa de formación de la máquina de papel. Una caja de entrada está compuesta por un cabezal de Entrada, rodillos rectificadores (perforados únicamente), regla y regaderas.

- **Tela y Mesa de Formación:** son bandas sin fin sintéticas que están soportadas entre dos rodillos, el de pecho cerca de la caja de entrada y el couch en el otro extremo. La tela es la banda sin fin que sobre la mesa de formación drena el agua de la pasta gradualmente; iniciándose el drenado sobre la regla formadora (forming board), continuando éste de manera gradual a través de foils de cerámica o micarta que ejercen sobre la suspensión fibrosa una succión hidrodinámica suave a fin de no desmejorar la formación o la estructura de la hoja en su profundidad (dirección “Z”), una vez que la hoja sobre la tela forma la línea de drenado (esto se puede observar donde el espejo de agua sobre la tela se opaca), se inicia un drenado más fuerte que es ejercido por cajas de vacío localizadas debajo de la tela iniciando el vacío de manera gradual (bajo, intermedio y alto vacío), la operación asegura que la hoja formada sobre la tela tendrá una consistencia adecuada para que al momento de llegar al rodillo couch la hoja sea transferida sin dificultad al rodillo de levante (pick up).

La tela en su viaje de regreso es limpiada de residuos de fibra, resina, y todo tipo de impurezas por medio de regaderas de alta presión y los rodillos que la soportan por medio de cuchillas.

La mesa de formación cuenta también con dos chorros de agua en cada extremo denominados huizaches, cuya función es cortar la orilla de la hoja sobre la tela por medio de un chorro de agua a presión.



-
- **Sección de Prensas:** la sección de prensas inicia con el rodillo pick-up ya que también es denominado primera prensa, dicho rodillo en su interior cuenta con tres cajas de vacío (bajo, intermedio y alto) a fin de garantizar que la hoja se pegue a éste y además continuar el drenado de agua de la hoja ya formada. Las prensas tienen una importancia primordial en la fabricación de papel ya que aunque su función es continuar con el drenado de la hoja a través de presión de ésta entre fieltros (los fieltros continúan el secado de la hoja absorbiendo agua que a su vez a través de cajas de vacío se elimina), hoy día también se utiliza esta sección para uniformizar la estructura de la hoja.

Las máquinas de papel actuales pueden contar hasta con cuatro prensas en un corto espacio y éstas están controladas por computadoras para ejecutar presiones variables sobre la hoja en todo el perfil de ésta. El prensado es un proceso mediante el cual se somete a la hoja recién formada a una presión controlada, la presión lineal que se ejerce sobre los rodillos es igual al peso del rodillo superior más la presión aplicada por mecanismos hidráulicos o neumáticos expresando la presión lineal como una carga total aplicada sobre la longitud de la superficie de contacto.

- **Primera y Segunda Sección de Secado:** de la sección de prensas la hoja de papel pasa a la sección de secado, donde la humedad es eliminada gradualmente por medio de un gradiente de secado, a fin de lograr un equilibrio en el stretch (encogimiento y alargamiento de la hoja) que son tiros generados que obligan por así decirlo a ir incrementando la velocidad de cada sección para conservar la tensión uniforme de la hoja. El secado se lleva a cabo por medio de secadores (rodillo huecos) calentados por vapor, la hoja de papel después del prensado sus caras pasan a través de los secadores manteniendo contacto con estos por medio de lonas.
- **Prensa de Encolado (Size Press):** entre la primera y segunda sección de secado se ubica esta prensa, la cual por medio de inmersión de la hoja aplica el tratamiento superficial. Consta de regaderas las cuales proveen de manera constante el tratamiento a aplicar a la hoja de papel, dos rodillos de hule mantienen la cantidad de solución necesaria para mojar por ambas caras el papel y así inferirle la característica específica.
- **Calandra:** después de la segunda sección de secado se encuentra la calandra, que es una serie de rodillos metálicos de nip variable o fijo, para perfilar la hoja de papel, en esta sección se da al papel características con calibre y lisura.
- **Enrollador:** sistema en el cual la flecha metálicas se enrolla el papel.

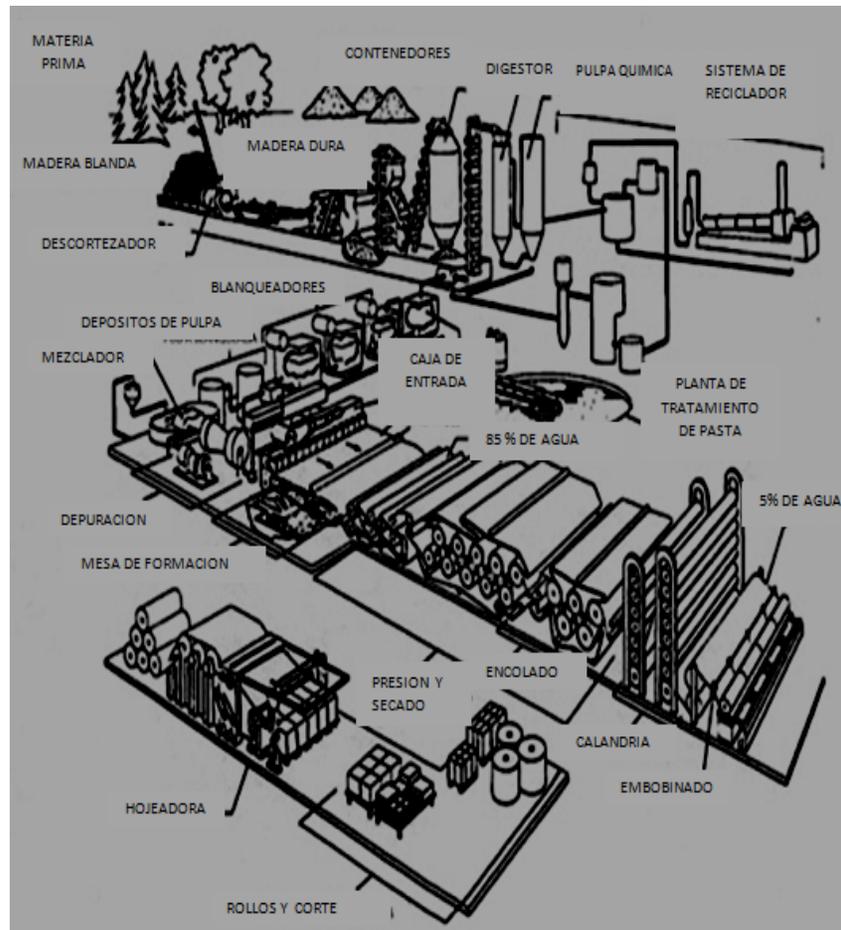


Figura 1.5 Proceso de fabricación del papel.

1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PAPEL RECUBIERTO

Las características del papel se realizan bajo especificaciones y normas controladas para poder ofrecer diferentes capacidades y variedad en los procesos a continuación se mencionan algunas de sus características así como las unidades de medida de las características que presentan [7].

- ✓ **Peso Base:** es la cantidad de materia en un metro cuadrado de papel, y se expresa en g/m^2 .
- ✓ **Calibre:** es el espesor o grosor del papel, y es medido normalmente en milésimas de pulgada (puntos) o en milésimas de milímetro (micras).
- ✓ **Satinado:** es la lisura o tersura superficial de un papel y es medida normalmente en unidades Sheffield o Gurley.
- ✓ **Porosidad:** es la resistencia del papel al paso del aire a través del mismo, normalmente se mide en unidades Sheffield o Gurley.



-
- ✓ **Opacidad:** es la oposición del papel al paso de la luz a través del mismo, Su valor es reportado en porcentaje de luz transmitido contra un cuerpo totalmente opaco. Las unidades comunes son General Electric y Photo Volt.
 - ✓ **Blancura:** es la limpieza o blancura de un papel medida a través de la diferencia en reflectancia de los papeles con un patrón de alta blancura. Las unidades de uso común son General Electric, Photo Volt y Elrepho.
 - ✓ **Tono:** es la tonalidad o color de un papel. Normalmente la tonalidad es medida en aparatos Hunter Lab y las unidades usadas para esto son Rd, a, b.
 - Rd - Brillantes del color, escala de 0 a 100
 - a - Contenido de Color, en negativo es Verde y en positivo Rojo.
 - b - Contenido de Color, en negativo es Azul y en positivo Amarillo.
 - ✓ **Encolado:** es la resistencia de un papel a la penetración de fluidos líquidos, se mide normalmente en segundos.
 - ✓ **Humedad:** es la humedad absoluta de un papel reportada en porcentaje del peso base.
 - ✓ **Tensión:** es la resistencia de un papel en ambos sentidos S.M. y S.T. a la ruptura cuando se le aplica una fuerza de tensión axial, se reporta en g/1.5 cm.
 - ✓ **Rasgado:** es el esfuerzo necesario para rasgar un papel a una distancia determinada después de haber realizado una pequeña rasgadura, las unidades usadas son gramos.
 - ✓ **Brillo:** es la reflectancia de un papel a la luz, y es medido en la cantidad de luz reflectada contra el total de luz incidente (%).
 - ✓ **Humedad:** es la humedad absoluta de un papel reportada en porcentaje del peso base.
 - ✓ **Rasgado:** es el esfuerzo necesario para rasgar un papel a una distancia determinada después de haber realizado una pequeña rasgadura, las unidades usadas son gramos.
 - ✓ **Formación:** la formación de un papel se refiere al entrelazamiento de las fibras que lo constituyen, la cual debe ser cerrada y uniforme.
 - ✓ **Mullen:** es la resistencia de un papel a la explosión, cuando se le aplica una presión a velocidad constante a través de un diafragma de hule en forma circular, las unidades son normalmente lb/in².
 - ✓ **Rigidez:** es la habilidad de un papel de resistirse a la flexión, se reporta en unidades Taber o Gurley.
 - ✓ **Resistencia Superficial:** es la resistencia de un papel al levantamiento (Polveo o Ruptura) cuando es sometido al proceso de impresión. Para realizar esta prueba se utilizan normalmente las ceras Dennison para papeles no cubiertos, IGT para papeles recubiertos.
-



- ✓ **Estabilidad Dimensional:** es la habilidad de una hoja o guía de papel para mantener sus dimensiones constantes en sus dos sentidos SM y ST cuando es sometido a esfuerzos longitudinales y transversales en los procesos de impresión.
- ✓ **Cobb:** es la cantidad de agua que absorbe un papel en un tiempo determinando, se reporta en g/m².

1.5 FABRICACIÓN DEL CARTÓN

El cartón es una variante del papel compuesta por varias capas de éste, que combinadas y superpuestas le dan su característica rigidez existen dos tipos de cartón como son:

- a) Cartoncillos sin reciclar; Gris, Manila, Detergente.
- b) Cartoncillos resistentes (Cuches); Reverso gris, reverso detergente, reverso blanco, reverso bikini.

El primer paso consiste en colocar las bobinas o rollos de papel en la máquina corrugadora. Para esto se desenrolla el cartón de los límites o caras de un primer rollo, y debajo de este se coloca el segundo rollo de cartón que será utilizado para formar el corrugado interior, al hacerlo pasar por los rodillos que le dan la ondulación característica, posteriormente se engoma y se pega al primer rollo de cartón que se está desenrollando para formar la cara. En caso de necesitarse un doble corrugado se pasa a una segunda etapa que engoma el corrugado por el lado que quedó libre y se pega la segunda cara. Posteriormente, el cartón pasa por una sección de calor que fijará la unión correctamente, para luego ser llevado, en medio de una banda a la sección de enfriamiento. Donde posteriormente pasará por la sección de corte donde dependiendo de los requerimientos para lo cual se va a utilizar, el cartón corrugado se corta en láminas de distintos tamaños.

Una vez terminadas, las láminas de cartón corrugado son primeramente impresas con el diseño gráfico característico que llevará la caja o envase, para posteriormente ser cortadas y marcadas en la máquina troqueladora para formar las diferentes partes del envase o de la caja. Existen algunas máquinas que tienen estos procesos integrados, de cualquier forma la última parte del proceso consiste en el pegado donde normalmente se realiza en una máquina por separado donde se engoma o se engrapan las uniones de la caja o envase [8].

1.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CARTÓN

El cartón corrugado es uno de los materiales más usados para envase y embalaje debido a sus diversas ventajas como la protección de su contenido durante su transporte y almacenamiento,

identificación e imagen, economía, así como su naturaleza reciclable y reciclada. El cartón corrugado está formado por dos elementos estructurales, el Liner y el material de la flauta con el cual se forma el corrugado, también llamado médium y que con la figura 1.6 nos damos una idea.

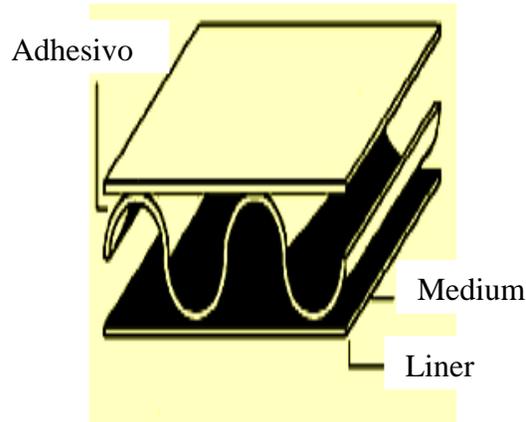


Figura 1.6. Estructura de cartón

Por su composición el cartón corrugado puede ser corrugado de una cara, corrugado sencillo, doble corrugado y triple corrugado, como se muestra en la figura 1.7.

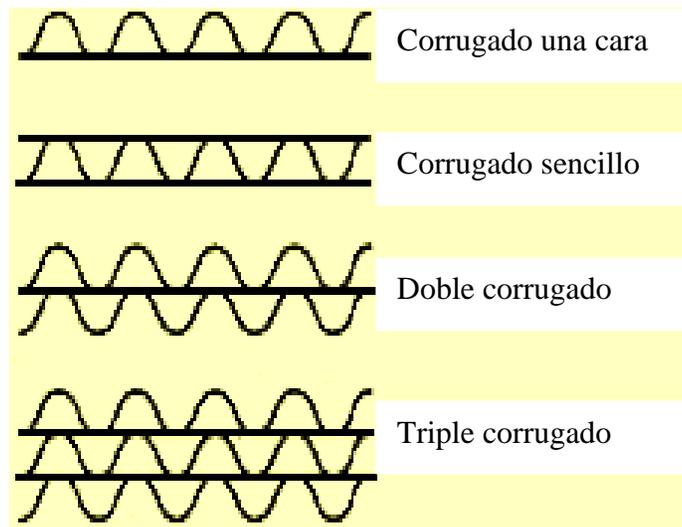


Figura 1.7. Clasificación de corrugado

- ✓ **Tipos de flauta:** el corrugado también se clasifica de acuerdo al número de líneas o flautas. La flauta puede ser de cuatro tipos: A, B, C, D y E, esta última también conocida como micro corrugado, como se muestra la figura 1.8. De acuerdo a la construcción de la caja la flauta puede tener una disposición horizontal o vertical [9].

TIPO DE FLAUTA	VISTA FRONTAL	GROSOR	NO. DE FLAUTA
A		4.76	118
B		3.17	167
C		3.97	138
D		1.58	315

Figura 1.8. Tipos de flauta

1.7 ORIGEN DE LA IMPRENTA

La imprenta fue inventada por los chinos siglos antes, pero en la Alta Edad Media se utilizaba en Europa para publicar panfletos publicitarios o políticos, etiquetas, y trabajos de pocas hojas; para ello se trabajaba el texto en hueco sobre una tablilla de madera, incluyendo los dibujos un duro trabajo de artesanos [10]. Una vez confeccionada, se acoplaba a una mesa de trabajo, también de madera, y se impregnaban de tinta negra, roja, o azul (sólo existían esos colores), después se aplicaba el papel y con rodillo se fijaba la tinta.

El desgaste de la madera era considerable por lo que no se podían hacer muchas copias con el mismo molde. A este tipo de impresión, se le llama xilografía.

Hasta 1449 y años anteriores, los libros eran difundidos a través de las copias manuscritas de monjes y frailes dedicados exclusivamente al rezo y a la réplica de ejemplares por encargo del propio clero o de reyes y nobles como se muestra en la figura 1.9. A pesar de lo que se cree, no todos los monjes copistas sabían leer y escribir. Realizaban la función de copistas, imitadores de signos que en muchas ocasiones no entendían, lo cual era fundamental para copiar libros prohibidos que hablasen de medicina interna o de sexo.

Las ilustraciones y las mayúsculas eran producto decorativo y artístico del propio copista, que decoraba cada ejemplar que realizaba según su gusto o visión. Cada uno de sus trabajos podía requerir hasta diez años.

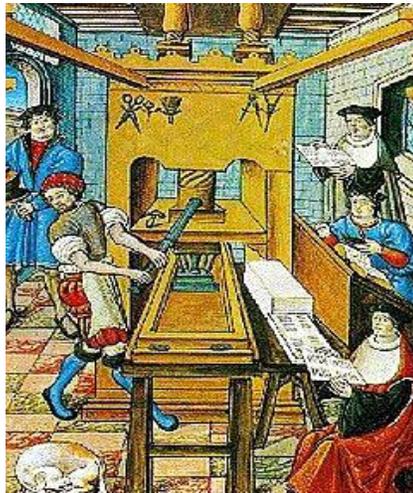


Figura 1.9. Realización de libros manuscritos

En 1452 Gutenberg apostó a ser capaz de hacer a la vez varias copias de la Biblia en menos de la mitad del tiempo de lo que tardaba los monjes copistas del mundo cristiano y que éstas no se diferenciarían en absoluto de las manuscritas por ellos. En vez de usar las habituales tablillas de madera, que se desgastaban con el poco uso, confeccionó moldes en madera de cada una de las letras del alfabeto y posteriormente relleno los moldes con hierro, creando los primeros tipos móviles como se muestra en la figura 1.10. Tuvo que hacer varios modelos de las mismas letras para que coincidiesen todas con todas, en total más de 150 tipos limitando perfectamente la escritura de un manuscrito. Tenía que unir una a una las letras que sujetaba en un ingenioso soporte, mucho más rápido que el grabado en madera e infinitamente más resistente al uso.



Figura 1.10. Moldes con hierro

Como plancha de impresión, amoldó una vieja prensa de vino a la que sujetaba el soporte con los tipos móviles dejando el hueco para letras capitales y dibujos como se muestra en la figura 1.11. Estos posteriormente serían añadidos mediante el viejo sistema xilográfico y terminados de decorar manualmente.



Figura 1.11. Máquina de Gutenberg

Lo que Gutenberg no calculó bien fue el tiempo que le llevaría poner en marcha su nuevo invento, por lo que antes de finalizar el trabajo se quedó sin dinero. Volvió a solicitar un nuevo crédito a Juan Fust, y ante las desconfianzas del prestamista, le ofreció entrar en sociedad. Juan Fust aceptó la propuesta y delegó la vigilancia de los trabajos de Gutenberg a su sobrino, Peter Schöffer, quien se puso a trabajar codo a codo con él a la vez que vigilaba la inversión de su tío.

Tras dos años de trabajo, Gutenberg volvió a quedarse sin dinero. Estaba cerca de acabar las 150 Biblias que se había propuesto, pero Juan Fust no quiso ampliarle el crédito y dio por vencidos los anteriores, quedándose con el negocio y poniendo al frente a su sobrino, ducho ya en las artes de la nueva impresión como socio-aprendiz de Gutenberg.

Gutenberg salió de su imprenta arruinado y fue acogido por el obispo de la ciudad, el único que reconoció su trabajo, hasta su muerte pocos años después de reconocerse el trabajo.

Peter Schöffer terminó el trabajo que inició su maestro en su ciudad y las Biblias fueron vendidas rápidamente a altos cargos del clero, incluido el Vaticano, a muy buen precio. Pronto empezaron a llover encargos de nuevos trabajos. La rapidez de la ejecución fue sin duda el detonante de su expansión, puesto que antes la entrega de un solo libro podía posponerse durante años. La imprenta se conoce en América una vez concluida la conquista española.

1.8 LA IMPRENTA ACTUALMENTE

La imprenta es un método industrial de reproducción de textos e imágenes sobre papel o materiales similares, que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre unas piezas metálicas, llamadas tipos, para transferirla al papel por presión; aunque claro está inicia como un método artesanal pero muy veloz para su tiempo [11].

El concepto de impresión es más amplio pues supone la evolución de diversas tecnologías que hoy hacen posible hacerlo mediante múltiples métodos de sistemas de impresión y reproducción. Como Flexografía, serigrafía, Hueco grabado, el alto grabado, fotografía electrolítica, fotolitografía, litografía, offset, xerografía y los métodos digitales actuales que se mencionan a continuación con algunos de sus mecanismos y que se toman como base para desarrollar la idea para diseñar la máquina combinadora de pliegos.

1.8.1 SISTEMAS DE IMPRESIÓN

Enseguida se analiza los sistemas de impresión ya que en estos se encuentran diferentes mecanismos de cómo transportar la hoja hacia el objetivo que es la impresión a través de estos mecanismos se toma la idea para el diseño de la máquina combinadora de pliegos. Existen tres diferentes sistemas los cuales son directos, indirectos y digital, y se explica a continuación:

A) DIRECTO: el modo directo de impresión es cuando el substrato o papel entra en contacto directo con el relieve o grabado a reproducir (imagen) a través de tintas, entre ellos se encuentran los sistemas de rotograbado o huecograbado, serigrafía, tipografía, flexografía, litografía.

- **Roto grabado:** principio básico de impresión directa en el que la tinta que está contenida en los huecos revelados de un cilindro de cromo y cobre (imagen) se adhiere al papel sometido a una elevada presión por un cilindro de hule duro. El roto grabado se recomienda como un sistema de impresión de alto volumen, es un sistema como se muestra en la figura 1.12, el cual aplica un par de rodillos de entrada para la impresión y para el diseño es factible al propósito.



Figura 1.12. Mecanismo de roto grabado



-
- **Huecograbado:** en este sistema de impresión las áreas de la imagen son grabadas bajo la superficie. Todas las imágenes impresas en huecograbado están impresas en un patrón de puntos incluyendo la tipografía. Esto produce áreas huecas en los cilindros de cobre. Se aplica tinta a los cilindros y ésta llena los huecos. Un rasero quita la tinta de la superficie y con una ligera presión la tinta se transfiere al sustrato. El producir los cilindros es muy caro, por lo cual el huecograbado sólo se utiliza para tirajes largos.

 - **Serigrafía:** es el proceso que tiene más variedad de sustratos y aplicaciones. El principio se define como un proceso de impresión por estarcido donde se implica el uso de este adherido a un material de malla fina de seda o metal, la malla es tensada y montada sobre un bastidor, la tinta se exprime a través de la áreas de imagen hacia el sustrato por la presión de un rasero, este proceso es ideal para imprimir sobre metales y vidrio también utilizado para imprimir sobre textiles. Las máquinas de serigrafía manuales se usan para tirajes cortos o al imprimir en material muy grueso o delgado. Casi toda la impresión serigráfica hoy en día se hace en prensas semiautomáticas o completamente automáticas que pueden producir hasta 5,000 impresiones por hora.

 - **Tipografía:** se define como un proceso de modo directo. Es un sistema de impresión en relieve. La imagen a reproducir está grabada sobre un cilindro impresor el cual está físicamente elevado respecto del área de imagen. El área de relieve hace contacto con un rodillo entintado y este entra en contacto directamente con el papel a través de la presión que ejerce un cilindro contra.

 - **Litografía:** método de impresión basado en la repulsión entre el agua y el aceite, siendo un método indirecto de impresión. Que consiste en transferir indirectamente la tinta al papel con una mantilla de goma.

 - **Flexografía:** tipo de impresión en relieve, derivado de la impresión tipográfica que usa un mecanismo para clichés plásticos y tintas fluidas de capa delgada que secan por evaporación como se muestra la figura 1.13. Este método se caracteriza por tener placas flexibles hechas de un hule o plástico suave y usar tintas de secado rápido y con base de agua. El mecanismo utiliza variedad de materiales, como acetato, poliéster, polietileno, papel periódico, entre otros. Y por su versatilidad éste método se utiliza mucho para envases.
-

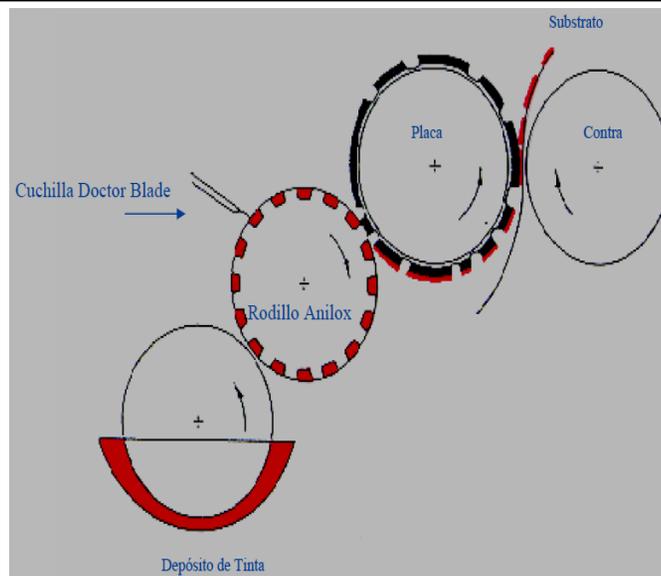


Figura 1.13.Mecanismo de impresión en Flexografía

B) INDIRECTO: el modo indirecto es cuando la placa impresora (imagen) no tiene contacto directo con el sustrato o papel y entre estos sistemas se encuentran el offset plano y offset rotativo ó web offset.

- **Offset rotativo:** tiene el mismo fundamento que el sistema offset plano, la diferencia es que este sistema es utilizado para tirajes de alto volumen, los equipos de offset rotativo son operados a velocidades superiores a 30,000 pliegos por hora y por tal motivo tienen cabezales de impresión que generan la producción de imágenes en ambas caras del papel empleado para dicho proceso (Este modo de impresión también lo contienen algunas máquinas de offset plano). La diferencia entre offset plano y rotativo es que este último contiene hornos de aire caliente y es utilizado para acelerar el secado de la tinta depositada en el papel.
- **Offset plano:** modo de impresión indirecto ya que la placa (imagen) no tiene contacto con el papel al imprimir, el fundamento de la litografía offset funciona a partir de un principio de que el agua y el aceite no se mezclan; es decir; la placa porta imágenes se monta sobre un cilindro (la prensa o equipo de impresión contiene una serie de rodillos y cilindros).

Un mecanismo de rodillos depositan a la placa una solución base agua (zonas sin imagen) y otro grupo de rodillos aplican tinta base de aceite (zonas con imagen). En este paso las zonas de imagen y sin imagen quedan separadas entre sí, posteriormente la imagen entintada se transfiere a un cilindro intermedio llamado porta mantilla o blanket, la imagen entintada o

depositada en la mantilla es finalmente transferida al papel a través de presión que establece el cilindro portamantilla y el cilindro contra, como ilustra la figura 1.14 [12].

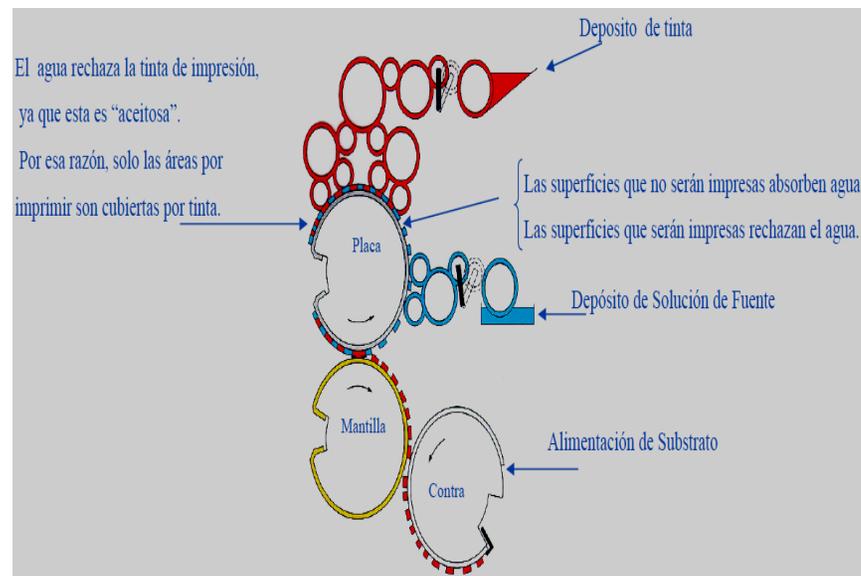


Figura: 1.14 Mecanismo de impresión offset

C) SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL

Por medio de los programas existentes se puede seguir todo el proceso de una publicación sin la intervención de agentes externos. Obviamente los costos y el tiempo se reducen en gran medida. Existen varios tipos de impresoras digitales, los principales son:

- **Laser:** la impresora utiliza carga electrostática con el tóner o tinta en polvo para crear la imagen como muestra la figura 1.15. Esta imagen entonces se transfiere a papel electrostáticamente mezclando polvo de tinta seca en un tambor de metal, con el uso del rayo láser. En otras palabras las imágenes se crean electrostáticamente mezclando polvo de tinta seca en un tambor de metal, con el uso del rayo láser [13].

La velocidad de este tipo de aparatos es muy variable puede ir desde 4 a 20 que sería para impresiones caseras o de bajo tiraje hasta 4,000 por hora en adelante. Un punto importante de este tipo de impresoras es la resolución de la imagen. Las menos costosas pueden dar buena calidad con 300 dpi pero se llega hasta 1,000 o más.

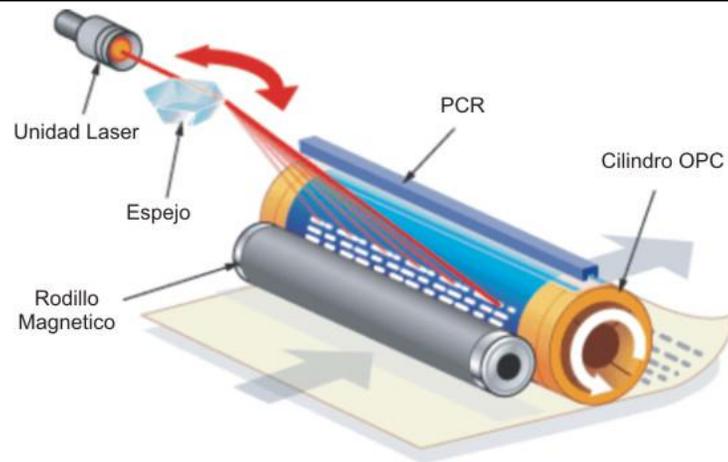


Figura 1.15. Mecanismo laser

- **Inyección de tinta:** en la industria editorial algunas revistas imprimen el nombre del suscriptor directamente en la portada/contraportada y lo hacen mediante este sistema figura 1.16, lo que elimina el uso de etiquetas o también para mandar cartas personalizadas dentro de las mismas publicaciones. Este mecanismo es óptimo para el diseño de la máquina combinadora de pliego calculando dimensiones y agregando rodillos extras y guías para el sustrato que en este caso sea papel o cartón.

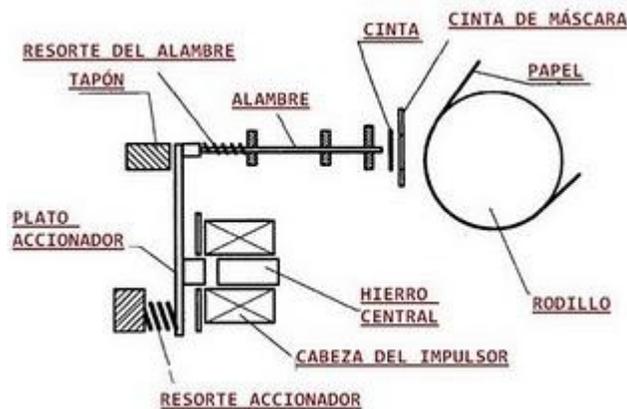


Figura 1.16. Mecanismo de inyección

- **Impresión directo a Placa (CTP- Computer To Plate):** se parte de un archivo de computadora, del cual electrónicamente se hacen las imposiciones. Se hacen pruebas de color digitalmente, de dos lados y con imposiciones. La placa es expuesta directamente a través de una máquina digital [14].

En la actualidad no existe mecanismos de combinación de pliegos, existen otro tipo de mecanismo que son alimentadores como se muestran en la figura 1.17 y 1.18 de las marcas Heidelberg y Lithrone de alimentación en este rubro de gran formato y que cuenta con las características para el diseño en cuanto a dimensiones y velocidad de impresión pero debido a su costo, ingeniería y al aplicar electrónica digital, mecánica, neumática, hidráulica es posible basarnos en la idea pero de muy alto costo a diferencia de la aplicación mecánica. En la figura 1.20 se presenta este sistema llamado feeder (alimentadores) y queda para futura idea de diseño para la máquina combinadora de pliegos [15].



Figura 1.17. Mecanismo alimentador marca Heidelberg



Figura 1.18. Mecanismo de alimentación marca Lithrone



1.9 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para llevar a cabo el principal objetivo de una empresa en el rubro de las Artes Gráficas es necesario dentro del proceso de realización de bolsas de papel, envoltura de regalos y calendarios realizar una combinación de diferentes diseños impresos en el sistema llamado offset. Para llevar este proceso de combinación de diseños impresos se realiza manualmente al colocar en una mesa de trabajo los diferentes modelos a combinar y posteriormente tomar cada uno de estos modelos impresos y colocándolos en otra mesa de trabajo.

El proceso de combinación puede ser de 2 a 4 modelos diferentes de diseño impreso el cual es realizado por 6 personas en un espacio de 300 m² y teniendo como estándar de producción de combinación 250 hojas por hora de cada persona. Al desarrollar la máquina combinadora de pliegos de papel o cartón se alcanzará con el mecanismo de la máquina una velocidad de 100 pliegos por minuto tomando en cuenta que esta máquina será operada por 2 personas. Tomando en cuenta tendremos una disminución de personal empleado para la combinación de pliegos, espacio de trabajo y tiempo requerido para este proceso de combinación y por otra parte un incremento de la producción de 500 hojas por hora con 2 personas a 6000 hojas por hora con dos personas. Este diseño se toma con referencia a los sistemas que hoy en día existen dentro del rubro y que son mencionados dentro del capítulo uno de esta tesis para las Artes Gráficas. Debido a la gran demanda de estos productos en las 4 temporadas del año se encuentra la necesidad de diseñar la máquina combinadora de pliegos para evitar un cuello de botella y otros requerimientos del cliente al desear producto diferente en uno de los procesos de las Artes Gráficas.

En el siguiente capítulo 2 se da una introducción formal a los aspectos teórico-prácticos necesarios para poder establecer los mecanismos y fórmulas para calcular los mismos, así también las fórmulas para el cálculo de motores, poleas, bandas, chumaceras que serán adaptadas al mecanismo de la máquina que estará sobre un soporte para que realice la combinación de los pliegos y a través de una banda se transporten hacia un objetivo específico.

Se determinará a través de la metodología QFD (Despliegue de la Función de Calidad) los requerimientos del cliente que se estudian para el diseño de la máquina que efectuará el objetivo principal de esta tesis.



REFERENCIAS

- [1] Print Media Academy, Publicación Artes Gráficas, Heidelberg Druckmaschinen A.G. (2009).
- [2] Enciclopedia Británica, Celulosa, Enciclopedia, Vol.3, 26th edición Ed. Prentice Hall.- (1997).
- [3] College park, Paper history, Revista Paper history, Vol. 5 Miren Creixelland.heidelberg, (2008).
- [4] Group printer, Characteristics of the paper, Sappi fine paper Europe, (2007).
- [5] José Rodríguez Tarango, Cartón y desarrollo, Editorial trillas, Primera edición, Packaging México, (p-p 1-4), (2001).
- [6] Magali Peña Del Olmo, Envases y embalajes de cartón tecnología y desarrollo, Primera Edición. México, (p-p 12-14), (2001).
- [7] Sappi Europe SA, Communications, Paper Characteristics, Print systems. [http:// www.sappi.com](http://www.sappi.com), 29 de agosto del 2001,
- [8] José Rodríguez Tarango, Cartón y desarrollo, Editorial trillas, Primera edición, Packaging México, (p-p 1-4), (2001).
- [9] Group printer, Characteristics of the paper, Sappi fine paper Europe, (2007).
- [10] Silvie Turner. "Appendices. A Short History of Papermaking." Which Paper?. Ed. Design Press. New York, (p-p 114-116), (1991).
- [11] Joseph W. Webb, Ph.D, Diez tendencias innegables que afectan la industria gráfica, (2008).
- [12] Print Media Academy, Publicación mecanismos de impresión, Heidelberg Druckmaschinen A.G. (2009).
- [13] Robert Siu, Printpack, Inc, Sistemas de impresión laser, flexible y su relación con los Sustratos, México, (2004).
- [14] Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria de la Comunicación Gráfica, Impresión CTP, (CONAGRAF), (2008).
- [15] Unión de Industriales Litógrafos de México A.C., Mecanismos de alimentación, México, (2007).



MARCO TEÓRICO

En este capítulo se dan las bases para el diseño de la máquina combinadora de pliegos, elementos y variedad de piezas para la construcción de la misma, así como diferentes elementos de sujeción fija y desmontable para el armado de la máquina.



2.0 GENERALIDADES

La esencia de la ingeniería es la utilización de los recursos y las leyes de la naturaleza para beneficiar a la humanidad. El diseño en la ingeniería mecánica es una parte principal de la ingeniería, trata de la concepción, diseño, desarrollo y aplicación de las máquinas.

Los ingenieros en la actualidad trabajan en el diseño y desarrollo de productos para una sociedad completamente diferente a cualquiera que haya existido antes, hoy en día se dispone de mayor información que la que tuvieron antes los ingenieros en el pasado. Por lo tanto, son capaces de dar soluciones mejores y distintas para satisfacer las necesidades del presente. La calidad dependerá del ingenio, imaginación, comprensión profunda de la necesidad de las empresas y la tecnología en la cual se apoyan las soluciones. Las consideraciones técnicas del diseño de partes mecánicas se centra en dos áreas principales: 1) las relaciones de esfuerzo- deformación-resistencia que involucran las propiedades globales de un elemento sólido, y 2) los fenómenos superficiales que abarcan la fricción lubricación, desgaste y deterioro provocado por el medio ambiente [16].

La primera parte de esta tesis se da a conocer diferentes sistemas de impresión de los cuales se toma la idea para desarrollar el mecanismo de la máquina combinadora de pliegos, la segunda parte trata sobre las aplicaciones para lograr partes específicas de la máquina. Además de los tradicionales elementos fundamentales de las consideraciones económicas y tecnológicas, en cuanto al diseño y mejoramiento de los sistemas y partes mecánicas, se menciona diferentes tablas para la selección de diferentes componentes como lo son poleas, motores, chumaceras, y bandas. Tales puntos se exponen brevemente en los siguientes renglones.

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO

En la mayoría de los diseños de ingeniería se hacen varias consideraciones, por lo que el ingeniero tiene que utilizar los conocimientos para establecer cual es más importante. Aunque ninguna simple lista de verificación mencionada aquí puede ser adecuada o completa, puede ser de ayuda organizar categorías principales [17]:

a) Consideraciones tradicionales

- Para todo el cuerpo de la parte: resistencia, deflexión, peso, tamaño y forma.



- Para superficies de la parte: desgaste, lubricación, corrosión, fuerzas de fricción, calor generado por la fricción.
- Costos
- b) Consideraciones modernas
 - Seguridad
 - Ecología
 - Calidad de vida
- c) Consideraciones diversas
 - Confiabilidad y conservación técnica.
 - Estética

Con frecuencia las diversas consideraciones de diseño parecen ser incompatibles hasta que el ingeniero no elabora una solución ingeniosa con suficiente imaginación.

2.2 TRABAJO Y ENERGÍA

En todos los aparatos mecánicos hay cargas y movimientos, los cuales, combinados, representan trabajo y energía. Por lo tanto, es conveniente revisar estos conceptos básicos en el contexto de los dispositivos mecánicos representativos donde se representa con la ecuación 2.1 [18].

$$W = F(2\pi R) \quad (2.1)$$

Si la fuerza es de 1 N y el radio es de 1 m, el trabajo es 2π N.m.

El trabajo también es igual al par de torsión multiplicado por la distancia angular medida en radianes quedando la ecuación como se indica 2.2. Entonces, si una rueda gira cuando se aplica al eje un par de torsión T (igual al producto de F por R) y no la fuerza tangencial, el trabajo realizado de una revolución será:

$$\text{Trabajo} = (2\pi T) \quad (2.2)$$

2.3 POTENCIA.

El trabajo o la energía que se relaciona con los dispositivos mecánicos se asocian en forma invariable con el tiempo; por lo tanto, aparece la potencia, es decir, el trabajo realizado por unidad de tiempo.

En las unidades SI, el Watt (W) se define como 1 J/s, que es lo mismo que 1N m/s. por lo tanto, 1 kW = 60000 N.m/min. Para determinar la potencia en kilowatts (kW) correspondiente al par de torsión T (medido en newton metros) y una velocidad de rotación n (medida en revoluciones por minuto), se combina la definición de un kilowatt con la ecuación (2.2). Y la ecuación 2.3 se muestra a continuación.

$$kW = \left(\frac{2\pi nT N.m}{60000} \right) = \left(\frac{nT N.m}{9549} \right) \quad (2.3)$$

En las unidades del sistema inglés, el caballo de fuerza se define como una potencia de 33000 pies lb/min.

$$Hp = \left(\frac{2\pi nT lb pie}{33000} \right) = \left(\frac{nT lb pie}{5252} \right) \quad (2.4)$$

2.4 DEFINICIÓN DE ENGRANE

Engranaje es una rueda o cilindro dentado empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra. Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina tren de engranajes [19]. Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio, pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa.

2.4.1 TIPOS DE ENGRANE

La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado [20]. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes, como se muestra en la figura 2.1.

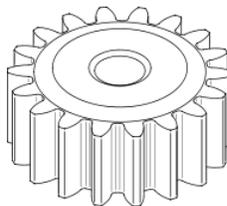


Figura 2.1. Piñón recto de 18 dientes

Ejes paralelos:

- Cilíndricos de dientes rectos
- Cilíndricos de dientes helicoidales

- Doble helicoidales

Ejes perpendiculares:

- Helicoidales cruzados
- Cónicos de dientes rectos
- Cónicos de dientes helicoidales
- Cónicos hipoides
- De rueda y tornillo sinfín

2.5.2 GEOMETRÍA Y NOMENCLATURA

CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UN ENGRANAJE DE DIENTES RECTOS

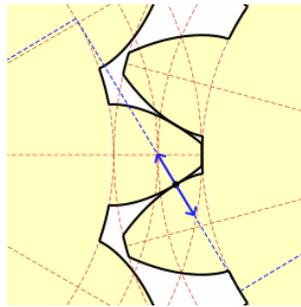


Figura 2.2. Representación de las características de un engranaje

El requisito básico de la geometría del diente de engrane es que deben existir relaciones de velocidad angular que sean exactamente constantes. Por ejemplo la relación de velocidad angular entre un engrane de 20 dientes con uno de 40 dientes debe ser precisamente 2 en cualquier posición. La manufactura y deflexiones de los dientes imprecisas pueden causar ligeras desviaciones en las razones de velocidad; pero los perfiles de dientes aceptables están basados en curva teóricas que cumplen este criterio [21]. Los engranajes rectos son el tipo de engranaje más simple que existe. Se utilizan generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificadas, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan.

- **Diente de un engranaje:** son los que realizan el esfuerzo de empuje y transmiten la potencia desde los ejes motrices a los ejes conducidos. El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está constituido por dos curvas envolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo [22].

- **Módulo:** el módulo de un engranaje es una característica de magnitud que se define como la relación entre la medida del diámetro primitivo expresado en milímetros y el número de dientes. En los países anglosajones se emplea otra característica llamada Diametral Pitch, que es inversamente proporcional al módulo. El valor del módulo se fija mediante cálculo de resistencia de materiales en virtud de la potencia a transmitir y en función de la relación de transmisión que se establezca. El tamaño de los dientes está normalizado. El módulo está indicado por números. Dos engranajes que engranen tienen que tener el mismo módulo.
- **Circunferencia primitiva:** es la circunferencia a lo largo de la cual engranan los dientes. Con relación a la circunferencia primitiva se determinan todas las características que definen los diferentes elementos de los dientes de los engranajes.
- **Paso circular:** es la longitud de la circunferencia primitiva correspondiente a un diente y un vano consecutivos.
- **Espesor del diente:** es el grosor del diente en la zona de contacto, o sea, del diámetro primitivo.
- **Número de dientes:** es el número de dientes que tiene el engranaje. Se simboliza como (Z). Es fundamental para calcular la relación de transmisión. El número de dientes de un engranaje no debe estar por debajo de 18 dientes cuando el ángulo de presión es 20° ni por debajo de 12 dientes cuando el ángulo de presión es de 25° .

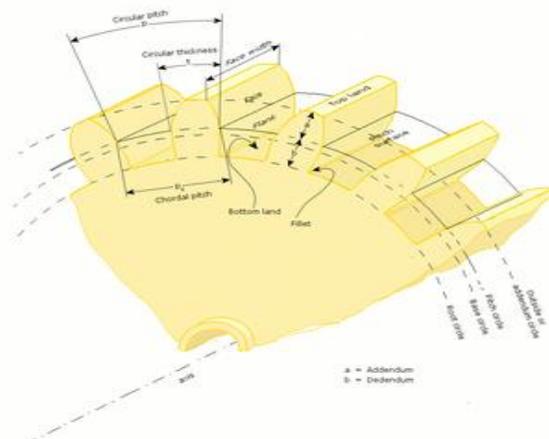


Figura 2.3. Elementos de un engranaje

- **Diámetro exterior:** es el diámetro de la circunferencia que limita la parte exterior del engranaje.



- **Diámetro interior:** es el diámetro de la circunferencia que limita el pie del diente.
- **Pie del diente:** también se conoce con el nombre de dedendum. Es la parte del diente comprendida entre la circunferencia interior y la circunferencia primitiva.
- **Cabeza del diente:** también se conoce con el nombre de adendum. Es la parte del diente comprendida entre el diámetro exterior y el diámetro primitivo.
- **Flanco:** es la cara interior del diente, es su zona de rozamiento.
- **Altura del diente:** es la suma de la altura de la cabeza (adendum) más la altura del pie (dedendum).
- **Ángulo de presión:** el que forma la línea de acción con la tangente a la circunferencia de paso, ϕ (20° ó 25° son los ángulos normalizados).
- **Largo del diente:** es la longitud que tiene el diente del engranaje.
- **Distancia entre centro de dos engranajes:** es la distancia que hay entre los centros de las circunferencias de los engranajes.
- **Relación de transmisión:** es la relación de giro que existe entre el piñón conductor y la rueda conducida. La R_t puede ser reductora de velocidad o multiplicadora de velocidad. La relación de transmisión recomendada tanto en caso de reducción como de multiplicación depende de la velocidad que tenga la transmisión con los datos orientativos que se indican en las ecuaciones 2.5, 2.6 y 2.7.

$$R_t = \frac{1}{10} = \textit{Velocidad lenta} \quad (2.5)$$

$$R_t = \frac{1}{7} - \frac{1}{6} = \textit{Velocidad normal} \quad (2.6)$$

$$R_t = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} = \textit{Velocidad elevada} \quad (2.7)$$

Hay dos tipos de engranajes, los llamados de diente normal y los de diente corto cuya altura es más pequeña que el considerado como diente normal [23]. En los engranajes de diente corto, la cabeza del diente vale $(0.75 \cdot M)$, y la altura del pie del diente vale (M) siendo el valor de la altura total del diente $(1.75 \cdot M)$.

A continuación se presenta las fórmulas para calcular un engrane recto que estas ayudarán en el capítulo 4, a calcular el mecanismo de la máquina.

Tabla 2.1 Fórmulas constructivas de los engranajes rectos.

Diámetro primitivo:	$D_p = g \cdot M$	Módulo:	$M = \frac{D_p}{Z}$
Paso circular:	$P_c = \pi \cdot M$	Número de dientes:	$Z = \frac{D_p}{M}$
Diámetro exterior:	$D_{e_e} = (Z + 2) \cdot M$	Espesor del diente:	$E = \frac{P_c}{2}$
Diámetro interior:	$D_i = D_p - 2,50 \cdot M$	Pie del diente:	$1,25 \cdot M$
Altura del diente:	$(2,25 \cdot M)$	Cabeza del diente:	M
Ecuación general de transmisión:	$N \cdot Z = n \cdot z$	Distancia entre centros:	$\frac{(D_p + d_p)}{2}$

2.5 ANÁLISIS DE FUERZA ENTRE ENGRANES

La fuerza entre los dientes correspondientes puede descomponerse en dos componentes en el punto de paso [24].

- Componente tangencial F_t , la cual, cuando se multiplica por la velocidad de la línea de paso, interviene en la potencia transmitida.
- Componente radial F_r , la cual no trabaja pero tiende a empujar los engranes separándolos.

Para analizar la relación entre las componentes de fuerza del engrane y la potencia asociada al eje y velocidad de rotación se considera la ecuación 2.8, observe que la velocidad de la línea de paso del engrane en pies por minuto es igual a:

$$V = \pi d n / 12 \quad (1.1)$$

(2.8)

Donde:

V= velocidad de línea de paso

d= diámetro del círculo primitivo

n= revoluciones por minuto

Donde d es el diámetro primitivo en pulgadas del engrane que gira a n revoluciones por minuto por definición la potencia transmitida es:



$$Hp = F_t V / 33,000 \quad (2.9)$$

Donde:

F_t esta en libras y V esta en pies por minuto y en el Sistema Internacional tenemos:

$$V = A = \pi d n / 60,000 \quad (2.10)$$

Donde:

d = esta en mm,

n = en revoluciones por minuto

V = en m/s

La potencia transmitida en Watts es igual a:

$$W = F_t V \quad (2.11)$$

Donde:

F_t esta en Newtons

2.6 RESISTENCIA DE ENGRANES RECTOS

Se ha tratado la geometría de engranes y el análisis de fuerza, ahora se vuelve a comentar que par de torsión o potencia transmitirá sin tener falla en los dientes, el primer análisis reconocido de los esfuerzos en los dientes de engranes lo presento Wilfred Lewis en Philadelphia en 1982 [25]. La ecuación 2.12, todavía sirve como base para el análisis de esfuerzo de flexión de en los dientes de engrane.

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{6 F_t H}{bt^2} \quad (2.12)$$

El límite de resistencia a la fatiga apropiado se estima mediante la siguiente ecuación que a continuación se explica.

K_v = factor de velocidad dinámico: indica la severidad del impacto a medida que engranan pares sucesivos de dientes. Esto es una función de la velocidad de la línea de paso y de la precisión de la manufactura.

K_o = factor de sobrecarga: refleja la precisión de falta de uniformidad de los pares de torsión de transmisión de carga, los cuales se toman de la tabla 2.2.



Tabla 2.2. Factor de corrección por sobrecarga K_o

	Maquinaria impulsada		
Fuente de potencia	Uniforme	Choque moderado	Choque severo
uniforme	1.00	1.25	1.75
Choque ligero	1.25	1.50	2.00
Choque medio	1.50	1.75	2.25

K_m = factor de montaje: refleja la precisión en la alineación de los engranes acoplados y se expresa en la tabla 2.3, que se usa de base para estimaciones aproximadas.

Tabla 2.3. Factor de corrección por montaje K_m

CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE	ANCHO DE CARA EN PULGADAS			
	0 a 2	6	9	16 y más
Montaje preciso, claros pequeños de cojinete, engaños de precisión.	1.3	1.4	1.5	1.8
Montajes menos rígidos, engranes menos precisos, contacto en toda la cara.	1.6	1.7	1.8	2.2
Exactitud y montaje tal que el contacto existe en menos de la cara completa.	Más de 2.2			

K_r = factor de corrección por confiabilidad: por conveniencia, los valores que corresponden a una desviación estándar del 8% del límite de resistencia de fatiga se da en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Factor de confiabilidad K_r con una desviación estándar del 8%.

Confiabilidad %	50	90	99	99.9	99.99	99.999
Factor K_r	1.000	0.897	0.814	0.753	0.702	0.659

C_s = factor de superficie, este corresponde a la superficie del filete donde es probable que inicie una grieta por fatiga (Este equivale a una superficie maquinada).

K_t = factor de temperatura, para engranes de acero use $K_t = 1.0$ y la temperatura (por lo común se estima basándose en la temperatura del lubricante) es menor de 160 grados.

K_{ms} = factor medio de esfuerzo usar 1.0 para engranes secundarios (Sujetos a flexión en los dos sentidos) y 1.4 para los engranes conducidos y de salida (Flexión en un solo sentido).

$$S_n = S_n C_L C_G C_S K_r K_t K_{ms} \quad (2.13)$$

Donde:

S_n =límite estándar de resistencia a la fatiga de R.R Moore.

C_L = factor de carga= 1.0 para cargas de flexión.

C_G = factor de gradiente = 1.0 para $P > 5$ y 0.85 para $P \leq 5$.

2.7 UNIÓN

En la mayoría de los casos, las máquinas, herramientas, útiles y mecanismos están compuestos por varias piezas unidas entre sí para cumplir su función. En este capítulo se analizarán diferentes formas de unión.

2.7.1 TIPOS DE UNIONES

Las uniones pueden ser de dos tipos:

Desmontables: permiten separar las piezas con facilidad, sin romper el medio de unión ni las propias piezas.

Fijas o no desmontables: se realiza con piezas cuyo desmontaje no se prevé durante la vida útil de la máquina o estructura o, en otros casos, por seguridad o exigencia del diseño. Para la separación de las piezas necesitamos romper el elemento de unión o, en muchos casos, deteriorar alguna de las piezas [26]. En la tabla 2.5 encontramos una clasificación general.

Tabla 2.5. Clasificación de tipos de uniones.

Material	Unión desmontable	Unión fija
Metales	<ul style="list-style-type: none">• Elementos roscados• Pasadores• Chavetas• Ejes estriados• Guías	<ul style="list-style-type: none">• Remaches y roblones• Piezas ajustadas a presión• Soldadura• Adhesivos
Plásticos	<ul style="list-style-type: none">• Elementos roscados.	<ul style="list-style-type: none">• Adhesivos
Madera	<ul style="list-style-type: none">• Elementos roscados	<ul style="list-style-type: none">• Clavo• Adhesivos
Textiles	<ul style="list-style-type: none">• Botón y ojal• Cremallera• Tiras de velero• Corchetes	<ul style="list-style-type: none">• Costura• Adhesivos
Cerámicos	<ul style="list-style-type: none">• Elementos roscados	<ul style="list-style-type: none">• Adhesivos
Pétreos		<ul style="list-style-type: none">• Adhesivos• Cementos

2.8 ELEMENTOS ROSCADOS

Los elementos roscados por excelencia son los tornillos y las tuercas, cuya utilización es muy común en todo tipo de máquinas y mecanismos, con una gran variedad de formas y tamaños.

2.8.1 SELECCIÓN DE PERNOS (O TORNILLOS) PARA SOPORTAR CARGA ESTÁTICA.

La fuerza primaria aplicada a los pernos es de tensión, cortante o una combinación de ambas. También hay por lo común cierta flexión debido a que las superficies que están sujetas no son paralelas en forma precisa ni perpendiculares al eje del perno y debido a las deflexiones de los elementos cargados. Antes de considerar es importante reconocer que los tornillos y los pernos algunas veces se seleccionan en forma más bien arbitraria [27]. Tal es el caso en usos que no son críticos, donde las cargas son pequeñas, por ejemplo, la sujeción de placas de vigencia de los automóviles. Funciona casi cualquier tamaño, incluyendo más pequeños de los que se usan. La selección es un asunto de criterio basado en factores como apariencia, facilidad de manipulación, ensamble y costo. Hasta en aplicaciones de pernos que implican fuerzas muy conocidas, se usan algunos pernos más grandes de lo necesario, porque un tamaño pequeño no parece ser correcto y el costo por usar pernos mas grandes es mínimo, la ecuación 2.14 indica la selección de pernos.

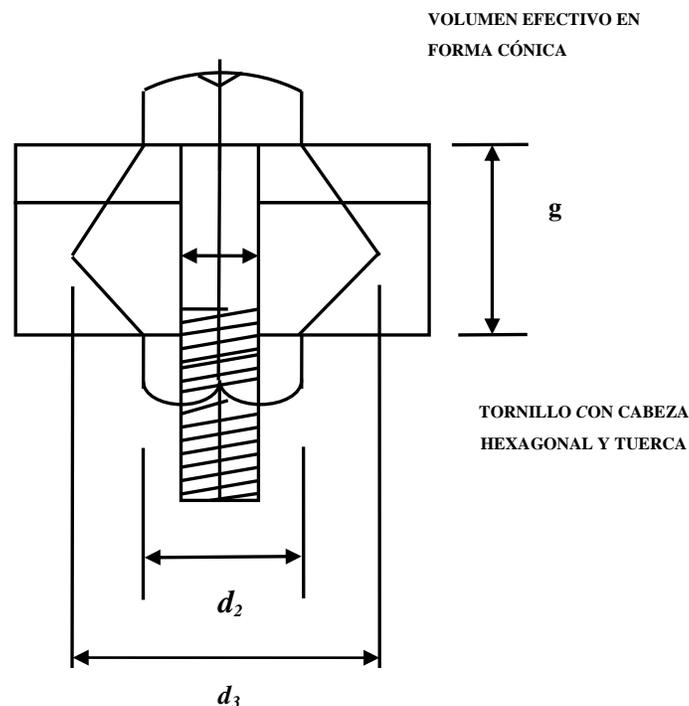


Figura 2.4. Selección de pernos



$$A_c = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2 - d_1^2 \quad (2.14)$$

Donde:

$d_1 = d$ (para claros pequeños)

$d_2 = 1.5d$ (para pernos con cabeza hexagonal estándar)

$d_3 = d_2 + g \tan 30^\circ = 1.5d + g \tan 30^\circ$

La sustitución de estos valores conduce a la ecuación 2.15:

$$A_c = \frac{\pi}{16} (5d^2 + 6dg \tan 30^\circ + g^2 \tan^2 30^\circ) d^2 + 0.68 dg + 0.065g^2 \quad (2.15)$$

Si las partes sujetas son suaves, el uso de arandelas planas de acero endurecido aumenta el valor efectivo de A_c .

Fórmula para calcular un par de torsión de apriete estimado.

$$T = 0.2 F_i d \quad (2.16)$$

Donde:

$d =$ diámetro nominal de la cuerda

$f_i =$ carga

2.8.2 APRIETE Y TENSION INICIAL DE PERNOS O TORNILLOS

Para la mayoría de los usos, los ensambles con tornillo y pernos con tuerca, idealmente, deberían apretarse hasta producir una fuerza de tensión inicial F_i casi igual a la carga de prueba total, la cual se define como la máxima fuerza a la tensión que no produce un asentamiento permanente medible en forma normal (Ésta es un poco menor que la fuerza de tensión que produce un alargamiento permanente de 0.2 % en una prueba estándar para determinar S_y . entonces las tensiones iniciales se especifican por lo común con la ecuación 2.17 [28].

$$F_i = 0.9 A_t S_p \quad (2.17)$$

Donde:

$A_t =$ área de esfuerzo a la tensión de la cuerda.

$S_p =$ Resistencia de prueba del material tabla (especificaciones para el acero usado en tornillos)

$K_i = 0.9 =$ constante para cargas estáticas

Tabla 2.6. Dimensiones básicas de roscas métricas ISO para tornillos.

DIÁMETRO NOMINAL d(mm)	ROSCAS DE PASO BASTO		ROSCAS DE PASO FINO	
	PASO P (mm)	ÁREA DE ESFUERZO (At) mm ²	PASO P(mm)	ÁREA DE ESFUERZO (At) mm ²
3	0.5	5.03		
3.5	0.6	6.78		
4	0.7	8.78		
5	0.8	14.2		
6	1	20.1		
7	1	28.9		
8	1.25	36.6	1	39.2
10	1.5	58.0	1.25	61.2
12	1.75	84.3	1.25	92.1
14	2	115	1.5	125
16	2	157	1.5	167
18	2.5	192	1.5	216
20	2.5	245	1.5	272

Tabla 2.7. Especificaciones para el acero usado en tornillos y pernos

CLASE SAE	DIÁMETRO D (MM)	CARGA DE PRUEBA RESIST: SF (MPA)	RESISTENCIA A CEDENCIA SY (MPA)	RESIST. A LA TENSIÓN SU (MPA)	ALARGAM- -IENTO MÍNIMO (%)	REDUCCIÓN MÍNIMA DEL ÁREA (%)	DUREZA ROCKWELL DEL NÚCLEO	
							MIN.	MAX.
4.6	5 A 36	225	240	400	22	35	B67	B87
4.8	1.6 A 16	310		420			B71	B87
5.8	5 A 24	380		520			B82	B95
8.8	17 A 36	600	660	830	12	35	C23	C34
9.8	1.6 A 16	650		900			C27	C36
10.9	6 A 36	830	940	1040	9	35	C33	C39
12.9	1.6 A 36	970	1100	1220	8	35	C38	C44

2.9 PASADORES

Los pasadores son varillas metálicas de secciones variadas, normalmente circulares, que realizan la unión entre dos piezas interponiéndose entre ellas, "pasando a través de ellas" [29].

- **cumplen la función**

- de sujeción o inmovilización y
- de posicionamiento relativo entre las piezas que atraviesan.

- Este tipo de unión no deberá presentar esfuerzos importantes.

2.9.1 TIPOS DE PASADORES:

- pasadores cónicos
- pasadores de aletas
- pasadores cilíndricos
- pasadores cónicos con espiga roscada
- pasadores partidos
- pasadores elásticos

2.9.2 PASADORES CÓNICOS

Se emplean en la fijación de piezas en máquinas y herramientas. El diámetro nominal corresponde con el más delgado, que es el que se fija en el agujero, y coincide con el valor de los redondeos extremos. De acero dulce, presentan una conicidad de 1:50 El alojamiento del pasador se mecaniza una vez ensambladas las dos piezas, en la figura 2.5 muestra dimensiones y conicidad de un perno.

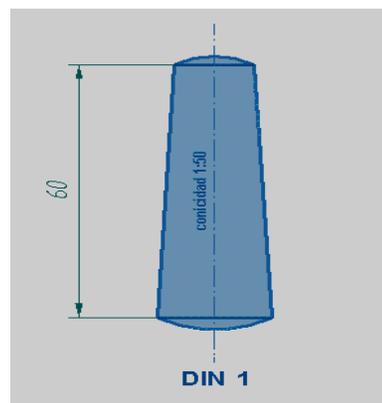


Figura 2.5 Designación d x L DIN.

2.10 CHAVETAS

Chavetas son piezas prismáticas en forma de cuña, capaces de transmitir esfuerzos entre las piezas que unen, en la figura 2.6 se muestra una diversidad de chavetas existentes en el mercado [30]. Las chavetas se introducen en un entalle o ranura practicada a la pieza y denominado chavetero.



Figura 2.6 Chavetas.

Son elementos de forma más o menos prismática que se intercalan entre el cubo y el eje para impedir el movimiento relativo entre ambas posición paralela al eje de ambas piezas normalizadas y determinadas por las normas DIN.

Se clasifican:

CHAVETAS LONGITUDINALES

- ✓ Enchavetados forzados: Por acañamiento
- ✓ Chavetas sin cabeza
- ✓ Chavetas con cabeza
- ✓ Enchavetados libres: Permiten la traslación entre las dos piezas
- ✓ Lengüetas,
- ✓ Lengüetas redondas

2.11 LENGÜETAS

Lengüetas son las piezas similares a las chavetas que se fijan mediante tornillos, como se muestra en la figura 2.7. Aunque las lengüetas de disco no precisan sujeción adicional. Permiten el desplazamiento longitudinal de las piezas que une pero no permite el giro.

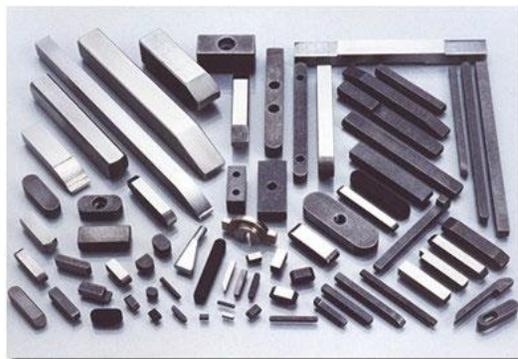


Figura 2.7. Lengüetas.

2.12 UNIONES MECÁNICAS

Existen varios tipos de uniones mecánicas disponibles como se muestra en la figura 2.8 , para cumplir con la necesidad más específica requerida por los distintos usuarios, cada uno de los diseños proporciona una adecuada fuerza de sujeción a las uniones mecánicas sin disminuir la integridad de la armazón de la cinta transportadora: algunas ventajas de las uniones mecánicas son:

- Las uniones mecánicas se instalan rápidamente.
- La instalación de grapas metálicas es un proceso más sencillo que la vulcanización.
- Las uniones mecánicas son una alternativa más económica.
- Las uniones mecánicas permiten realizar mantención preventiva.
- Las cintas transportadoras con unión mecánica permiten ser retiradas para mantención y limpieza de los equipos.



Figura 2.8. Unión mecánica de bandas.

2.13 PROCESO DE SELECCIÓN DE RODAMIENTOS Y VIDA ÚTIL.

Los diferentes tipos de rodamientos pueden ser de bolas o de rodillos, en general, los rodamientos de bolas son capaces de desarrollar velocidades más altas, y los rodillos pueden soportar cargas más grandes. La mayoría de los rodamientos pueden clasificarse en una de tres categorías:

- Radial: para soportar cargas que son principalmente radiales.
- De empuje o contacto axial: para soportar cargas axiales.
- Contacto angular: para soportar cargas axiales y radiales combinadas.

Los rodamientos de rodillos también se clasifican, según la configuración de los rodillos, en los cuatro tipos cilíndricos, esféricos, cónicos, y de agujas. Los rodamientos de agujas pueden considerarse como un caso especial de rodillos cilíndricos donde estos tienen razón de largo diámetro de cuatro o más grande.



Las tolerancias de manufactura son en extremo críticas. En el caso del rodamiento de bolas, el anular Bearing Engineers Committee (ABEC) de la Anti-Friction Bearing Manufacturers Association (AFBMA) ha establecido cuatro grados básicos de precisión, denominados ABEC 1, 5, 7, 9. ABEC 1 es el grado estándar, y es adecuado para la mayoría de las aplicaciones normales. Los otros grados tienen tolerancias progresivamente más finas. Por ejemplo, las tolerancias en los orificios del rodamiento que están entre los límites 35 y 50 mm varían de +0.0000 pulgadas a - 0.0005 pulgadas para el grado ABEC 1 a + 0.00000 pulgadas a - 0.00010 pulgadas para el grado ABEC 9. Las tolerancias entre otras dimensiones semejantes. En forma similar AFBMA Roller Bearing Engineers Committee ha establecido estándares RBEC 1 y 5 para rodamientos con rodillos cilíndricos [31].

El tamaño del rodamiento que se seleccione para uso dado por lo común está determinado por el tamaño del eje requerido (Debido a la resistencia y rigidez) y por el espacio disponible. También, el rodamiento debe tener una capacidad nominal de carga suficientemente alta para proporcionar una combinación aceptable de vida y confiabilidad.

Otra consideración especial es la velocidad máxima. La restricción es en cuanto a la velocidad lineal de la superficie y no por velocidad de rotación; por lo tanto, los rodamientos pequeños pueden operar a más revoluciones por minuto más altas que los grandes. La lubricación de los cojinetes es especialmente importante en las aplicaciones de alta velocidad, siendo la mejor por rocío o aspersión fina de aceite. Esto proporciona la película de lubricantes necesaria y arrastra el calor de fricción con una mínima “perdida por agitación” dentro del mismo lubricante. En los rodamientos de bolas, los separadores metálicos permiten las velocidades más altas. Los rodamientos de precisión de una sola hilera de bolas ABEC1 con lubricación de rocío de aceite y separadores no metálicos, pueden correr a velocidades en la superficie del anillo interior hasta de 75 m/s con una vida de 30000 horas mientras soportan 1/3 de la capacidad nominal de carga. Esto se traduce a un valor DN (diámetro del agujero en mm multiplicado por las revoluciones por minuto) de cerca de 1.25×10^6 . Con una lubricación de goteo o salpicadura de aceite esta cifra se reduce casi 1/3 y, para lubricación con grasa, a cerca de 2/3. Bajo condiciones más favorables, los rodamientos de rodillos pueden operar hasta un DN de cerca de 450000. Para aplicaciones que impliquen velocidades de rotación extrema, es aconsejable consultar al fabricante del rodamiento.

El requerimiento de vida de los rodamientos por lo común requieren vidas diferentes a las usadas para las capacidades del catálogo. Palmgren [32] determinó que la vida de los rodamientos de bola

es inversamente proporcional a casi la tercera potencia de carga. Estudios posteriores han indicado que este exponente varía entre 3 y 4 para diversos cojinetes con elementos rodantes. Muchos fabricantes retienen el exponente Palmgren de 3 para rodamientos de bolas y usan 10/3 para rodamientos de rodillos y da la ecuación 2.18.

$$L = L_R \left(\frac{C}{F_R} \right)^{3.33} \quad (2.18)$$

Donde:

C= capacidad nominal (tabla 2.42)

L_r = vida correspondiente a la capacidad nominal 9×10^7 .

F_r = carga radial implicada en la aplicación

L= vida correspondiente a la carga radial F_r o vida requerida por la aplicación.

Tabla 2.8 Capacidades nominales de cojinetes. Vida 90×10^6 revoluciones con 90 % de confiabilidad.

Diámetro interior (mm)	Radial de bolas $\alpha=0^\circ$			Angular de bolas $\alpha=25^\circ$			Rodillos		
	L00 Xlt (kN)	200 (kN)	300 (kN)	L00 Xlt (kN)	200 (kN)	300 (kN)	1000 (kN)	1200 (kN)	1300 (kN)
10	1.02	1.42	1.90	1.02	1.10	1.88			
12	1.12	1.42	2.46	1.10	1.54	2.05			
15	1.22	1.56	3.05	1.28	1.66	2.85			
17	1.32	2.70	3.75	1.36	2.20	3.55	2.12	3.80	4.90
20	2.25	3.35	5.30	2.20	3.05	5.80	3.30	4.40	6.20
25	2.45	3.65	5.90	2.65	3.25	7.20	3.70	5.50	8.50
30	3.35	5.40	8.80	3.60	6.00	8.80	2.40	8.30	10.0
35	4.20	8.50	10.6	4.75	8.20	11.0	3.10	9.30	13.1
40	4.50	9.40	12.6	4.95	9.90	13.2	7.20	11.1	16.5
45	5.80	9.10	14.8	6.30	10.4	16.4	7.40	12.2	20.9
50	6.10	9.70	15.8	6.60	11.0	19.2	5.10	12.5	24.5
55	8.20	12.0	18.0	9.00	13.6	21.5	11.3	14.9	27.1
60	8.70	13.6	20.0	9.70	16.4	24.0	12.0	18.9	32.5
65	9.10	16	22.0	10.2	19.2	26.5	12.2	21.1	38.3
70	11.6	17	24.5	13.4	19.2	29.5		23.6	44.0
75	12.2	17	25.5	13.8	20.0	32.5		23.6	45.4
80	14.2	18.4	28.0	16.6	22.5	35.5	17.3	26.2	51.6
85	15	22.5	30.0	17.2	26.5	38.5	18.0	30.7	55.2

2.14 MOTORES

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento producido por un elemento motriz (fuerza de entrada) en un movimiento deseado de salida (fuerza de salida) llamado elemento conducido.

Elemento motriz elemento conducido: Estos elementos mecánicos suelen ir montados sobre los ejes de transmisión, que son piezas cilíndricas sobre las cuales se colocan los mecanismos.

Existen dos grupos de mecanismos:

1. Mecanismos de transmisión del movimiento.
2. Mecanismos de transformación del movimiento.

En estos mecanismos podemos distinguir tres tipos de movimiento.

1. Movimiento circular o rotatorio, como el que tiene una rueda.
2. Movimiento lineal, es decir, en línea recta y de forma continua.
3. Movimiento alternativo: es un movimiento de ida y vuelta, de vaivén. Como el de un péndulo.

Los mecanismos de transmisión son aquellos en los que el elemento motriz (o de entrada) y el elemento conducido (o de salida) tienen el mismo tipo de movimiento. Los mecanismos de transformación son aquellos en los que el elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento.

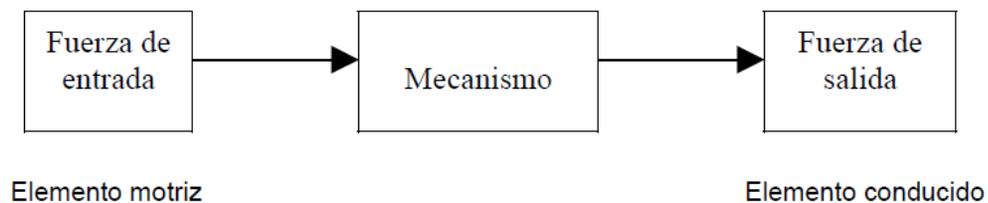


Figura. 2.9. Diagrama de mecanismo

El motor lo escogeremos en función de la potencia máxima a desarrollar sino de acuerdo con el término medio del valor de la carga. La carga máxima solo la utilizaremos como comprobación de que el motor escogido tiene un par motor suficiente para los casos en que la carga pueda alcanzar su valor máximo. Antes de determinar la potencia debe escogerse el tipo de motor en función del tipo de servicio que vaya a realizar; el primer paso en la elección del motor consistirá en determinar si el motor debe ser: abierto protegido o cerrado.

1. **Construcción abierta:** es más barata y tiene la ventaja de una fácil conservación ya que inducido, cojinetes y escobillas son fácilmente accesibles. El módulo de inercia es mínimo. Estos motores no se pueden utilizar ni en intemperie ni en atmósferas poco favorables (húmedas o polvorientas).
2. **Construcción protegida:** mismas ventajas que la construcción abierta, se suele proteger a los motores contra goteo, se pueden emplear en intemperie si la protección contra la lluvia es total incluso suponiendo una dirección de lluvia casi horizontal.
3. **Construcción cerrada:** ideales para intemperie o interiores con atmósferas desfavorables (polvorientas, húmedas o cargadas de ácidos), lugares donde puedan tener lugar proyecciones de agua u objetos o siempre que se requiera una construcción especialmente robusta.

Para la elección del motor deberá también tenerse en cuenta el número de revoluciones, habrá que elegir velocidades normales de serie, las velocidades anormales encarecen la instalación y dificultan posteriormente las sustituciones. Como regla general la potencia de un motor es tanto más grande cuanto mayor sea el número de revoluciones.

Para la elección del tamaño de los motores deberá tenerse en cuenta el tipo de servicio que van a realizar, según la normativa para máquinas eléctricas, esta será de servicio permanente o continuo.

Servicio permanente o continuo: el motor está funcionando constantemente o por lo menos durante algunas horas con plena carga, alcanzando así su temperatura final, T_{max} . Esta temperatura no debe sobrepasar el límite fijado por la normativa.

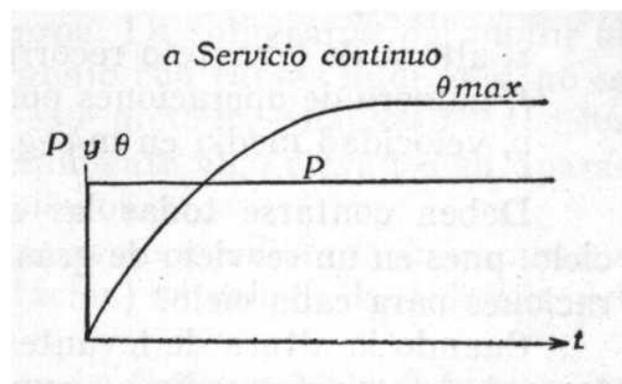


Figura 2.10 Diagrama de función de motor

Fórmula para calcular la potencia en específico por la carga a mover.

$$P = \left(\frac{Q_1}{102}\right) \times \left(\frac{V_1}{N}\right) \quad (2.18)$$

2.15 SISTEMA DE POLEAS

Se trata de dos ruedas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto de una correa. Las correas suelen ser bandas o cintas de cueros flexibles y resistentes, como se muestra en la figura 2.11. Según el tamaño de las poleas tenemos dos tipos:

1. **Sistema reductor de velocidad:** En este caso, la velocidad de la polea conducida (o de salida) es menor que la velocidad de la polea motriz (o de entrada). Esto se debe a que la polea conducida es mayor que la polea motriz como se muestra en la figura 2.11.
2. **Sistema multiplicador de velocidad:** En este caso, la velocidad de la polea conducida es mayor que la velocidad de la polea motriz. Esto se debe a que la polea conducida es menor que la polea motriz.

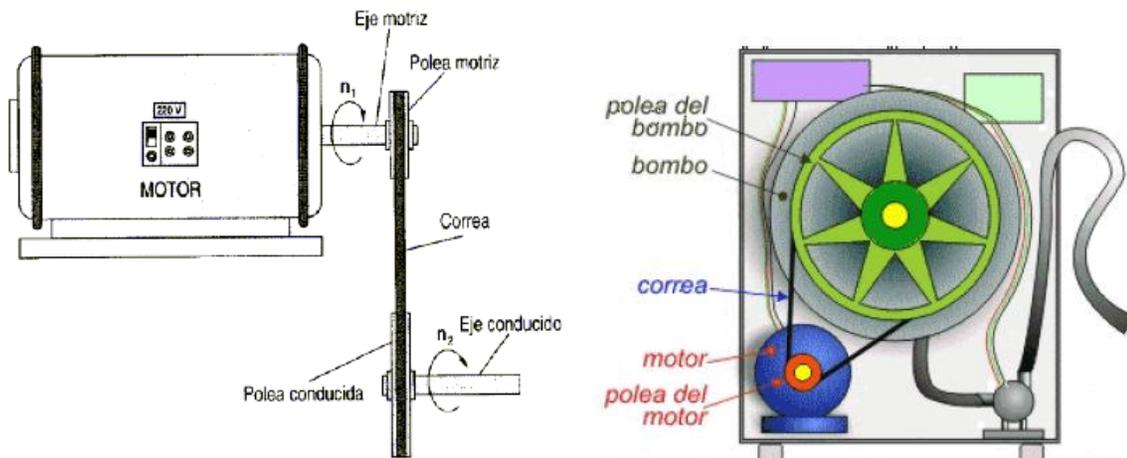


Figura 2.11. Sistema reductor y multiplicador

- **Variador de velocidad:** los controladores de frecuencia variable son dispositivos complejos y hasta hace poco eran costosos. Sin embargo, trabajan con motores estándar lo cual permiten su fácil adición a unidades motrices existentes.



Varios tipos de ventiladores (enfriadores de aire, torres de enfriamiento, ventilación y aire acondicionado, etc.) operan a velocidad variable mediante sistemas de variación de velocidad. Los sistemas de variación de velocidad alteran la velocidad del motor cambiando el voltaje y la frecuencia de la electricidad suministrada al motor en base a los requerimientos del sistema. Esto se logra convirtiendo corriente alterna en continua, y luego de múltiples mecanismos de cambio, invirtiendo la corriente continua a corriente alterna sintética con voltaje y frecuencia controlada. Si este proceso es realizado en forma apropiada, la velocidad del motor puede ser controlada en un rango amplio (desde cero RPM hasta el doble de la velocidad nominal) con las características de torque apropiadas para la aplicación. Para mantener un factor de potencia apropiado y reducir calentamiento excesivo del motor, debe mantenerse el ratio de voltaje/frecuencia original. Esta es la función principal del variador de velocidad. Los cuatro componentes principales que hacen posible la operación de los variadores de velocidad son: convertidor, inversor, circuito de corriente continua (que sirve de enlace entre ambos), y la unidad de control.

2.16 PROCESO DE SELECCIÓN DE BANDAS

Las bandas en V se usan con motores eléctricos que impulsan sopladores, compresores, artefactos, maquinaria herramienta, maquinaria agrícola e industrial y así sucesivamente. Se usan una o más bandas en V para impulsar los accesorios de un automóvil y la mayoría de otros motores de combustión interna. Se hacen en longitudes estándar, y con las dimensiones de sección transversal mostradas en la tabla 2.9. Las bandas en V corren en poleas acanaladas que por lo común se hacen de hierro fundido, acero prensado o metal fundido en dado. Las bandas en V trabajan bien con distancias cortas entre centros [33]. Debido a la resistencia al estiramiento de sus cuerdas tensoras interiores, estas bandas no requieren ajustes frecuentes de la tensión inicial. Cuando una banda en V es suficiente, pueden usarse bandas múltiples, se usan dos o más bandas en V en una polea acanalada en servicio pesado. Es importante que estas se obtengan en pares para que la carga se divida uniformemente, también cuando se necesita cambiar una banda en V, debe de instalarse el juego completo.

En la tabla 2.9, se encuentran las dimensiones de las bandas tipo V de la cual se selecciona en el capítulo 4, la banda que se utilizará en el mecanismo de la banda de transporte y que para términos de este proyecto se utilizará una polea acanalada para alojar tres bandas para que sea dividida la carga uniformemente.



El mecanismo que baja la materia prima a la banda combinadora de papel lleva solo una banda debido a que no es carga si no solo transporta una hoja a la banda.

Tabla 2.9. Selección de bandas

SECCIÓN	DIÁMETRO ESTÁNDAR	DIMENSIONES ESTÁNDAR DE BANDAS								FACTOR DE DISEÑO	
		ANGULO ± 0.25 DEGRÉS	Bg ± 0.005	B e ± ef.	Hg ± min	Rg ± min	Dg ± 0.0005	Sg ± 0.015	Se	Ø RECOMENDADO	2 a
3V	UP THROUGH 3.49 INCL UDED 12.00	36	0.350	0.350	0.340	0.3438	0.400	0.334	2.65	0	
		38									
		40									
		42									
5V	UP THROUGH 9.99 OVER 9.99 TO INCL UDED 10.00	38	0.600	0.600	0.600	0.6028	0.638	0.600	7.10	0	
		40									
		42									
8V	UP THROUGH 15.00 OVER 15.99 INCL UDED 22.40	38	1.000	1.000	1.0000	1.125	0.750	12.50	0		
		40									
		42									

FUENTE: (For Super HC, V – Belts, Super HC Molded Notch V- Belts and Super HC power)



2.17 PROCESO PARA SELECCIÓN DE LA POLEA MOTRIZ

En la tabla 2.10 encontramos los valores para la selección de la polea motriz las dimensiones y los ciclos por las revoluciones por minuto del motor así como su potencia en Hp.

DIÁMETRO MÍNIMO RECOMENDADO EN GENERAL PARA MOTORES ELÉCTRICOS.

Tabla 2.10. Para la selección de la polea motriz

MOTOR CABALLOS DE FUERZA	MOTOR REVOLUCIONES POR MINUTO						CABALLOS DE FUERZA
	575 /485°	890 / 575 °	970 / 725°	1180 / 850°	1750 / 1425°	3458 / 2850°	
1/2	-	-	2.2	-	-	-	1/2
3/4	-	-	2.4	2.2	-	-	3/4
1	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	-	1
1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2
2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2
3	4.5	4.5	3.0	3.0	2.4	2.4	3
5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	5
7 1/2	5.2	5.2	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2
10	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	3.0	10
15	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	15
20	8.2	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	20

FUENTE. Tabla no. 5 de NEMA STANDAR MG-1-14-A2 (Noviembre 1978)

2.18 PROCESO PARA SELECCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS EJES.

Algunos de los principios generales que deben considerarse son:

- Los ejes deberían ser tan cortos como sea posible, con cojinetes cercanos a las cargas aplicadas. Esto reduce los momentos de flexión y las deflexiones y aumenta las velocidades físicas.
- Si es posible colocar elementos que aumenten los esfuerzos fuera de las regiones del eje con altos esfuerzos. Si no es posible, se deben usar radios generosos y buenos acabados superficiales. Se debe estudiar los procedimientos para reforzar localmente las superficies (como granallado, o el rolado en frio).
- Utilizar aceros de bajo costo para las flechas con deflexión crítica ya que todos los aceros tienen esencialmente el mismo módulo elástico.
- Cuando es crítico el peso, estudiar las posibilidades de usar ejes huecos un ejemplo es en el eje de transmisión en los automóviles con propulsión trasera que se hacen de tubo con objeto de obtener una relación baja de peso/rigidez, que es necesaria para mantener las velocidades críticas arriba de los márgenes de operación.



Las deflexiones permitidas en el eje para que haya un funcionamiento satisfactorio de engranes y cojinetes dependen del diseño de engranes o cojinetes y de la aplicación, pero los puntos siguientes se pueden usar como guía general [34].

- a) Las deflexiones no deben provocar que los dientes de engrane que se acoplan se separen más de 0.13 mm (0.005 pulgada), ni deben hacer que la pendiente relativa de los ejes de engrane cambien más de 0.03 grados.
- b) La deflexión del eje (muñon) a través de un cojinete sencillo debe ser pequeña comparada con el espesor de la película de aceite (si la deflexión angular del eje del cojinete es excesiva, aquel se pegará, a menos que los cojinetes sean de alineación automática).

Para nuestro diseño se encuentra la tabla 2.11 donde se selecciona el diámetro de los ejes para soportar la banda y dependerá de los polos de alimentación.

Tabla 2.11. Diámetro de los ejes

TIPO ILA3	TAMAÑO CONSTRUCTIVO	2 POLOS			4 POLOS			6 POLOS			8 POLOS		
		AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE		
		HP	220 VOLTS	440 VOLTS									
070	71				0.4	1.7	0.8						
073	71	0.9	3.1	1.5	0.6	2.4	1.2	0.4	1.9	0.9			
080	80	1.2	4.2	2.1	0.9	3.1	1.5	0.6	2.5	1.2			
083	80	1.8	5.6	2.8	1.2	4.0	2.0						
090	90S	2.4	7.0	3.5	1.8	5.9	2.9	1.2	4.6	2.3	0.6	2.6	1.3
096	90L	3.6	10.5	5.2	2.4	7.8	3.9	1.8	6.6	3.4	0.9	3.6	1.8
106	100L	4.8	13.0	6.5	3.6	11.0	5.5	2.4	8.5	4.2	1.2	4.6	2.3
107	100L				4.8	14.0	7.0				1.8	6.0	3.0
113	112M	6.6	17.5	8.7	6.6	19.0	9.5	3.5	12.2	6.1	2.4	8.6	4.3
130	132S	9	24.0	12.0	9	24.4	12.2	4.8	18.4	8.2	3.6	11.6	5.8
131	132S	12	32	16.0				6.6	21.2	10.6			
133	132M				12	31.8	15.9				4.8	15.0	7.5
134	132M							9	28.6	14.3			
163	160M	18	46.0	23.0	18	47	23.5	12	38.0	19.0	6.6	20.8	10.4
164	160M	24	61.0	30.5									

Fuente: Tabla no. 5 de NEMA STANDAR MG-1-14-A2 (Noviembre 1978)



2.19. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO (QFD)

La clave principal de la mejora continua es que los clientes se involucren en el proceso de desarrollo del producto, desde su concepción hasta la adquisición. Este es el enfoque central del QFD. Stephen Uselac [35], define al Despliegue de la Función de Calidad (QFD) como:

“Una práctica para diseñar los procesos en respuesta a las necesidades de los clientes. QFD traduce lo que el cliente quiere en lo que la organización produce. Le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes, encontrar respuestas de innovación a esas necesidades, y mejorar procesos hasta una efectividad máxima. QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso que le permiten a una organización superar las expectativas del cliente.”

2.19.1. PROCESO DEL QFD

El objetivo primordial del QFD es la mejora de la calidad de los productos, por lo que algunos aspectos esenciales del QFD pueden señalarse como:

- El QFD es una metodología para planificar el proceso de diseño eslabonando al cliente con las Empresas.
- Los datos iniciales del proceso de diseño son los requerimientos y expectativas de los clientes. Esto significa escuchar la voz del cliente.
- Los requerimientos y expectativas de los clientes deben traducirse en metas de diseño Plenamente mensurables.
- El QFD utiliza gráficos para desplegar información relevante.
- El QFD permite identificar las herramientas de diseño apropiadas al problema en el proceso de solución.

La estructura más común del QFD está representada por un gráfico de matrices semejante a la silueta de una casa, compuesta por varios puntos [36]:

1. Requerimientos del cliente. Esta etapa reúne las necesidades del cliente relacionados con el producto, ¿Qué requerimientos?
2. Determinación de los requerimientos del cliente: Se establece con las expectativas del cliente sobre algunas especificaciones de desempeño, ¿cómo satisfacerlos?
3. Importancia relativa y ponderación de los requerimientos del cliente.
4. Estudio comparativo del producto con algunos similares de la competencia.
5. Traducción de los requerimientos en términos mensurables de ingeniería.
6. Establecimiento de las metas de diseño con base a lo anterior.

7. Planeación administrativa. Relacionados con ciertos argumentos de venta en el producto.

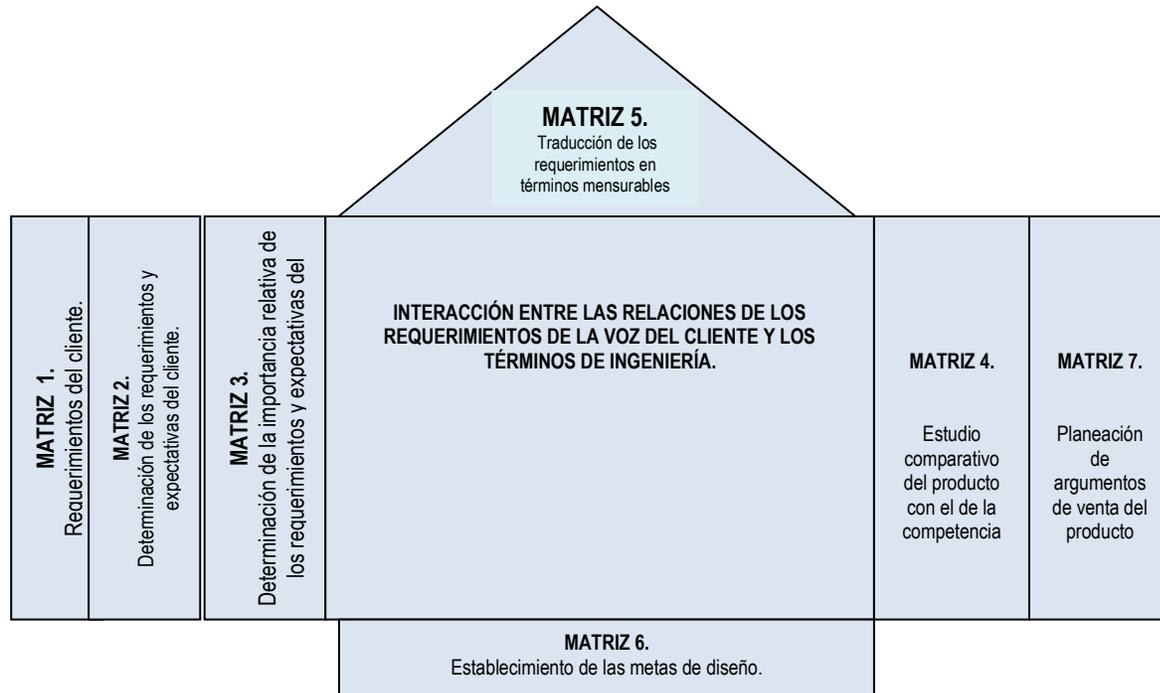


Figura 2.12. Configuración Básica QFD, “Casa de la Calidad”.

Paso 1. En la matriz 1, se obtiene toda la información sobre los requerimientos del cliente, esta se usa para comparar las características técnicas del producto que se obtienen en la matriz 2, de estas, se originan las demás matrices.

Paso 2. Para la matriz 2 la determinación de los requerimientos y expectativas de cliente, define algunos datos técnicos sobre el producto en desarrollo.

Paso 3. En la matriz 3 se obtiene una ponderación de estos requerimientos del cliente, basándose en aquellos básicos y los requerimientos que el cliente desearía obtener en su producto a través de su importancia relativa.

Paso 4. En la matriz 4 se desarrolla un estudio comparativo usando como base las características de los requerimientos del cliente.

Paso 5. En la matriz 5, los requerimientos y expectativas del cliente se traducen mediante datos técnicos en términos de ingeniería que son mensurables y claros.

Paso 6. Para la matriz 6 se definen los objetivos de diseño una vez hecha la traducción en datos técnicos.

Paso 7. Esta matriz 7 realiza un plan de calidad del producto, la relación de mejora entre la importancia del cliente y la relativa, el argumento de venta obtenido y lo objetivos de mejora en niveles de satisfacción que se pretende integrar al cliente.



2.20 SUMARIO

En el capítulo que termina se analizó los diferentes recursos para lograr la construcción de la máquina combinadora de pliegos, así también proporciona los recursos para formar la idea del diseño con la ingeniería mecánica que es una parte principal de la ingeniería donde trata de la concepción del diseño y desarrollo para la aplicación de esta máquina.

Los ingenieros hoy en día trabajan en el diseño y desarrollo de máquinas para una sociedad completamente diferente a cualquiera que haya existido antes disponemos de mayor información que la que tuvieron antes los ingenieros en el pasado.

Por lo tanto, en la actualidad los ingenieros son capaces de dar mejores soluciones y distintas para satisfacer las necesidades del presente. La calidad dependerá del ingenio, imaginación, comprensión profunda de la necesidad de las empresas y la tecnología en la cual se apoyan las soluciones como se ha estudiado en tres empresas diferentes con la misma necesidad.

La segunda parte de esta tesis da la idea sobre las aplicaciones para lograr partes específicas de la máquina. Además de los tradicionales elementos fundamentales de las consideraciones económicas y tecnológicas, en cuanto al diseño y mejoramiento de los sistemas y partes mecánicas, se está también interesado en la seguridad, ecología y calidad de vida global. Tales consideraciones se dan por normas por lo cual no se presentan en esta tesis.

En este capítulo dos se hizo mención de la metodología despliegue de la función de calidad, la cual contiene una serie de pasos para determinar cuáles son los requisitos del cliente y que en el capítulo tres se determinará las consideraciones del cliente así como los requisitos del diseño para la manufactura de la máquina combinadora de pliegos.

Para llevar a cabo los requisitos del cliente se visitarán a tres empresas, las cuales dan sus requerimientos del proceso. El tamaño de papel, dimensiones y lo más importante, el número de modelos a combinar en la cual el objetivo es un número no mayor a 4, en un desarrollo futuro siendo uno de los requerimientos de un cliente el número de 12 combinaciones para poder combinar los meses del año.



REFERENCIAS

- [16] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 26), (1991).
- [17] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 35), (1991).
- [18] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 39), (1991).
- [19] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 503), (1991).
- [20] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 549-556), (1991).
- [21] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 504-510), (1991).
- [22] Manuel González, Carlos Almonte, Tecnología aplicada a las máquinas herramientas, Ed. Trillas, Séptima edición, México Df, (p-p 155), (2003).
- [23] Manuel González, Carlos Almonte, Tecnología aplicada a las máquinas herramientas, Ed. Trillas, Séptima edición, México Df, (p-p 168), (2003).
- [24] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 516-519), (1991).
- [25] Robert c. Juvenall, Fundamentos para Ingeniería y Mecánica, Ed. Limusa, Primera edición, México Df, (p-p 504-510), (1991).
- [26] “Ingeniería de Sistemas y Automatización, Control de Robots y Sistemas Sensoriales”. Universidad Miguel Hernández, España, 2000
- [27] K.S. Fu, R.C. González; C.S.G. Lee. Robotics: “Control, Sensing, Vision, and intelligence”. MacGraw-Hill, New York, 1990.
- [28] R.J. Schilling. “Fundamentals of Mechanic. Analysis and Control.” Prentice Hall, New Jersey, 1990.
- [29] Canudas de Wit, C., B. Siciliano y G. Bastin (eds.). “Teory of Mechanic Control”. Springer, Londres, 1996.
- [30] Elliott, S., P. Miller et Al. “3D Studi MAX 2”. Ed. Prentice Hall, Edición Especial, España. 1998.
- [31] Spong, M.W. y M. Vidyasagar. “ Dynamics and Control”. John Wiley & Sons, E.E.U.U., 1989.
-



-
- [32] Asada, H. y J.J.E. Slotine. “Mechanic Analisis and Control”. John Wiley & Sons, E.E.U.U.,
- [33] Angeles, J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems. Springer, Nueva York, 1997.
- [34] M. en C. Jorge Ramos Watanave, “Curso de diseño mecánico” IPN-ESIME-SEPI vol.1, vol. 2, vol. 3, vol. 4, 2000
- [35] Ayteco consultores S.L, “Tabla de planificación de calidad”, QFD, España, 2001.
- [36] Stephen Uselac Zen Leadership: “The Human Side of Total Quality Team Management”, Londonville, OH. Mohican Publishing Company, 1993.



DESARROLLO

A través de la metodología despliegue de la Función de Calidad (QFD) se da un enfoque específico hacia los requerimientos del cliente, analizando estos diferentes requerimientos del cliente serán aplicados para el diseño y desarrollo de la máquina combinadora de pliegos y se presenta el diseño óptimo para la máquina combinadora para el rubro de las Artes Gráficas.



3. DISEÑO CONCEPTUAL.

3.1 DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS Y EXPECTATIVAS DEL CLIENTE.

Para el diseño de la máquina de combinación de pliegos de acuerdo a lo anterior, es necesario analizar información sobre requerimientos solicitados para tener un desarrollo factible durante la aplicación de la metodología planteada con anterioridad.

De acuerdo a la información obtenida de manera solicitada en las empresas visitadas, Corporación impresora, Exel serigráfica y litografías Gil, se observan características sobre la máquina, también se identifican diversos tipos de de maquinaria dentro del rubro de las Artes Gráficas y con características comunes, además otra información solicitada son catálogos sobre la tecnología en las Artes Gráficas [37].

La información es recopilada y clasificada según su importancia, siendo utilizada durante el desarrollo y elaboración de esta tesis.

La casa de la calidad, se construye tomando los puntos más importantes de cada paso desarrollado del QFD, arrojando como resultado una dirección en busca de la mejora, esto es, la viabilidad del producto en cuanto a diseño y satisfacción hacia el cliente. Este gráfico de la calidad es muy fácil de entender y de relacionar que se pretende conseguir, así mismo permite identificar en qué punto es necesario hacer correcciones y aportar mejoras a la planeación del producto. Esto abre paso de continuar con la construcción del modelo funcional, analizando cada requerimiento, generando conceptos y evaluando estos con detalle.

En la tabla 3.1. Se especifican todos aquellos requisitos y expectativas del cliente sobre lo que espera obtener en el producto en cuestión, por lo que agrupar según el tipo, definirá aún más los requerimientos que son obligatorios durante el diseño y ponderar a los que son deseables.

Tabla. 3.1. Determinación de los Requerimientos y Expectativas del Cliente.

REQUERIMIENTOS	
QUE	A Forma flexible a número de modelos de impresión.
	B Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.
	C Sea fácil de reparar.
	D Sistema de funcionamiento sencillo.
	E Sea de costo económico.
	F El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.
	G Poco personal para armarlo y operarlo.
	H Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.
	I Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.
	J Sea un equipo seguro.
	K La fabricación y el ensamble sean fáciles.
	L Fácil de transportar.
	M Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.
	N Use una interface mecánica.
	O Use una interface eléctrica.
	P Use una interface neumática.
	Q Sea resistente a la corrosión.
	R Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.
	S Tenga fuentes de energía suficiente.
	T Sea fácil de instalar.
U Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.	
V Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.	
W Utilice aire comprimido como fluido.	
X Tenga una vida útil.	
Y La mayoría de las piezas sean reciclables.	

En la tabla 3.1. Se especifican todos aquellos requisitos y expectativas del cliente sobre lo que espera obtener en el producto en cuestión, por lo que agrupar según el tipo, definirá aún más los requerimientos que son obligatorios durante el diseño y ponderar a los que son deseables.



3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS

La clasificación de los requerimientos se realiza en seis partes de la siguiente manera:

- **DESEMPEÑO FUNCIONAL**

- A. Forma flexible a número de modelos de impresión.
- B. Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.
- D. Sistema de funcionamiento sencillo.
- G. Poco personal para armarlo y operarlo.
- H. Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.
- I. Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.
- J. Sea un equipo seguro.
- N. Use una interface mecánica.
- O. Use una interface eléctrica.
- P. Use una interface neumática.
- Q. Sea resistente a la corrosión.
- R. Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.
- U. Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.
- W. Utilice aire comprimido como fluido.
- X. Tenga una vida útil.
- Y. La mayoría de las piezas sean reciclables.

- **LÍMITE DE ESPACIO**

- M. Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.
- S. Tenga fuentes de energía suficiente.
- T. Sea fácil de instalar.

- **CONSERVACIÓN**

- C. Sea fácil de reparar.
- F. El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.



- **TIEMPO**
 - V. Sea el tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.
- **COSTO**
 - E. Sea de costo económico.
 - U. Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.
- **MANUFACTURA**
 - K. La fabricación y el ensamble sean fáciles.

La clasificación de los requerimientos está basada en su naturaleza, considerando especialmente aquellos como obligatorios, es decir, los que deben estar implícitos en el diseño de la máquina, de acuerdo al mínimo de criterios para el diseño de un máquina.

La clasificación permite identificar los requerimientos deseables, esto con la finalidad de determinar su importancia relativa y tomarlos en cuenta durante el diseño, esperando como resultado, un grado de satisfacción mayor en el cliente.

En la tabla 3.2 se organizan todos los requerimientos y expectativas del cliente, señalando aquellos que son obligatorios y deseables, de acuerdo a su naturaleza. Se entiende como deseable, aquellos requisitos que se desean incorporar al diseño del producto, aportando correcciones y mejoras durante la definición del modelo conceptual. El siguiente paso a elaborar, es separar el grupo de requerimientos deseables, y llevarlos a una definición de importancia relativa entre cada uno de estos. Así, la ponderación resultante, se tomará en cuenta durante el desarrollo del producto [38].

Tabla 3.2. Identificación de Requerimientos de Calidad, Obligatorios y Deseables.

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD			OBLI	DES	REF
DESEMPEÑO FUNCIONAL	Integridad estructural	Forma flexible a número de modelos de impresión.	X		RO1
		Sistema de funcionamiento sencillo.	X		RO2
		Sea resistente a la corrosión.		X	RD1
		Utilice aire comprimido como fluido.	X		RO3
		Vida útil mayor.	X		RO4
		Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	X		RO5
		La mayoría de las piezas sean reciclables.		X	RD2
		Sea un equipo seguro.	X		RO6
	Atributos	Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	X		RO7
		Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.	X		RO8
		Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.		X	RD3
		Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.	X		RO9
	Interface con el producto	Use una interface mecánica.	X		RO10
		Use una interface eléctrica.	X		RO11
		Use una interface neumática (si se requiere).	X		RO12
LIMITE DE ESPACIO	Entra	Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.	X		RO13
	No entra	Tenga fuentes de energía suficiente.	X		RO14
		Sea fácil de instalar.		X	RD4
CONSERVACIÓN	Sea fácil de reparar.		X	RD5	
	El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.		X	RD6	
TIEMPO	Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.		X	RD7	
COSTO	Sea de costo económico.		X	RD8	
	Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.		X	RD9	
MANUFACTURA	La fabricación y el ensamble sean fáciles personal para operarla.	X		RO15	

En la tabla 3.3. Se hace la separación del grupo de requerimientos deseables.

Tabla 3.3. Identificación de Requerimientos de Calidad Deseables.

REQUERIMIENTOS DESEABLES	REFERNCI A
Sea resistente a la corrosión.	RD1
La mayoría de las piezas sean reciclables.	RD2
Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.	RD3
Sea fácil de instalar.	RD4
Sea fácil de reparar.	RD5
El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.	RD6
Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.	RD7
Sea de costo económico.	RD8
Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.	RD9

3.1.2 IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

Una vez definido los requisitos de calidad obligatorios deseables, se llevan a un nivel de ponderación, donde aquellos requerimientos obtienen una cuantificación de la importancia relativa entre ellos, esto a través de las siguientes expresiones [39]:

$$C = \frac{N(N-1)}{2} \text{ Cantidad total de comparación.} \quad (3.1)$$

$$Ir = \frac{\sum(+)}{C} \times 100 \text{ Valor relativo del requerimiento.} \quad (3.2)$$

Para tener el cálculo se utilizan dos valores de comparación.

- (1). Significa que el requerimiento de comparación es más importante que los demás.
- (0). Significa que el requerimiento de comparación no es más importante que los demás.

Tabla 3.4. Matriz de Importancia Relativa en los Requerimientos Deseables.

Requerimientos Deseables	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6	RD7	RD8	RD9	Importancia relativa		Orden de importancia
										$\Sigma(+)$	Ir(%)	
RD1	X	1	0	0	1	1	0	1	1	7	8,97	5
RD2	0	X	1	1	0	0	0	1	1	5	6,41	7
RD3	1	0	X	0	0	0	1	1	1	5	6,41	7
RD4	1	0	1	X	1	1	0	1	1	8	10,26	4
RD5	0	1	1	0	X	1	0	1	1	6	7,69	6
RD6	0	1	1	0	0	X	0	1	1	4	5,13	8
RD7	1	1	0	1	1	1	X	1	1	8	10,26	4
RD8	0	0	0	0	0	0	0	X	1	2	2,56	9
RD9	0	0	0	0	0	0	0	0	X	1	1,28	10
TOTAL										78	100	

Así en la tabla 3.4 se determina el orden de importancia de los requerimientos deseables, es decir, que existen requisitos deseables más importantes que otros.

En concreto, el requerimiento RD10 tiene mayor nivel de importancia sobre los demás, siendo RD8 y RD9 aquellos con menor valor de importancia, de manera que el primero puede ser tomado en cuenta más fácilmente que los dos últimos.

3.1.3 ESTUDIO COMPARATIVO A PRODUCTOS DE LA COMPETENCIA

Se hace un análisis de comparación del producto en cuestión con aquellos elaborado por empresas que son líderes en el mercado. Esta se hace tomando en cuenta el producto en proyecto o elementos que componen el producto, desde elementos de ensamble y repuestos, hasta piezas fijas y maquinadas, tomando como criterio, cada requisito propuesto por el cliente, desde los obligatorios hasta los deseables [42, 43, 44, 45].

Tabla 3.5. Nivel de Satisfacción.

5 4 3 2 1	Clasificación
	No satisface requerimiento.
	Ligeramente satisface requerimiento.
	Medianamente satisface requerimiento.
	En mayor parte satisface requerimiento.
	Totalmente satisface requerimiento.

Se seleccionaron compañías líderes en el mercado, de las cuales sólo dos serán tomadas en cuenta, de acuerdo al área geográfica del mercado en que se encuentran y la variedad de productos que ofrezcan.

- A) FOLISERVICIOS S.A. DE C.V.
- B) CORPORACION IMPRESORA.
- C) LITOGRAFIAS GIL S.A DE C.V.

Selección factible:

- B) CORPORACION IMPRESORA.
- C) LITOGRAFIAS GIL S.A DE C.V.

Las compañías B y C fueron las seleccionadas de acuerdo a los criterios antes mencionados y se compara con el diseño del producto objetivo.

Los argumentos básicos son aquellos listados en la tabla 3.2, calificando en grado de similitud con aquellos propuestos en la tabla 3.5. En la tabla 3.6, se muestra el Benchmarking comparativo de las compañías seleccionadas B y C, contra el diseño propuesto (Máquina de combinación de pliegos). El cliente también demanda un tipo de máquina en especial para hacer la combinación de 12 meses del año para los calendarios ya que cada fin de año producen calendarios en cantidad considerable los cuales se tienen que imprimir mes por mes y después hacer la combinación de los doce meses más una portada del calendario.



Tabla 3.6 Requerimientos de calidad

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD		Cia. B	Cia. C	Nuestro diseño	
(BENCHMARKING COMPARATIVO)					
DESEMPEÑO FUNCIONAL	Integridad estructural	Forma flexible a número de modelos de impresión.	4	4	3
		Sistema de funcionamiento sencillo.	4	4	5
		Sea resistente a la corrosión.	5	5	3
		Utilice aire comprimido como fluido.	5	5	3
		Vida útil mayor.	4	4	5
		Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	5	5	3
		La mayoría de las piezas sean reciclables.	4	4	4
	Sea un equipo seguro.	3	3	4	
	Atributos	Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	4	3	2
		Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.	4	4	4
		Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.	3	4	5
		Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.	3	4	4
	Interface con el producto	Use una interface mecánica.	2	2	3
Use una interface eléctrica.		3	3	4	
Use una interface neumática.		4	4	3	
LIMITE DE ESPACIO	Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.	3	4	4	
	Tenga fuentes de energía suficiente.	4	4	4	
	Sea fácil de instalar.	4	4	3	
CONSERVACIÓN	Sea fácil de reparar.	4	3	5	
	El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.	3	3	2	
TIEMPO	Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.	4	4	4	
COSTO	Sea de costo económico.	4	4	2	
	Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.	3	3	2	
MANUFACTURA	La fabricación y el ensamble sean fáciles personal para operarla.	4	4	3	
TOTAL		90	91	88	



3.1.4. TRADUCCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS Y EXPECTATIVAS DE LOS CLIENTES EN TÉRMINOS MENSURABLES

Con base a los requerimientos, se tienen que llevar a un nivel de traducción cuantificable, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente hay que definirlos en términos mensurables de ingeniería, de manera que se asociarán directamente con una unidad de medición [41]. Aquellos que no puedan ser asociados directamente a una unidad de medición, lo harán con un significado explícito, donde se referirá a la actividad que ésta implica.

Sea resistente a la corrosión.-Implica:

- ✓ Selección de una protección anticorrosiva.
- ✓ Protección interna y externa de los conductos.

Utilice aire comprimido como fluido.-Implica:

- ✓ Humedad en el interior de los conductos.

Sea un equipo seguro.-Implica:

- ✓ Tenga un factor de seguridad dinámico de 8 en caso de aceleración máxima.
- ✓ Tanque-compresor necesario para suministrar la presión requerida.
- ✓ Medidores de presión en el tanque y tubería.
- ✓ Tubería con el mínimo de conexiones y evitar caídas de presión considerables.

Tenga agarre en superficies de diferente calibre y dimensión.-Implica:

- ✓ Superficie con una forma totalmente plana y lisa.
- ✓ Superficie con una forma semiesférica cóncava
- ✓ Superficie con una forma semiesférica convexa.
- ✓ Superficie con forma plana inclinada no mayor a 20°.

Tenga agarre en algunas superficies con porosidad mínima.-Implica:

- ✓ Presión máxima necesaria para la sujeción de una pieza con mínima porosidad en la superficie.
- ✓ Ventosa adecuada para evitar al máximo fugas en la superficie porosa.



Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.-Implica:

- ✓ Utilice filtro para detener las partículas de polvo.

Use una interface mecánica.-Implica:

- ✓ Permita el acoplamiento sin la intervención del hombre.

Use una interface neumática.-Implica:

- ✓ Alimentación a través del fluido de aire.
- ✓ Conectores compatibles y dimensiones estándar.

Que tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula.-Implica:

- ✓ Dispositivo que indique el posicionamiento sobre la pieza.
- ✓ Interruptor de accionamiento para dar señal de sujeción.

Sea fácil de instalar.-Implica:

- ✓ No. de personas para la instalación.
- ✓ Nivel técnico como mínimo de escolaridad.
- ✓ Capacitación previa.

La fabricación y el ensamble sean fáciles.-Implica:

- ✓ No. de personas para la fabricación y ensamble.
- ✓ Nivel técnico como mínimo de escolaridad.
- ✓ Capacitación previa.
- ✓ Equipo y maquinaria suficiente.

Maquinado sencillo de las piezas de ensamble.-Implica:

- ✓ Materia prima maleable.
- ✓ Herramientas suficientes.
- ✓ Mínimo número de procesos de maquinado en la materia prima.
- ✓ Calidad de la materia prima.
- ✓ Maquinaria en condiciones para el maquinado de las piezas.
- ✓ Precisión de la maquinaria para realizar las piezas.

3.1.5. PLAN DE CALIDAD

Esta calidad planificada está en relación directa con el nivel que se quiere alcanzar en cada requerimiento, teniendo en cuenta la importancia que tiene cada una para el cliente, las valoraciones dadas por la organización y a los competidores.

Tabla 3.7. Identificación de Requerimientos de Calidad, Obligatorios y Deseables.

PLAN DE CALIDAD			CAL.
DESEMPEÑO FUNCIONAL	Integridad estructural	Forma flexible a número de modelos de impresión.	4
		Sistema de funcionamiento sencillo.	5
		Sea resistente a la corrosión.	5
		Utilice aire comprimido como fluido.	5
		Vida útil mayor.	5
		Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	5
		La mayoría de las piezas sean reciclables.	3
		Sea un equipo seguro.	3
	Atributos	Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	4
		Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.	5
		Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.	5
		Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.	5
	Interface con el producto	Use una interface mecánica.	4
		Use una interface eléctrica.	5
		Use una interface neumática.	4
LIMITE DE ESPACIO	Entra	Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.	5
	No entra	Tenga fuentes de energía suficiente.	4
		Sea fácil de instalar.	4
CONSERVACIÓN		Sea fácil de reparar.	2
		El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.	4
TIEMPO		Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.	2
COSTO		Sea de costo económico.	3
		Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.	3
MANUFACTURA		La fabricación y el ensamble sean fáciles personal para operarla.	4



3.1.6. RELACIÓN DE MEJORA, ARGUMENTO DE VENTA E IMPORTANCIA ABSOLUTA

La relación de mejora expresa el grado de mejora de cada requerimiento, con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de mejora} = \frac{\text{Plan de calidad}}{\text{Nuestro producto}} \quad (3.3)$$

Esta relación permite controlar la calidad planificada.

El argumento de venta permite introducir, en un análisis, aquellos elementos que se consideran argumentos comerciales y que incrementan las ventas. Para esta calificación se decide utilizar este factor de marketing:

- 1.5 Es un importante argumento comercial.
- 1.2 Es un argumento de menor importancia.
- 1 No supone un argumento de venta.

La importancia absoluta especifica el peso absoluto de cada requerimiento analizado, y se expresa en los siguientes términos:

$$\text{Importancia absoluta} = \frac{\text{Importancia para el cliente}}{\text{Relación de mejora}} \times \text{Argumento de venta} \quad (3.4)$$

Con estas expresiones se integra la última fase de la metodología QFD para la obtención de la Casa de la Calidad. En la tabla 3.8 se muestra cuales requerimientos pueden generar argumentos de ventas, es decir, elementos que son parte del producto diseñado y que puede fabricarse como dispositivo e integrarse al mercado potencial.

Tabla 3.8. Identificación de Requerimientos de Calidad, Obligatorios y Deseables.

RELACIÓN DE MEJORA, ARGUMENTO DE VENTA E IMPORTANCIA ABSOLUTA			R.M	A.V	LA
DESEMPEÑO FUNCIONAL	Integridad estructural	Forma flexible a número de modelos de impresión.	1.3	1	6.6
		Sistema de funcionamiento sencillo.	1	1	4
		Sea resistente a la corrosión.	0.6	1	1.3
		Utilice aire comprimido como fluido.	1	1	5
		Vida útil mayor.	1	1.5	4.5
		Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	1	1.2	3.6
		La mayoría de las piezas sean reciclables.	1	1	5
	Sea un equipo seguro.	1.2	1	6.2	
	Atributos	Permita el cambio de pliegos en espesor y dimensiones.	1	1	5
		Tenga agarre en algunas superficies con satinado mínimo.	1	1	5
		Tenga agarre en superficies con forma de diferentes calibres.	1	1	2
		Se mantenga libre de impurezas ambientales de trabajo.	1	1	3
	Interface con el producto	Use una interface mecánica.	1.3	1	4
Use una interface eléctrica.		1.2	1	3.7	
Use una interface neumática.		1.3	1	4	
LIMITE DE ESPACIO	Entra	Tenga sensores de accionamiento y posicionamiento en la célula de trabajo.	1.2	1.5	7.5
		No entra	Tenga fuentes de energía suficiente.	1	1
	Sea fácil de instalar.	1.3	1	4	
CONSERVACIÓN	Sea fácil de reparar.	1.3	1	4	
	El mantenimiento sea fácil en cada uno de sus componentes.	1	1	3	
TIEMPO	Tenga tiempo mínimo de fabricación, ensamble y prueba.	0.6	1	2.6	
COSTO	Sea de costo económico.	1.5	1	6	
	Sus dispositivos, accesorios y repuestos sean económicos.	1.5	1	4.5	
MANUFACTURA	La fabricación y el ensamble sean fáciles personal para operarla.	1.3	1	5.3	

Finalmente, en la tabla 3.8 se establecen las metas de diseño de la máquina para combinación de pliegos, estructurando la casa de la calidad o también llamado el gráfico de planeación, basándose en resultados de memoria de cálculos.

3.2. DISEÑO PROPUESTO

En la figura 3.1 se muestra a gran rasgo el diseño propuesto para la máquina de combinación de pliegos, esta máquina es diseñada con respecto a los requerimientos del cliente. La máquina incluye 2 mecanismos que serán de vital importancia para su funcionamiento, el primer mecanismo se encuentra en la parte inferior de la máquina que realiza la función de la banda donde en esta banda caerán los pliegos de papel o cartón de cada una de las estaciones propuestas para la combinación, el segundo mecanismo estará situado en cada estación de trabajo que serán cuatro por objetivo del presente proyecto y que será primordial para que el papel sea bajado por el mecanismo a la posición de la banda y en cada estación de trabajo soltará una hoja cada que la banda este avanzando, esta dependerá de la velocidad que lleve la banda y que será controlado con un variador de velocidad, en la figura 3.1 se muestra el modelo propuesto para el diseño y que es óptimo en cuanto a costo, tiempo y manufactura de la misma.

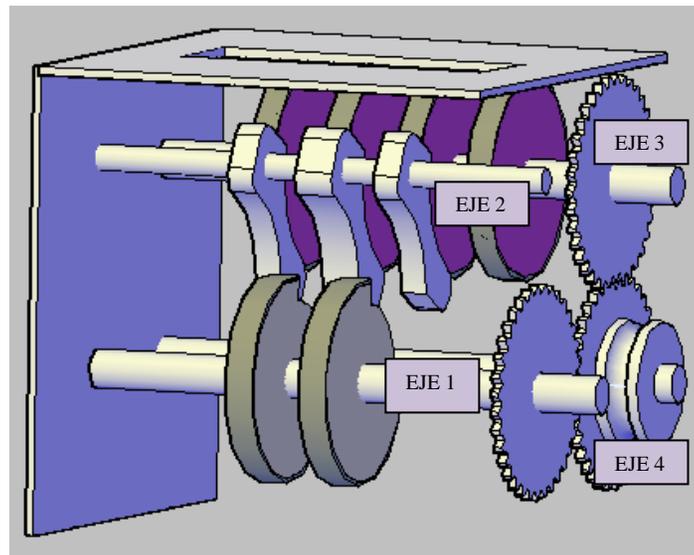
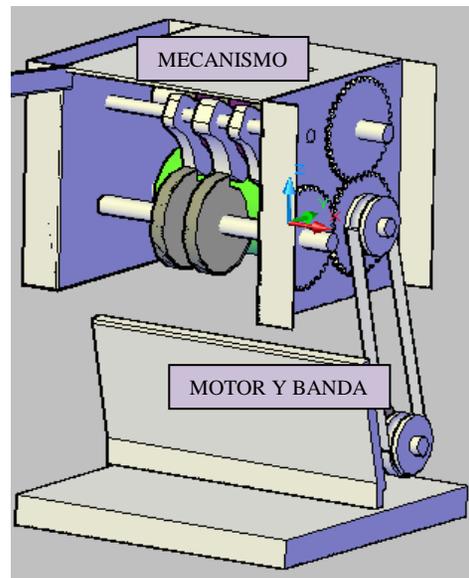


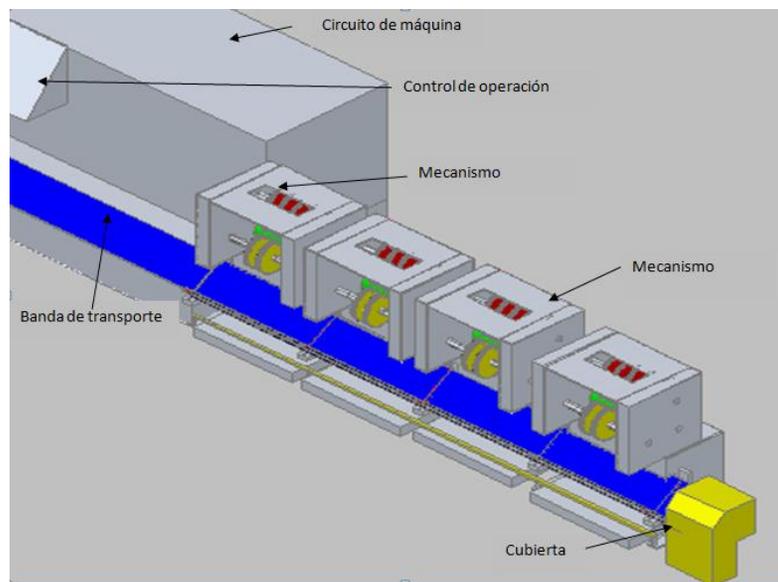
Figura 3.1. Diseño propuesto para máquina de combinación de pliegos. (Mecanismo interno)

A) Mecanismo interno: el mecanismo interno estará compuesto de 4 ejes, en el eje uno se encontrará un par de rodamientos que serán movidos por un engrane, que permitirá a la hoja desplazarse hacia la banda transportadora, en el eje número dos se encuentran 3 dispositivos que se llamarán deslizadores de hoja, en el eje 3 se encuentran 4 rodamientos para transportar la hoja dentro del mecanismo, este será movido por el engrane 3, por último, en el cuarto eje se encuentra el engrane y la polea que moverá todo el mecanismo que a su vez estará impulsado por un motor y una banda para el funcionamiento del mecanismo.



A) Mecanismo, motor y banda

A) Mecanismo, motor y banda: el mecanismo estará montado en una estructura y en la base se encontrará un motor que a través de una banda accionará todo el mecanismo para introducir la hoja y colocarla sobre la banda transportadora y así realizar las combinaciones en cada una de las estaciones de trabajo que son cuatro, esto debido al número de pliegos a combinar.



B) Máquina combinadora

B) Máquina combinadora: al tener cuatro mecanismos iguales y una banda transportadora, es así como se logrará realizar la combinación de los pliegos de cartón o papel deseados.



3.3. SUMARIO

Cabe señalar que lo más importante de este capítulo, fue el desarrollo de la metodología QFD, cada paso describe las metas de diseño a conseguir. El ejemplo más claro es la tabla 3.8, ahí se mostro cuales son los puntos importantes como:

- Los requerimientos y expectativas del cliente.
- Los requisitos de ingeniería que se obtuvieron con la traducción en términos mensurables basado en lo anterior.
- El estudio comparativo o Benchmarking entre dos compañías líderes en el mercado y nuestro producto en diseño.
- La integración de la planificación de la calidad, es decir, la parte de la mercadotecnia sobre algunos elementos que tienen un potencial como productos en el mercado.
- La relación existente entre los requisitos del cliente y de ingeniería.
- Además lo más importante, los objetivos y metas de diseño en términos cuantificables y dimensionales que terminan en una evaluación técnica entre las compañías seleccionadas y el producto diseñado.

En el Capitulo 4, se realizará el cálculo del mecanismo que está compuesto por un motor, eje del motor y polea, banda para transmisión de fuerza para el mecanismo, cuatro ejes de los cuales serán movidos por engranes, rodamientos que estarán movidos por la polea , banda y motor de la banda transportadora, se realiza también diagramas de procesos de los componentes de la máquina, así también los planos de ingeniería de cada componente para la manufactura de la máquina combinadora de pliegos, así como dimensiones requeridas para lograr el objetivo planteado.

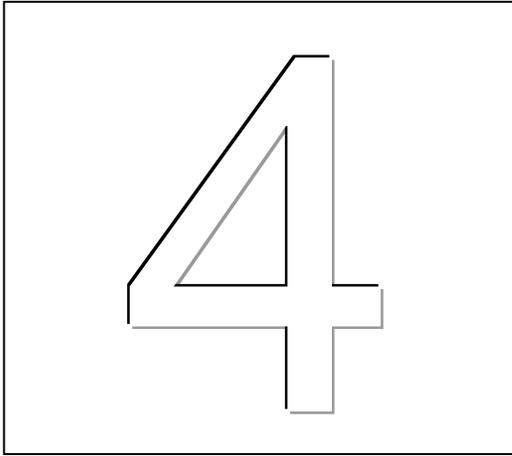
Para lograr el diseño de esta máquina combinadora se utilizará varios programas de computadora como lo es Autocad, para la realizar los planos de ingeniería y 3D estudio para conseguir la simulación de los mecanismos,

Lo anterior es en el entendido de que, en función de los objetivos específicos planteados, se proponen estas secciones (capítulos) que habrán de cubrir con los establecido en ellos.



REFERENCIAS

- [37] Yoji Akao, Asahi University, “QFD: *Past, Present, and Future*”, International Symposium on QFD (1997).(Entrevista con clientes para QFD).
- [38] “Concurrent Engineering and Simultaneous Engineering, A Common target” dmayrh,(2002).
- [39] X. Ayneto, “Ensayo y simulación en un entorno de ingeniería concurrente”, ST Mecánica Aplicada, S.L. (1998).
- [40] John R. Hattley, “Ingeniería concurrente”. Productivity Press, Ed. TGP-Hoshin, S.L. 1994.
- [41] Research & innovation, S.L., “Ingeniería concurrente”, Centro de empresas de nuevas tecnologías, (2002).



DISEÑO A DETALLE

En este capítulo se desarrolla detalladamente los cálculos del mecanismo, selección de motor, banda, poleas, cálculo de engrane, diagramas de proceso, así también costos, y planos de las dimensiones para la elaboración de la máquina combinadora de pliegos.

4. Diseño a detalle.

4.1 Clarificación del Problema

El problema consiste en diseñar una máquina combinadora de pliegos de papel para un proceso en específico dentro de las Artes Gráficas. La particularidad que presenta el diseño es que cubra en lo posible, con el objetivo, así también la facilidad de operación y optimizando todos los recursos para su fabricación. Como primera etapa se deberá diseñar un modelo cuyas características están señaladas en el gráfico de despliegue de funciones de calidad (QFD); “la casa de la calidad”, donde las unidades de medida están establecidas en el Sistema Internacional. La selección de algunos componentes existentes en el mercado estará determinada por los resultados del diseño de acuerdo a la evaluación técnica de ingeniería [42].

4.1.2. Función Global de Servicio del Producto

La función global de servicio de la máquina, en el proceso de diseño, describe el papel a desempeñar del mismo, es decir la capacidad que tiene para realizar cada elemento o el conjunto del sistema [43] la cual queda definida de la siguiente manera:

“Transformar la energía disponible de una fuente eléctrica en un trabajo mecánico de movimiento, a través de la sujeción del papel por medio de un mecanismo para trasportar la materia prima de un lugar a otro.”

El esquema de la función global es:

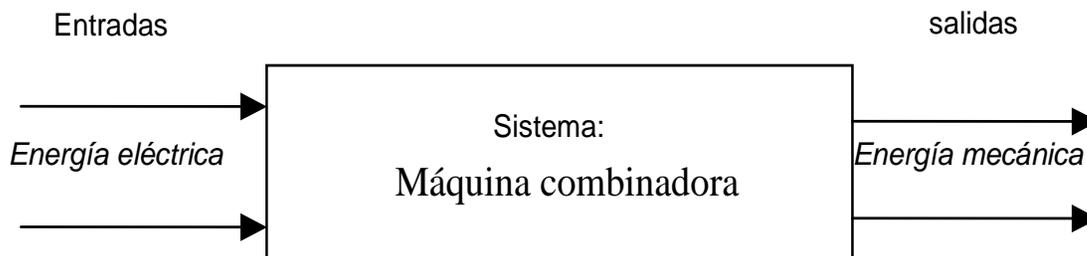


Figura. 4.1. Diagrama Funcional en el Sistema.

4.1.3. Límites del Producto.

El establecimiento de límites a la máquina, forma parte del mismo, ya que no puede estar aislado, porque está restringido por el entorno que lo rodea, tanto con elementos físicos como humanos y que están con relación al ciclo de vida del producto [44]. En este caso, la máquina combinadora tendrá interacción con los elementos siguientes:

- ✓ Medio ambiente (temperatura, humedad, residuos sólidos).
- ✓ Instalación.
- ✓ Mantenimiento.
- ✓ Reparación.
- ✓ Espacio disponible
- ✓ Trabajo mecánico
- ✓ Ajuste del mecanismo para cambio de espesores

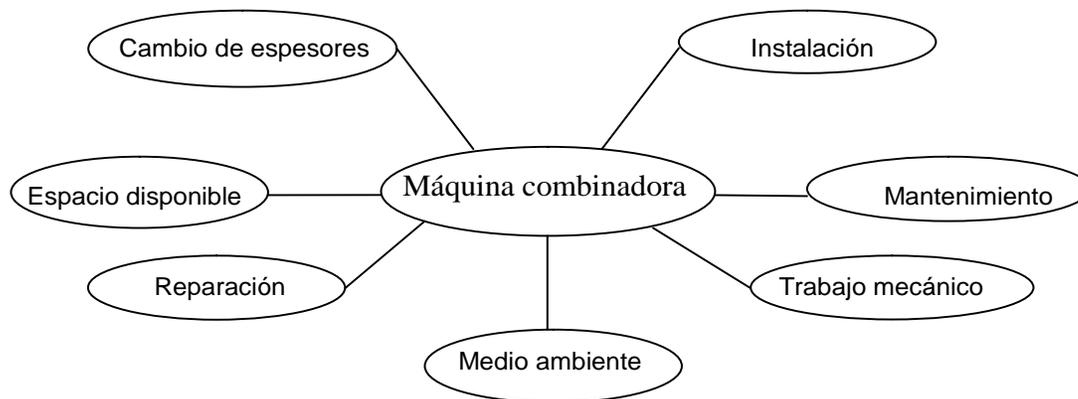


Figura 4.2. Límite y entorno del sistema.

Para el diseño de la máquina se toma el tamaño A0 el cual corresponde a 1189 mm por 841 mm debido a la capacidad de las maquinas de impresión con las que cuentan estas empresas (Corporación impresora, litografía Gil, y Exel serigráfica) y algunas otras empresa del rubro de Artes Gráficas, para estas empresas su capacidad de tamaño de impresión en su formato es 1100 mm [42, 43, 44, 45].



4.2 CÁLCULOS DE MECANISMO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

4.2.1 CÁLCULO DEL MOTOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN												
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:												
REALIZÓ:	Cálculo de													
MANUEL CORTES HERNANDEZ		Motor para banda transportadora												
FECHA: 2010/10/14														
		RESULTADOS												
<p>Uno de los factores más importantes que influyen, es la potencia que tendrá el motor así mismo los valores máximos de la aceleración y desaceleración, también la manera en que la piezas de trabajo son trasportadas, aplicando las ecuaciones del capítulo 2 se efectúan los cálculos correspondientes.</p>														
Condiciones iniciales del sistema:														
	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Variable</th> <th style="text-align: left;">valor</th> <th style="text-align: left;">unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga a transportar</td> <td>Q 1 : 415</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de la banda.</td> <td>v: 1</td> <td>$\frac{m}{S}$</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N: 850</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	valor	unidades	Carga a transportar	Q 1 : 415	kg	Velocidad de la banda.	v: 1	$\frac{m}{S}$	Velocidad de giro del motor	N: 850	rpm	
Variable	valor	unidades												
Carga a transportar	Q 1 : 415	kg												
Velocidad de la banda.	v: 1	$\frac{m}{S}$												
Velocidad de giro del motor	N: 850	rpm												
$P = \left(\frac{Q_1}{102}\right) \times \left(\frac{V_1}{N}\right)$														
Operaciones.	Potencia													
	$N = \left(\frac{415}{102}\right) \times \left(\frac{1}{0.85}\right) = 3.46$	3.46 Kw												
<p>Para convertir en Hp un Kw = .746 hp en este caso se divide el resultado.</p>														
	$N = \left(\frac{415}{102}\right) \times \left(\frac{1}{0.85}\right) = 3.46 / .746 = 4.6 \text{ hp}$	4.6 Hp												

4.2.2 CÁLCULO DE TIPO DE BANDA PARA EL MOTOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:
REALIZÓ:	Cálculo de Banda para el motor	PRODUCTO:
MANUEL CORTES HERNANDEZ		RESULTADOS
FECHA: 2010/10/14		
<p>Cálculo de la banda aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p>		
<p>Condiciones iniciales del sistema:</p>		
	Variable valor unidades	
Potencia de motor	Q 1 : 4.6 Hp	
Velocidad de giro del motor	N: 850 rpm	
<p>Cross Section Selection Chart (For Super HC® V-Belts, Super HC Molded Notch V-Belts and Super HC Power Belts)</p>		
<p>Operaciones.</p>		
<p>Banda de tipo 3V</p>	<p>3 V</p>	

Fuente: **CROSS SECTION SELECTION CHART**

(For Super HC, V – Belts, Super HC Molded Notch V- Belts and Super HC power

4.2.3 CÁLCULO DE DIÁMETRO DE LA BANDA PARA EL MOTOR

IPN.ESIME.AZC.		MEMORIA DE CÁLCULOS								CLIENTE: SEPI-IPN																																																																													
UNIDADES: Sistema Internacional		ASUNTO:								PRODUCTO:																																																																													
REALIZÓ:		Cálculo de Diámetros de la Banda																																																																																					
MANUEL CORTES HERNANDEZ																																																																																							
FECHA: 2010/10/14																																																																																							
RESULTADOS																																																																																							
<p>Cálculo de la banda aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Variable</th> <th>valor</th> <th>unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>4.6</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>850</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table>													Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm																																																																
	Variable	valor	unidades																																																																																				
Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp																																																																																				
Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: yellow;"> <th rowspan="3">CROSS SECTION N</th> <th rowspan="3">ESTÁNDAR R GROOVE OUTSIDE DIAMETE R</th> <th colspan="7">ESTÁNDAR GROOVE DIMENSION</th> <th colspan="2">DESIGN FACTORS</th> </tr> <tr style="background-color: yellow;"> <th>GROOVE ANGLE 10-45 DEGREES</th> <th>B_g</th> <th>B</th> <th>H_g</th> <th>R_g</th> <th>D_g</th> <th>S_g</th> <th>Sc</th> <th>Recomm ended Outside Diameter</th> <th>z a</th> </tr> <tr style="background-color: yellow;"> <th></th> <th>± 0.005</th> <th>e± ef.</th> <th>± min</th> <th>± min</th> <th>± 0.0005</th> <th>± 0.015</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <td rowspan="4">3V</td> <td>EP</td> <td>36</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.181</td> <td></td> <td></td> <td>0.33</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <td>THROGG H 2-49</td> <td>38</td> <td>0.350</td> <td>0.35</td> <td>0.34</td> <td>0.183</td> <td>0.343</td> <td>0.400</td> <td>0.09</td> <td>2.65</td> <td>0</td> </tr> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <td>INCLUDE D 12.00</td> <td>40</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.186</td> <td>8</td> <td></td> <td>1</td> <td>17.10</td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <td></td> <td>42</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.188</td> <td></td> <td></td> <td>0- 031</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												CROSS SECTION N	ESTÁNDAR R GROOVE OUTSIDE DIAMETE R	ESTÁNDAR GROOVE DIMENSION							DESIGN FACTORS		GROOVE ANGLE 10-45 DEGREES	B _g	B	H _g	R _g	D _g	S _g	Sc	Recomm ended Outside Diameter	z a		± 0.005	e± ef.	± min	± min	± 0.0005	± 0.015				3V	EP	36				0.181			0.33			THROGG H 2-49	38	0.350	0.35	0.34	0.183	0.343	0.400	0.09	2.65	0	INCLUDE D 12.00	40		0	0	0.186	8		1	17.10			42				0.188			0- 031		
CROSS SECTION N	ESTÁNDAR R GROOVE OUTSIDE DIAMETE R	ESTÁNDAR GROOVE DIMENSION							DESIGN FACTORS																																																																														
		GROOVE ANGLE 10-45 DEGREES	B _g	B	H _g	R _g	D _g	S _g	Sc	Recomm ended Outside Diameter	z a																																																																												
			± 0.005	e± ef.	± min	± min	± 0.0005	± 0.015																																																																															
3V	EP	36				0.181			0.33																																																																														
	THROGG H 2-49	38	0.350	0.35	0.34	0.183	0.343	0.400	0.09	2.65	0																																																																												
	INCLUDE D 12.00	40		0	0	0.186	8		1	17.10																																																																													
		42				0.188			0- 031																																																																														
<p>Operaciones.</p> <p style="text-align: center;">Banda de tipo 3V Diámetro mínimo y máximo de banda</p>										<p>Mínimo 2.65 pulg.</p> <p>Máximo 17.10 Pulg.</p>																																																																													



4.2.4 CÁLCULO DE LA POLEA MOTRIZ PARA EL MOTOR DE LA BANDA

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN																																																																																																																		
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:																																																																																																																		
REALIZÓ: MANUEL CORTES HERNANDEZ	Cálculo de																																																																																																																			
FECHA: 2010/10/14	Polea motriz																																																																																																																			
		RESULTADOS																																																																																																																		
<p>Cálculo de la banda aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>Variable</td> <td>valor</td> <td>unidades</td> </tr> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>4.6</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>850</td> <td>rpm</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MOTOR HORSE POWER</th> <th colspan="6">MOTOR RPM (NO CYCLE AND 50 CYCLE ELECTRIC MOTORS)</th> <th rowspan="2">MOTOR HORSE POWER</th> </tr> <tr> <th>575 / 485°</th> <th>890 / 575 °</th> <th>970 / 725°</th> <th>1180 / 850°</th> <th>1750 / 1425°</th> <th>3458 / 2850°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/2</td><td>-</td><td>-</td><td>2.2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1/2</td></tr> <tr><td>3/4</td><td>-</td><td>-</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>-</td><td>-</td><td>3/4</td></tr> <tr><td>1</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>-</td><td>1</td></tr> <tr><td>1 1/2</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>1 1/2</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>5</td></tr> <tr><td>7 1/2</td><td>5.2</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>7 1/2</td></tr> <tr><td>10</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>10</td></tr> <tr><td>15</td><td>6.8</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>15</td></tr> <tr><td>20</td><td>8.2</td><td>6.8</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabla 4.2 selección de polea motriz</p> <p style="text-align: center;">Date in the while are of table no. 5 of are from NEMA STANDAR MG-1-14-A2 November 1988.</p>				Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm	MOTOR HORSE POWER	MOTOR RPM (NO CYCLE AND 50 CYCLE ELECTRIC MOTORS)						MOTOR HORSE POWER	575 / 485°	890 / 575 °	970 / 725°	1180 / 850°	1750 / 1425°	3458 / 2850°	1/2	-	-	2.2	-	-	-	1/2	3/4	-	-	2.4	2.2	-	-	3/4	1	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	-	1	1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2	2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2	3	4.5	4.5	3.0	3.0	2.4	2.4	3	5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	5	7 1/2	5.2	5.2	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2	10	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	3.0	10	15	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	15	20	8.2	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	20
	Variable	valor	unidades																																																																																																																	
Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp																																																																																																																	
Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm																																																																																																																	
MOTOR HORSE POWER	MOTOR RPM (NO CYCLE AND 50 CYCLE ELECTRIC MOTORS)						MOTOR HORSE POWER																																																																																																													
	575 / 485°	890 / 575 °	970 / 725°	1180 / 850°	1750 / 1425°	3458 / 2850°																																																																																																														
1/2	-	-	2.2	-	-	-	1/2																																																																																																													
3/4	-	-	2.4	2.2	-	-	3/4																																																																																																													
1	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	-	1																																																																																																													
1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2																																																																																																													
2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2																																																																																																													
3	4.5	4.5	3.0	3.0	2.4	2.4	3																																																																																																													
5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	5																																																																																																													
7 1/2	5.2	5.2	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2																																																																																																													
10	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	3.0	10																																																																																																													
15	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	15																																																																																																													
20	8.2	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	20																																																																																																													
<p>Operaciones.</p> <p>Seleccionando de la tabla por 5 HP y 850 rpm tenemos</p>		<p>Diámetro 4.5 pulgadas</p>																																																																																																																		



4.2.5 CÁLCULO DE LA POLEA ACCIONADA PARA LA BANDA TRANSPORTADORA

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN												
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:													
REALIZÓ:	Cálculo de	PRODUCTO:												
MANUEL CORTES HERNANDEZ														
FECHA: 2010/10/14		Polea Accionada												
		RESULTADOS												
<p>(De) banda = 2.65 pulgada (tabla de dimensiones banda angosta # 3V)</p> <p>(De) mínimo= 4.5 pulgada (Tabla de fabricantes de motores)</p> <p>Aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table border="1" data-bbox="235 840 1071 1039"> <thead> <tr> <th></th> <th>Variable</th> <th>valor</th> <th>unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>4.6</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>850</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table> $R_{TB} = \frac{D_s}{d_s}$ $D_s = d_s \times R_{TB}$			Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm	
	Variable	valor	unidades											
Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp											
Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm											
<p>Operaciones.</p> <p>$De = 2.65 \times 1.7 = 4.505''$</p> <p>Seleccionando la fórmula aplicamos y tenemos</p>		<p>Diámetro 4.505'' pulgadas</p>												



4.2.6 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE EJE PARA POLEAS

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS		CLIENTE: SEPI-IPN																																																																																																																																																																																																																																																								
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:		PRODUCTO:																																																																																																																																																																																																																																																								
REALIZÓ:	Cálculo de																																																																																																																																																																																																																																																										
MANUEL CORTES HERNANDEZ																																																																																																																																																																																																																																																											
FECHA: 2010/10/14	Diámetro de eje para poleas																																																																																																																																																																																																																																																										
<p>Aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>teniendo 4.6 hp el valor más cercano es 4.8 con respecto a la carga de 440 v</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Variable</th> <th>valor</th> <th>unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>4.6</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Carga eléctrica</td> <td>I</td> <td>440</td> <td>volts</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>850</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table>				Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp	Carga eléctrica	I	440	volts	Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm	RESULTADOS																																																																																																																																																																																																																																								
				Variable	valor	unidades																																																																																																																																																																																																																																																					
Potencia de motor	Q 1 :	4.6	Hp																																																																																																																																																																																																																																																								
Carga eléctrica	I	440	volts																																																																																																																																																																																																																																																								
Velocidad de giro del motor	N:	850	rpm																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">TIPO ILA3</th> <th rowspan="3">TAMAÑO CONSTRUCTIVO</th> <th colspan="3">2 POLOS</th> <th colspan="3">4 POLOS</th> <th colspan="3">6 POLOS</th> <th colspan="3">8 POLOS</th> </tr> <tr> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> </tr> <tr> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>070</td><td>71</td><td></td><td></td><td></td><td>0.4</td><td>1.7</td><td>0.8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>073</td><td>71</td><td>0.9</td><td>3.1</td><td>1.5</td><td>0.6</td><td>2.4</td><td>1.2</td><td>0.4</td><td>1.9</td><td>0.9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>080</td><td>80</td><td>1.2</td><td>4.2</td><td>2.1</td><td>0.9</td><td>3.1</td><td>1.5</td><td>0.6</td><td>2.5</td><td>1.2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>083</td><td>80</td><td>1.8</td><td>5.6</td><td>2.8</td><td>1.2</td><td>4.0</td><td>2.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>090</td><td>90S</td><td>2.4</td><td>7.0</td><td>3.5</td><td>1.8</td><td>5.9</td><td>2.9</td><td>1.2</td><td>4.6</td><td>2.3</td><td>0.6</td><td>2.6</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>096</td><td>90L</td><td>3.6</td><td>10.5</td><td>5.2</td><td>2.4</td><td>7.8</td><td>3.9</td><td>1.8</td><td>6.6</td><td>3.4</td><td>0.9</td><td>3.6</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>106</td><td>100L</td><td>4.8</td><td>13.0</td><td>6.5</td><td>3.6</td><td>11.0</td><td>5.5</td><td>2.4</td><td>8.5</td><td>4.2</td><td>1.2</td><td>4.6</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>107</td><td>100L</td><td></td><td></td><td></td><td>4.8</td><td>14.0</td><td>7.0</td><td></td><td></td><td></td><td>1.8</td><td>6.0</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>113</td><td>112M</td><td>6.6</td><td>17.5</td><td>8.7</td><td>6.6</td><td>19.0</td><td>9.5</td><td>3.5</td><td>12.2</td><td>6.1</td><td>2.4</td><td>8.6</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>130</td><td>132S</td><td>9</td><td>24.0</td><td>12.0</td><td>9</td><td>24.4</td><td>12.2</td><td>4.8</td><td>18.4</td><td>8.2</td><td>3.6</td><td>11.6</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>131</td><td>132S</td><td>12</td><td>32</td><td>16.0</td><td></td><td></td><td></td><td>6.6</td><td>21.2</td><td>10.6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>133</td><td>132M</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>31.8</td><td>15.9</td><td></td><td></td><td></td><td>4.8</td><td>15.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>134</td><td>132M</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>28.6</td><td>14.3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>163</td><td>160M</td><td>18</td><td>46.0</td><td>23.0</td><td>18</td><td>47</td><td>23.5</td><td>12</td><td>38.0</td><td>19.0</td><td>6.6</td><td>20.8</td><td>10.4</td></tr> <tr><td>164</td><td>160M</td><td>24</td><td>61.0</td><td>30.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			TIPO ILA3	TAMAÑO CONSTRUCTIVO	2 POLOS			4 POLOS			6 POLOS			8 POLOS			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			HP	220 VOLTS	440 VOLTS	070	71				0.4	1.7	0.8							073	71	0.9	3.1	1.5	0.6	2.4	1.2	0.4	1.9	0.9				080	80	1.2	4.2	2.1	0.9	3.1	1.5	0.6	2.5	1.2				083	80	1.8	5.6	2.8	1.2	4.0	2.0							090	90S	2.4	7.0	3.5	1.8	5.9	2.9	1.2	4.6	2.3	0.6	2.6	1.3	096	90L	3.6	10.5	5.2	2.4	7.8	3.9	1.8	6.6	3.4	0.9	3.6	1.8	106	100L	4.8	13.0	6.5	3.6	11.0	5.5	2.4	8.5	4.2	1.2	4.6	2.3	107	100L				4.8	14.0	7.0				1.8	6.0	3.0	113	112M	6.6	17.5	8.7	6.6	19.0	9.5	3.5	12.2	6.1	2.4	8.6	4.3	130	132S	9	24.0	12.0	9	24.4	12.2	4.8	18.4	8.2	3.6	11.6	5.8	131	132S	12	32	16.0				6.6	21.2	10.6				133	132M				12	31.8	15.9				4.8	15.0	7.5	134	132M							9	28.6	14.3				163	160M	18	46.0	23.0	18	47	23.5	12	38.0	19.0	6.6	20.8	10.4	164	160M	24	61.0	30.5										Diámetro de eje 65 mm									
TIPO ILA3	TAMAÑO CONSTRUCTIVO	2 POLOS			4 POLOS			6 POLOS			8 POLOS																																																																																																																																																																																																																																																
		AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE																																																																																																																																																																																																																																																
		HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS																																																																																																																																																																																																																																														
070	71				0.4	1.7	0.8																																																																																																																																																																																																																																																				
073	71	0.9	3.1	1.5	0.6	2.4	1.2	0.4	1.9	0.9																																																																																																																																																																																																																																																	
080	80	1.2	4.2	2.1	0.9	3.1	1.5	0.6	2.5	1.2																																																																																																																																																																																																																																																	
083	80	1.8	5.6	2.8	1.2	4.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																				
090	90S	2.4	7.0	3.5	1.8	5.9	2.9	1.2	4.6	2.3	0.6	2.6	1.3																																																																																																																																																																																																																																														
096	90L	3.6	10.5	5.2	2.4	7.8	3.9	1.8	6.6	3.4	0.9	3.6	1.8																																																																																																																																																																																																																																														
106	100L	4.8	13.0	6.5	3.6	11.0	5.5	2.4	8.5	4.2	1.2	4.6	2.3																																																																																																																																																																																																																																														
107	100L				4.8	14.0	7.0				1.8	6.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																														
113	112M	6.6	17.5	8.7	6.6	19.0	9.5	3.5	12.2	6.1	2.4	8.6	4.3																																																																																																																																																																																																																																														
130	132S	9	24.0	12.0	9	24.4	12.2	4.8	18.4	8.2	3.6	11.6	5.8																																																																																																																																																																																																																																														
131	132S	12	32	16.0				6.6	21.2	10.6																																																																																																																																																																																																																																																	
133	132M				12	31.8	15.9				4.8	15.0	7.5																																																																																																																																																																																																																																														
134	132M							9	28.6	14.3																																																																																																																																																																																																																																																	
163	160M	18	46.0	23.0	18	47	23.5	12	38.0	19.0	6.6	20.8	10.4																																																																																																																																																																																																																																														
164	160M	24	61.0	30.5																																																																																																																																																																																																																																																							
<p>Operaciones.</p> <p>4.8 con 440 = 65 mm</p> <p>Seleccionando aplicamos y tenemos para el mecanismo para vender, de los ejes será de 65 mm</p>																																																																																																																																																																																																																																																											



4.2.7 SELECCIÓN DE TORNILLOS PARA SUJECIÓN DE CHUMACERAS Y TENSIÓN

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:
REALIZÓ:	Selección de	
MANUEL CORTES HERNANDEZ		
FECHA: 2010/10/14		
Tornillos para chumaceras y tensión		RESULTADOS
<p>El rodamiento de bolas cubierto por una chumacera que soporta el extremo de la flecha giratoria. La flecha aplica una carga de 9 kN ala chumacera, seleccionar los tornillos apropiados para sujetar la chumacera y determinar el par de torsión apropiado de apriete.</p> <p>Solución:</p> <p>1.-Puede usarse cualquier clase de acero, pero no hay razón aparente para determinar que se use un acero costoso de alta resistencia. La clase 5.8, con una resistencia de prueba de 380 MPa (tabla 2.7), es relativamente barata y se escoge en forma arbitraria.</p> <p>2.-La carga nominal para cada uno de los pernos es de 4.5 KN.la sección indica que si la falla de un tornillo no pone en peligro la vida humana, no causa otro daño el factor de seguridad es de 2.5, ya que en este caso el costo por usar un factor de seguridad es trivial</p> <p>3.- Para la carga estática de un material dúctil, las concentraciones de esfuerzo son insignificantes y se usa la ecuación $\sigma=P/A$, siendo σ igual a la resistencia de prueba cuando P es igual a la sobrecarga de diseño.</p> <p>$380 \text{ MPa} = \frac{18000 \text{ N}}{A_t}$ entonces $A_t = 47.4 \text{ mm}^2$</p> <p>Al consultar la tabla 2.6 de dimensiones básicas de roscas métricas ISO para tornillos se encuentra que un tamaño estándar apropiado de tornillo clase 5.8 es M10 x 1.5 (para el cual $A_t= 58 \text{ mm}^2$)</p> <p>La tensión inicial de apriete puede ser de forma razonable</p> <p>$F_i = 0.9 A_t S_p = 0.9 (58.00 \text{ mm}^2) (380 \text{ MPa}) = 19836 \text{ N}$</p> <p>Esta corresponde a un par de torsión de apriete estimado.</p> <p>$T = 0.2 F_i d = 0.2 (19.8 \text{ KN}) (10 \text{ mm}) = 39.6 \text{ N}$</p>		19836 N y 39.6 N



4.3 CÁLCULO DE ENGRANES DE MECANISMO COMBINADOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN									
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:									
REALIZÓ: MANUEL CORTES HERNANDEZ	Cálculo de Engranés de mecanismo										
FECHA: 2010/10/14											
<p>Calcular el engranaje del mecanismo para combinar las hojas o cartón, aplicando las ecuaciones del capítulo 2 se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 15%; text-align: center;">valor</th> <th style="width: 25%; text-align: center;">unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de dientes del engrane</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Diámetro exterior engrane</td> <td style="text-align: center;">15.5</td> <td style="text-align: center;">Pulgadas</td> </tr> </tbody> </table>			valor	unidades	Número de dientes del engrane	35	N/A	Diámetro exterior engrane	15.5	Pulgadas	RESULTADOS
	valor	unidades									
Número de dientes del engrane	35	N/A									
Diámetro exterior engrane	15.5	Pulgadas									
<p>PASO DIAMETRAL $P = N + 2 / \emptyset = 35 + 2 / 15.5 = 2.38$</p> <p>DIÁMETRO PRIMITIVO $DP = N / P = 35 / 2.38 = 14.7$</p> <p>PROFUNDIDAD DEL DIENTE $W = 2.157 / P = 2.38 = .906$</p> <p>PASO CIRCULAR $P' = 3.1416 / P = 3.1416 / 2.38 = 1.32$</p> <p>DISTANCIA ENTRE CENTROS $C = N + NP / 2P = 35 + 35 (2.38) / 2 (2.38) = 24.85$</p> <p>ALTURA DE LA CABEZA DEL DIENTE $S = 1 / P = 1 / 2.38 = .42$</p> <p>ALTURA DEL PIE DEL DIENTE $S + F = 1.157 / P = 1.157 / 2.38 = .486$</p> <p>DIAMETRO EXT = $N + 2 / P = 35 + 2 / 2.38 = 15.54$</p> <p>USAR DEL JUEGO DE CORTADORES EL NUMERO 3 PARA ENGRANES RECTOS.</p>		<p>Paso diametral 2.38</p> <p>Diámetro primitivo 14.7</p> <p>Profundidad diente .906</p> <p>Paso circular 1.32</p> <p>Distancia entre centro 24.85</p> <p>Altura diente .42</p> <p>Altura de pie del diente .486</p> <p>$r = 40 / 35 = 40 / 18 = 1$ Y SOBRA 5 (1 VUELTAS + 5 BARRENOS EN EL CIRCULO DE # 18)</p>									



4.3.1 CALCULO DEL ENGRANAJE Y POTENCIA MÁXIMA DE TRANSMISIÓN

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:
REALIZÓ:	Potencia máxima	
MANUEL CORTES HERNANDEZ		
FECHA: 2010/10/14		
De transmisión		RESULTADOS
<p>Se tiene tres engranes de $P=3$, ángulo de 20 grados el engrane A es el mecanismo de accionamiento o piñón de entrada. Gira a 600 rpm en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y transmite 25 hp al engrane secundario B. el piñón mandado C está montado en un eje que impulsa la maquina. Nada esta acoplado al eje secundario, y pueden dejar de considerarse las pérdidas por fricción en los cojinetes y engranes. Determina la carga resultante aplicada por el engrane secundario a su flecha.</p> <p>1.- se aplica la ecuación al engrane a</p> $d_a = N_{at} / P$ $d_a = N_{at} / P \text{ (12 dientes) / (3 dientes por pulgada) = 4 Pulgadas}$ <p>2.- Los tres engranes tienen la misma velocidad de la línea de paso. Aplicando la ecuación</p> $V = A = \pi d_a n_a / 12$ $V = A = \pi d_a n_a / 12 = \pi (4 \text{ pulg}) (600 \text{ rpm}) / 12 = 628.28 \text{ pies/min}$ <p>3.- Aplicando la ecuación al engrane A, y despejando F_t tenemos:</p> $F_t = 33000 (25 \text{ hp}) / (628.28 \text{ pies /min}) = 1313 \text{ lb}$ <p>Esta es la fuerza horizontal del engrane B aplicada al engrane A, dirigida a la derecha.</p>		1313 lb



4.3.1 CÁLCULO DEL ENGRANAJE Y POTENCIA MÁXIMA DE TRANSMISIÓN

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	
REALIZÓ:	Potencia máxima	PRODUCTO:
MANUEL CORTES HERNANDEZ		
FECHA: 2010/10/14		De transmisión
		RESULTADOS
<p>Se calcula la potencia máxima que puede transmitir los engranes en forma continua con probabilidad de tan solo 1 % de encontrar falla por flexión hasta la fatiga del diente.</p> $S_n = S_n C_L C_G C_S K_r K_t K_{ms}$ <p>Donde</p> <p>$S_n = 290/4 = 72.5 \text{ Klb/Pulg}^2$ (Engrane) $= 330/4 = 82.5 \text{ Klb/Pulg}^2$ (Piñón)</p> <p>$C_l = 1.0$ (para carga de flexión) $C_g = 1$ (ya que $p > 5$) $C_s = 0.68$ (piñón) por superficie maquinada $K_r = .814$ (por tabla de confiabilidad del 99%) $K_t = 1.0$ (temperatura debe ser $< 160^\circ \text{ F}$) $K_{ms} = 1.4$ (para flexión en un solo sentido) $S_n = 63.9 \text{ klb/pulg}^2$; $S_n = 57.8 \text{ klb / pulg}^2$ (engrane)</p> <p>El esfuerzo de fatiga de flexión se estima por medio de la ecuación</p> $\sigma = \frac{F_t P}{bj} K_v K_o K_m$ <p>Donde:</p> <p>$P = 10$ y $b = 1.25 \text{ pulg}$ $J = 0.235$ (piñón) (para $n=8$ no se comparte la carga debido a la precisión inadecuada de manufactura). $= 0.28$ (engrane) (para $n=36$ lo cual es necesario para proporcionar la razón dada de velocidad. $K_v =$ implica la velocidad de línea de paso $V =$ calculada como</p> $V = \frac{\pi d_p p}{12}$		



4.3.1 CÁLCULO DEL ENGRANAJE Y POTENCIA MÁXIMA DE TRANSMISIÓN

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:
REALIZÓ:	Potencia máxima	
MANUEL CORTES HERNANDEZ		
FECHA: 2010/10/14		
De transmisión		RESULTADOS
<p>$V = \pi (18 \text{ dientes} / 10 \text{ dientes por pulgada}) (1720) / 12 = 811 \text{ ft/min}$</p> <p>$K_v = 1.68$</p> <p>$K_o = 1.25 \text{ de tablas}$</p> $V = \frac{\pi d_p p}{12}$ <p>$K_m = 1.6 \text{ de tablas}$</p> <p>$\Sigma = 114 F_t \text{ lb/pulg}^2 \text{ (piñón)} \quad \sigma = 96 F_t \text{ lb/pulg}^2 \text{ (engrane)}$</p> <p>Igualando la resistencia a la fatiga de flexión y el esfuerzo de flexión hasta la fatiga.</p> <p>$63900 \text{ lb/pulg}^2 = 114 F_t \text{ lb/pulg}^2, F_t = 561 \text{ (piñón)}$</p> <p>$57800 \text{ lb/pulg}^2 = 96 F_t \text{ lb/pulg}^2, F_t = 602 \text{ (engrane)}$</p> <p>En este caso el piñón es el elemento más débil, y la potencia que se puede ser transmitida es $(561 \text{ lb}) 811 \text{ pies por minuto} = 456000 \text{ pies lb/min}$ dividiendo entre 33000 para convertir a caballos de fuerza se obtiene 13.8 HP (sin considerar el factor de seguridad)</p>		<p style="text-align: center;">$F_t = 561 \text{ piñón}$</p> <p style="text-align: center;">$F_t = 602 \text{ engrane}$</p>

4.3.2 CÁLCULO DEL MOTOR PARA MECANISMO COMBINADOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN																
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:																
REALIZÓ:	Cálculo de																	
MANUEL CORTES HERNANDEZ			Motor para mecanismo combinador															
FECHA: 2010/10/14																		
		RESULTADOS																
<p>Uno de los factores más importantes que influyen, es la potencia que tendrá el motor así mismo los valores máximos de la aceleración y desaceleración, también la manera en que la piezas de trabajo conducidas a la banda trasportadora, aplicando las ecuaciones del capítulo 2 se efectúan los cálculos correspondientes.</p>																		
<p>Condiciones iniciales del sistema:</p>																		
<table border="0" style="width: 100%;"><thead><tr><th></th><th style="text-align: center;">Variable</th><th style="text-align: center;">valor</th><th style="text-align: center;">unidades</th></tr></thead><tbody><tr><td>Carga a ingreso de mecanismo</td><td style="text-align: center;">Q 1 :</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">kg</td></tr><tr><td>Velocidad del mecanismo.</td><td style="text-align: center;">v:</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">$\frac{m}{S}$</td></tr><tr><td>Velocidad de giro del motor</td><td style="text-align: center;">N:</td><td style="text-align: center;">2400</td><td style="text-align: center;">rpm</td></tr></tbody></table>				Variable	valor	unidades	Carga a ingreso de mecanismo	Q 1 :	40	kg	Velocidad del mecanismo.	v:	4	$\frac{m}{S}$	Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm
	Variable	valor	unidades															
Carga a ingreso de mecanismo	Q 1 :	40	kg															
Velocidad del mecanismo.	v:	4	$\frac{m}{S}$															
Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm															
$P = \left(\frac{Q_1}{102}\right) \times \left(\frac{V_1}{N}\right)$																		
$N = \left(\frac{40}{102}\right) \times \left(\frac{4}{0.24}\right) = 6.5$																		
<p>Operaciones.</p>																		
Potencia		3.46 Kw																
$N = \left(\frac{40}{102}\right) \times \left(\frac{4}{0.24}\right) = 6.5 / 0.746 = 8.7 \text{ Hp}$																		
		8.7 Hp																

4.3.3 CÁLCULO DE TIPO DE BANDA PARA EL MOTOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN												
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:												
REALIZÓ:	Cálculo de													
MANUEL CORTES HERNANDEZ			Banda para el motor											
FECHA: 2010/10/14														
		RESULTADOS												
<p>Cálculo de la banda aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Variable</th> <th>valor</th> <th>unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>8.7</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>2400</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table>			Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm	
	Variable	valor	unidades											
Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp											
Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm											
<p>Operaciones.</p> <p style="text-align: center;">Banda de tipo 3VX</p>		3 VX												

Fuente: **CROSS SECTION SELECTION CHART**

(For Super HC, V – Belts, Super HC Molded Notch V- Belts and Super HC power

4.3.5 CÁLCULO DE LA POLEA MOTRIZ PARA EL MOTOR COMBINADOR

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN																																																																																																																		
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:																																																																																																																		
REALIZÓ:	Cálculo de																																																																																																																			
MANUEL CORTES HERNANDEZ	Polea motriz																																																																																																																			
FECHA: 2010/10/14																																																																																																																				
		RESULTADOS																																																																																																																		
<p>Cálculo de la banda aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Variable</th> <th style="text-align: center;">valor</th> <th style="text-align: center;">unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td style="text-align: center;">Q 1 :</td> <td style="text-align: center;">8.7</td> <td style="text-align: center;">Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td style="text-align: center;">N:</td> <td style="text-align: center;">2400</td> <td style="text-align: center;">rpm</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MOTOR CABALLOS DE FUERZA</th> <th colspan="6">MOTOR REVOLUCIONES POR MINUTO</th> <th rowspan="2">CABALLOS DE FUERZA</th> </tr> <tr> <th>575 / 485°</th> <th>890 / 575 °</th> <th>970 / 725°</th> <th>1180 / 850°</th> <th>1750 / 1425°</th> <th>3458 / 2850°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/2</td><td>-</td><td>-</td><td>2.2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1/2</td></tr> <tr><td>3/4</td><td>-</td><td>-</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>-</td><td>-</td><td>3/4</td></tr> <tr><td>1</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>-</td><td>1</td></tr> <tr><td>1 1/2</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.2</td><td>1 1/2</td></tr> <tr><td>2</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>2.4</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.4</td><td>5</td></tr> <tr><td>7 1/2</td><td>5.2</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>7 1/2</td></tr> <tr><td>10</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>3.0</td><td>10</td></tr> <tr><td>15</td><td>6.8</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>3.8</td><td>15</td></tr> <tr><td>20</td><td>8.2</td><td>6.8</td><td>6.0</td><td>5.2</td><td>4.4</td><td>4.4</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">FUENTE. Tabla no. 5 de NEMA STANDAR MG-1-14-A2 (Noviembre 1978)</p>			Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm	MOTOR CABALLOS DE FUERZA	MOTOR REVOLUCIONES POR MINUTO						CABALLOS DE FUERZA	575 / 485°	890 / 575 °	970 / 725°	1180 / 850°	1750 / 1425°	3458 / 2850°	1/2	-	-	2.2	-	-	-	1/2	3/4	-	-	2.4	2.2	-	-	3/4	1	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	-	1	1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2	2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2	3	4.5	4.5	3.0	3.0	2.4	2.4	3	5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	5	7 1/2	5.2	5.2	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2	10	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	3.0	10	15	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	15	20	8.2	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	20	
	Variable	valor	unidades																																																																																																																	
Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp																																																																																																																	
Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm																																																																																																																	
MOTOR CABALLOS DE FUERZA	MOTOR REVOLUCIONES POR MINUTO						CABALLOS DE FUERZA																																																																																																													
	575 / 485°	890 / 575 °	970 / 725°	1180 / 850°	1750 / 1425°	3458 / 2850°																																																																																																														
1/2	-	-	2.2	-	-	-	1/2																																																																																																													
3/4	-	-	2.4	2.2	-	-	3/4																																																																																																													
1	3.0	2.5	2.4	2.4	2.2	-	1																																																																																																													
1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2																																																																																																													
2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2																																																																																																													
3	4.5	4.5	3.0	3.0	2.4	2.4	3																																																																																																													
5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	5																																																																																																													
7 1/2	5.2	5.2	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2																																																																																																													
10	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	3.0	10																																																																																																													
15	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	3.8	15																																																																																																													
20	8.2	6.8	6.0	5.2	4.4	4.4	20																																																																																																													
<p>Operaciones.</p> <p>Seleccionando de la tabla por el valor cercano 10 Hp y 2400 rpm se Obtiene el diámetro de:</p>		Diámetro 3.8 pulgadas																																																																																																																		



4.3.6 CÁLCULO DE LA POLEA ACCIONADA

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN												
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:													
REALIZÓ:	Cálculo de	PRODUCTO:												
MANUEL CORTES HERNANDEZ														
FECHA:														
2010/10/14	Polea Accionada													
		RESULTADOS												
<p>(De) banda = 2.65 pulgada (tabla de dimensiones banda angosta # 3V)</p> <p>(De) mínimo= 4.5 pulgada (Tabla de fabricantes de motores)</p> <p>Aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table border="1" data-bbox="235 850 1068 1039" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Variable</th> <th>valor</th> <th>unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>8.7</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>2400</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table> $R_{TB} = \frac{D_s}{d_s}$ $D_s = d_s \times R_{TB}$			Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp	Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm	
	Variable	valor	unidades											
Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp											
Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm											
<p>Operaciones.</p> <p>$De = 8.7 \times 1.7 = 14.79''$</p> <p>Seleccionando la fórmula aplicamos y tenemos</p>		<p>Diámetro 14.79'' pulgadas</p>												

4.3.7 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE EJE PARA POLEAS

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS			CLIENTE: SEPI-IPN																																																																																																																																																																																																																																																				
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:			PRODUCTO:																																																																																																																																																																																																																																																				
REALIZÓ:	Cálculo de																																																																																																																																																																																																																																																							
MANUEL CORTES HERNANDEZ	Diámetro de eje para poleas																																																																																																																																																																																																																																																							
FECHA: 2010/10/14																																																																																																																																																																																																																																																								
				RESULTADOS																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>Aplicando las tablas de selección de motores (GATES CORPORATION) se efectúan los cálculos correspondientes.</p> <p>Teniendo 8.7 hp el valor más cercano es 9 con respecto a la carga de 440 v</p> <p>Condiciones iniciales del sistema:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 15%;">Variable</th> <th style="width: 15%;">valor</th> <th style="width: 15%;">unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencia de motor</td> <td>Q 1 :</td> <td>8.7</td> <td>Hp</td> </tr> <tr> <td>Carga eléctrica</td> <td>I</td> <td>440</td> <td>volts</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>N:</td> <td>2400</td> <td>rpm</td> </tr> </tbody> </table>						Variable	valor	unidades	Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp	Carga eléctrica	I	440	volts	Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm																																																																																																																																																																																																																																				
	Variable	valor	unidades																																																																																																																																																																																																																																																					
Potencia de motor	Q 1 :	8.7	Hp																																																																																																																																																																																																																																																					
Carga eléctrica	I	440	volts																																																																																																																																																																																																																																																					
Velocidad de giro del motor	N:	2400	rpm																																																																																																																																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">TIPO ILA3</th> <th rowspan="3">TAMANO CONSTRUCTIVO</th> <th colspan="3">2 POLOS</th> <th colspan="3">4 POLOS</th> <th colspan="3">6 POLOS</th> <th colspan="3">8 POLOS</th> </tr> <tr> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> </tr> <tr> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> <th>HP</th> <th>220 VOLTS</th> <th>440 VOLTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>070</td><td>71</td><td></td><td></td><td>0.4</td><td>1.7</td><td>0.8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>073</td><td>71</td><td>0.9</td><td>3.1</td><td>1.5</td><td>0.6</td><td>2.4</td><td>1.2</td><td>0.4</td><td>1.9</td><td>0.9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>080</td><td>80</td><td>1.2</td><td>4.2</td><td>2.1</td><td>0.9</td><td>3.1</td><td>1.5</td><td>0.6</td><td>2.5</td><td>1.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>083</td><td>80</td><td>1.8</td><td>5.6</td><td>2.8</td><td>1.2</td><td>4.0</td><td>2.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>090</td><td>90S</td><td>2.4</td><td>7.0</td><td>3.5</td><td>1.8</td><td>5.9</td><td>2.9</td><td>1.2</td><td>4.6</td><td>2.3</td><td>0.6</td><td>2.6</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>096</td><td>90L</td><td>3.6</td><td>10.5</td><td>5.2</td><td>2.4</td><td>7.8</td><td>3.9</td><td>1.8</td><td>6.6</td><td>3.4</td><td>0.9</td><td>3.6</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>106</td><td>100L</td><td>4.8</td><td>13.0</td><td>6.5</td><td>3.6</td><td>11.0</td><td>5.5</td><td>2.4</td><td>8.5</td><td>4.2</td><td>1.2</td><td>4.6</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>107</td><td>100L</td><td></td><td></td><td></td><td>4.8</td><td>14.0</td><td>7.0</td><td></td><td></td><td></td><td>1.8</td><td>6.0</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>113</td><td>112M</td><td>6.6</td><td>17.5</td><td>8.7</td><td>6.6</td><td>19.0</td><td>9.5</td><td>3.5</td><td>12.2</td><td>6.1</td><td>2.4</td><td>8.6</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>130</td><td>132S</td><td>9</td><td>24.0</td><td>12.0</td><td>9</td><td>24.4</td><td>12.2</td><td>4.8</td><td>18.4</td><td>8.2</td><td>3.6</td><td>11.6</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>131</td><td>132S</td><td>12</td><td>32</td><td>16.0</td><td></td><td></td><td></td><td>6.6</td><td>21.2</td><td>10.6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>133</td><td>132M</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>31.8</td><td>15.9</td><td></td><td></td><td></td><td>4.8</td><td>15.0</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>134</td><td>132M</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>28.6</td><td>14.3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>163</td><td>160M</td><td>18</td><td>46.0</td><td>23.0</td><td>18</td><td>47</td><td>23.5</td><td>12</td><td>38.0</td><td>19.0</td><td>6.6</td><td>20.8</td><td>10.4</td></tr> <tr><td>164</td><td>160M</td><td>24</td><td>61.0</td><td>30.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">Fuente: Tabla no. 5 de NEMA STANDAR MG-1-14-A2 (Noviembre 1978)</p>					TIPO ILA3	TAMANO CONSTRUCTIVO	2 POLOS			4 POLOS			6 POLOS			8 POLOS			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE			HP	220 VOLTS	440 VOLTS	070	71			0.4	1.7	0.8							073	71	0.9	3.1	1.5	0.6	2.4	1.2	0.4	1.9	0.9			080	80	1.2	4.2	2.1	0.9	3.1	1.5	0.6	2.5	1.2			083	80	1.8	5.6	2.8	1.2	4.0	2.0						090	90S	2.4	7.0	3.5	1.8	5.9	2.9	1.2	4.6	2.3	0.6	2.6	1.3	096	90L	3.6	10.5	5.2	2.4	7.8	3.9	1.8	6.6	3.4	0.9	3.6	1.8	106	100L	4.8	13.0	6.5	3.6	11.0	5.5	2.4	8.5	4.2	1.2	4.6	2.3	107	100L				4.8	14.0	7.0				1.8	6.0	3.0	113	112M	6.6	17.5	8.7	6.6	19.0	9.5	3.5	12.2	6.1	2.4	8.6	4.3	130	132S	9	24.0	12.0	9	24.4	12.2	4.8	18.4	8.2	3.6	11.6	5.8	131	132S	12	32	16.0				6.6	21.2	10.6				133	132M				12	31.8	15.9				4.8	15.0	7.5	134	132M							9	28.6	14.3				163	160M	18	46.0	23.0	18	47	23.5	12	38.0	19.0	6.6	20.8	10.4	164	160M	24	61.0	30.5																		
TIPO ILA3	TAMANO CONSTRUCTIVO	2 POLOS					4 POLOS			6 POLOS			8 POLOS																																																																																																																																																																																																																																											
		AMPERAJE					AMPERAJE			AMPERAJE			AMPERAJE																																																																																																																																																																																																																																											
		HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS	HP	220 VOLTS	440 VOLTS																																																																																																																																																																																																																																											
070	71			0.4	1.7	0.8																																																																																																																																																																																																																																																		
073	71	0.9	3.1	1.5	0.6	2.4	1.2	0.4	1.9	0.9																																																																																																																																																																																																																																														
080	80	1.2	4.2	2.1	0.9	3.1	1.5	0.6	2.5	1.2																																																																																																																																																																																																																																														
083	80	1.8	5.6	2.8	1.2	4.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																	
090	90S	2.4	7.0	3.5	1.8	5.9	2.9	1.2	4.6	2.3	0.6	2.6	1.3																																																																																																																																																																																																																																											
096	90L	3.6	10.5	5.2	2.4	7.8	3.9	1.8	6.6	3.4	0.9	3.6	1.8																																																																																																																																																																																																																																											
106	100L	4.8	13.0	6.5	3.6	11.0	5.5	2.4	8.5	4.2	1.2	4.6	2.3																																																																																																																																																																																																																																											
107	100L				4.8	14.0	7.0				1.8	6.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																											
113	112M	6.6	17.5	8.7	6.6	19.0	9.5	3.5	12.2	6.1	2.4	8.6	4.3																																																																																																																																																																																																																																											
130	132S	9	24.0	12.0	9	24.4	12.2	4.8	18.4	8.2	3.6	11.6	5.8																																																																																																																																																																																																																																											
131	132S	12	32	16.0				6.6	21.2	10.6																																																																																																																																																																																																																																														
133	132M				12	31.8	15.9				4.8	15.0	7.5																																																																																																																																																																																																																																											
134	132M							9	28.6	14.3																																																																																																																																																																																																																																														
163	160M	18	46.0	23.0	18	47	23.5	12	38.0	19.0	6.6	20.8	10.4																																																																																																																																																																																																																																											
164	160M	24	61.0	30.5																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>Operaciones.</p> <p>9 CON 2400 = 120 mm</p> <p>Seleccionando aplicamos y tenemos para el mecanismo para vender, los ejes será de 120 mm</p>																																																																																																																																																																																																																																																								
				Diámetro de eje 120 mm																																																																																																																																																																																																																																																				

4.4 DIAGRAMA DE PROCESOS DE COMPONENTES DE LA MÁQUINA (BANDA)

Diagrama de flujo de proceso de máquina: en el siguiente diagrama para la construcción de la base de la máquina, se solicita material al departamento de compras se recibe en almacén y pasa a los procesos de corte, calidad, lijado, doblado, desengrase, pintura y ensamble con los componentes que son el frente y las laterales y que se muestra en el diagrama de manufactura.

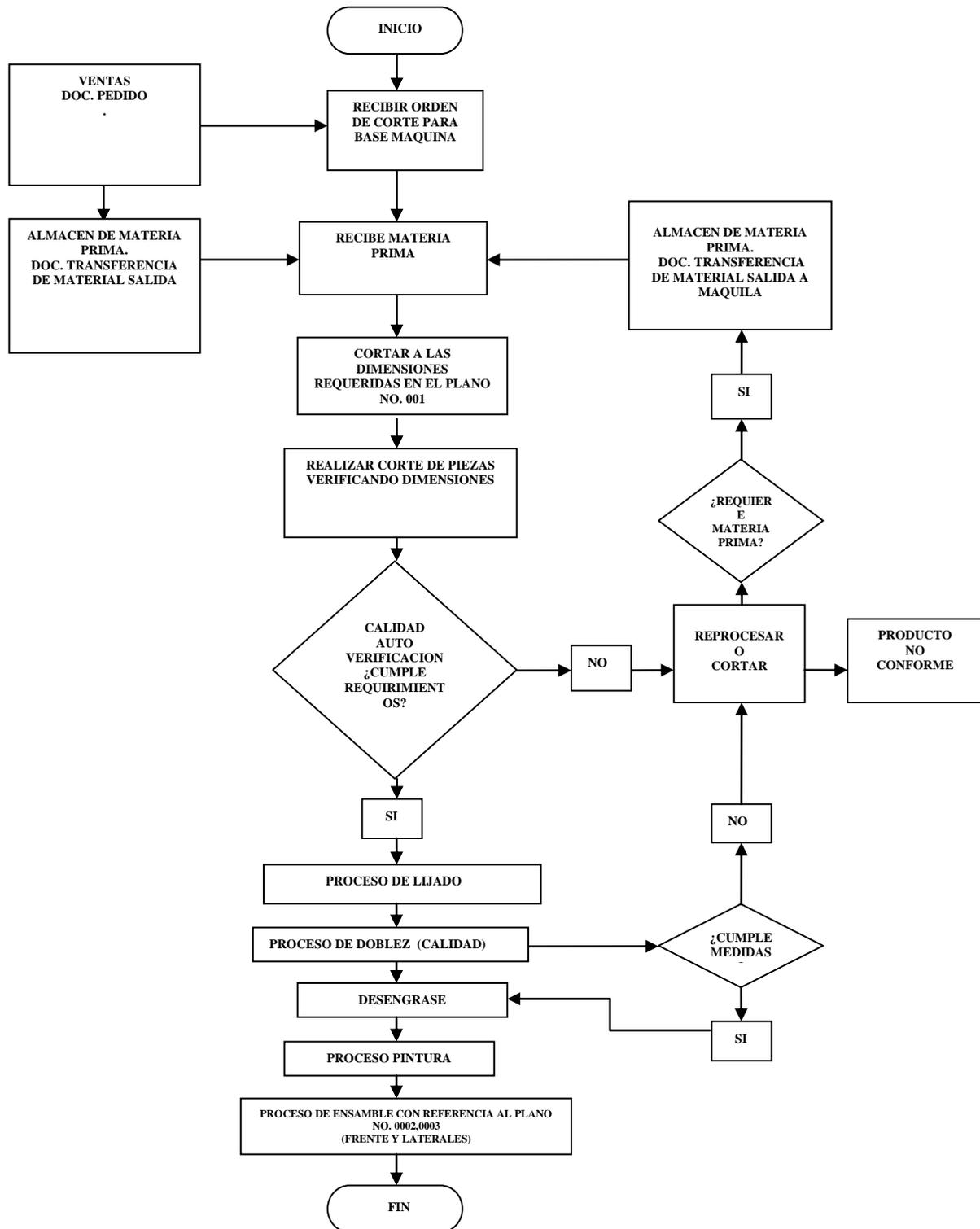


Diagrama de proceso de frente de máquina: en el siguiente diagrama para la construcción de frente de la máquina, se solicita material al departamento de compras se recibe al almacén y pasa a los procesos de corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, doblado, desengrase, pintura y ensamble con los componentes que son laterales y base como se muestra en el diagrama de manufactura.

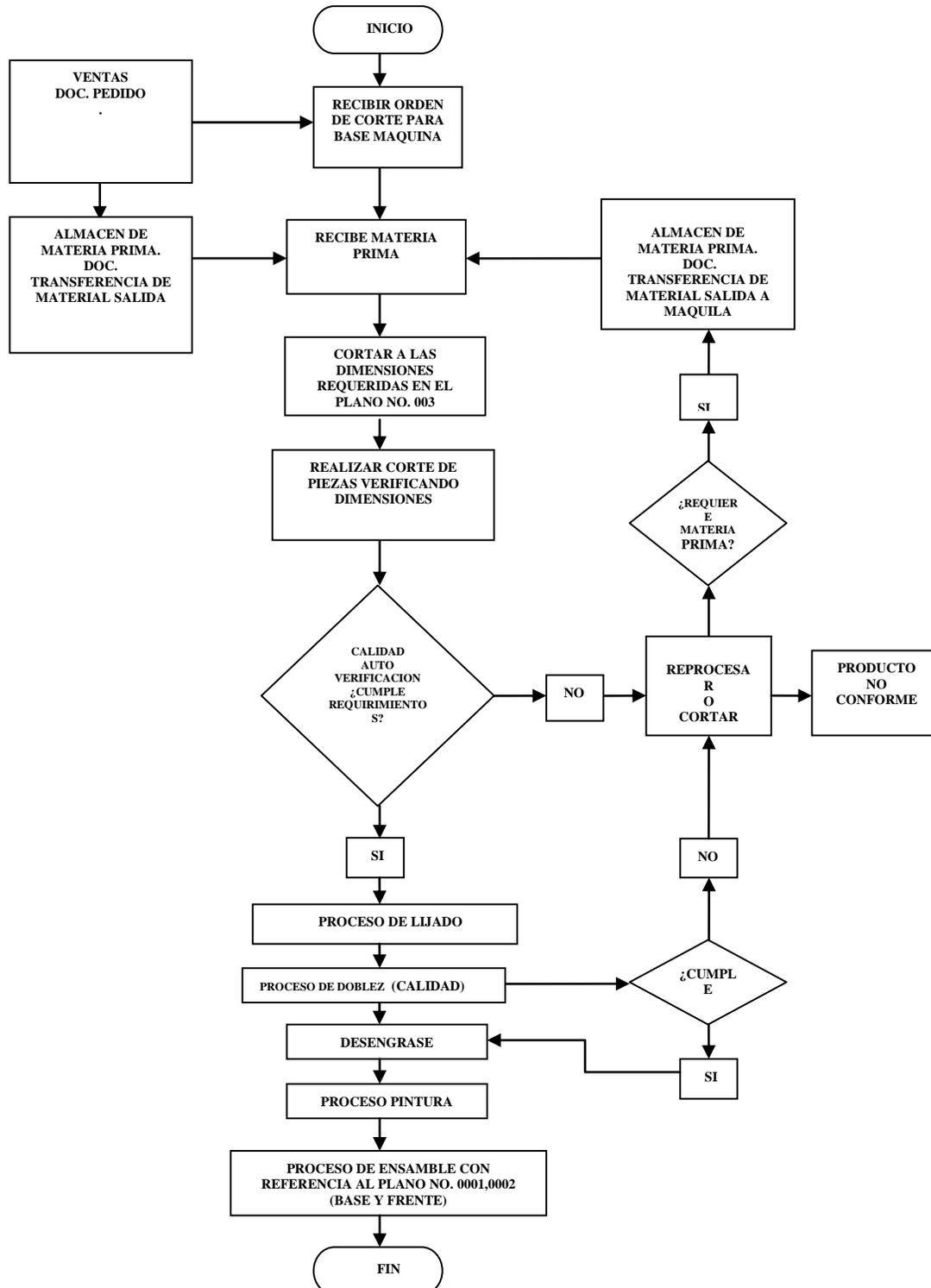




Diagrama de proceso laterales de maquina: en el siguiente diagrama para la construcción de frente de la máquina, se solicita material al departamento de compras se recibe en almacén y pasa a los procesos de corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, dobléz, desengrase, pintura y ensambla con los componentes que son el frente y la base como se muestra en el diagrama de manufactura.

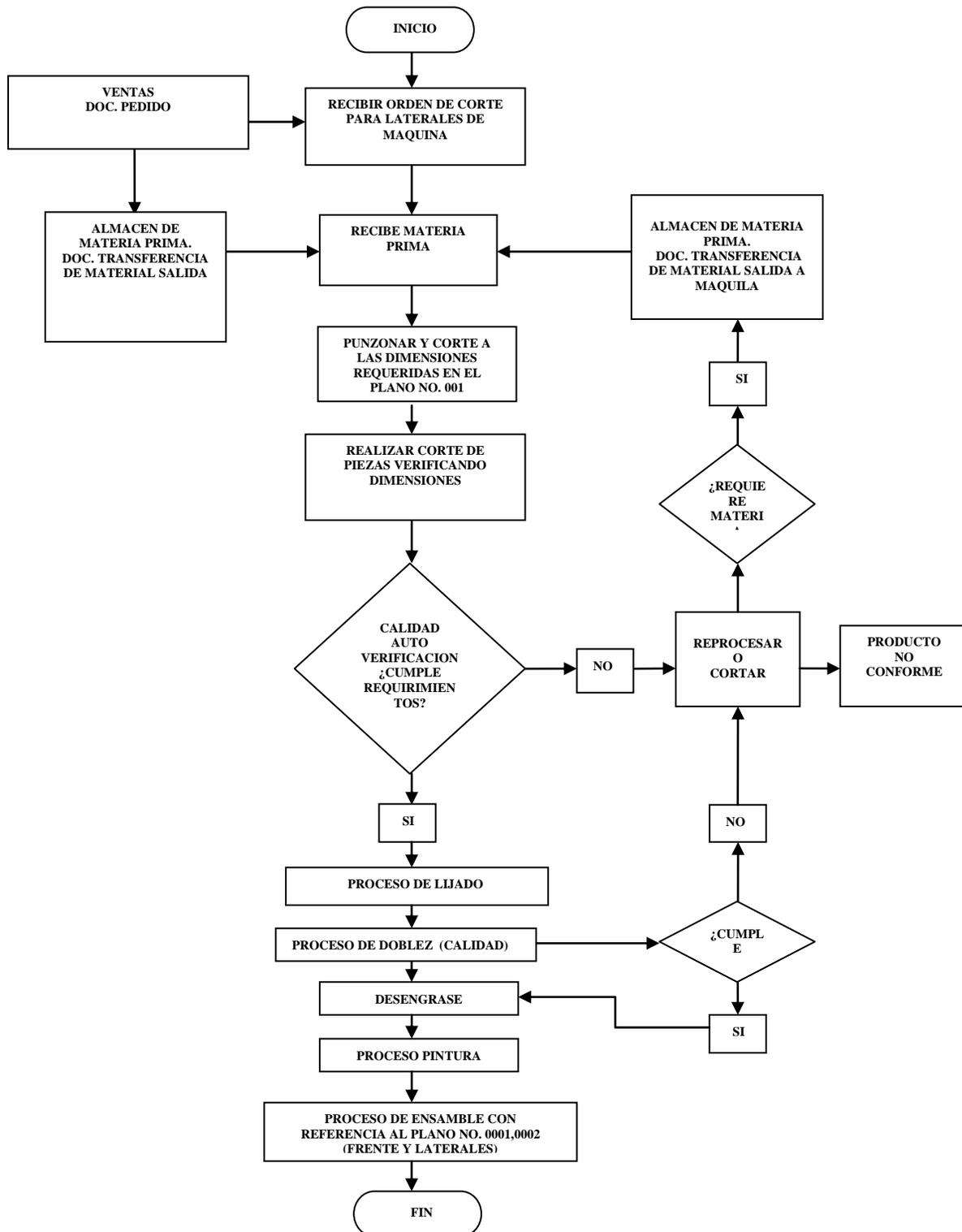


Diagrama de proceso de cubierta derecha de banda: en el siguiente diagrama para la construcción de lateral de cubierta, se solicita material al departamento de compras se recibe en almacén y pasa a los procesos como los son corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, doblez, desengrase, pintura y ensambla con los componentes que son las laterales de la cubierta como se muestra en el diagrama de manufactura.

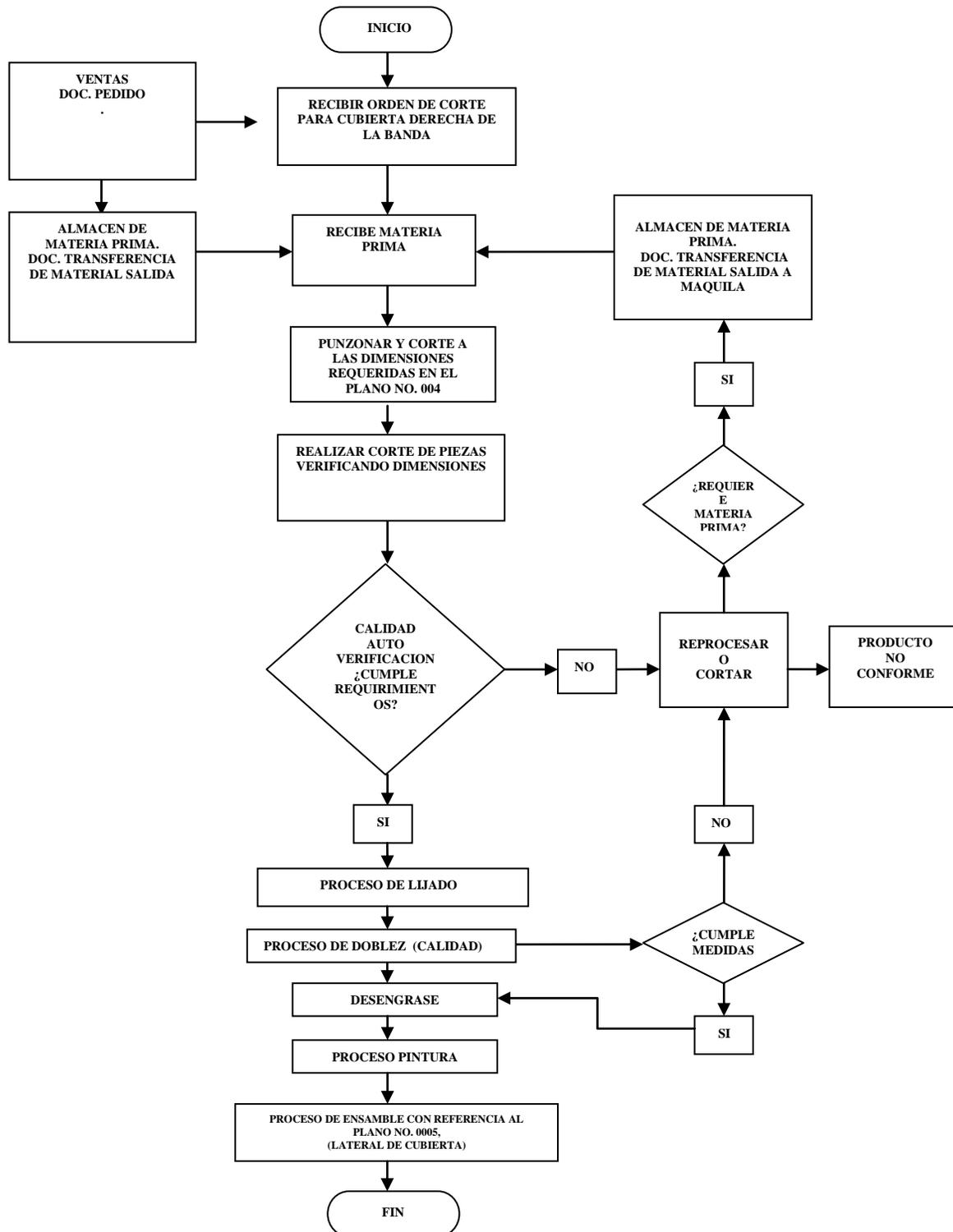


Diagrama de proceso lateral de cubierta derecha de banda: en el diagrama para la construcción de lateral de cubierta de la banda, se solicita material al departamento de compras se recibe al almacén y pasa a los procesos como los son corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, doblez, desengrase, pintura y ensambla con el componente cubierta derecha de banda, como a continuación muestra en el diagrama de manufactura.

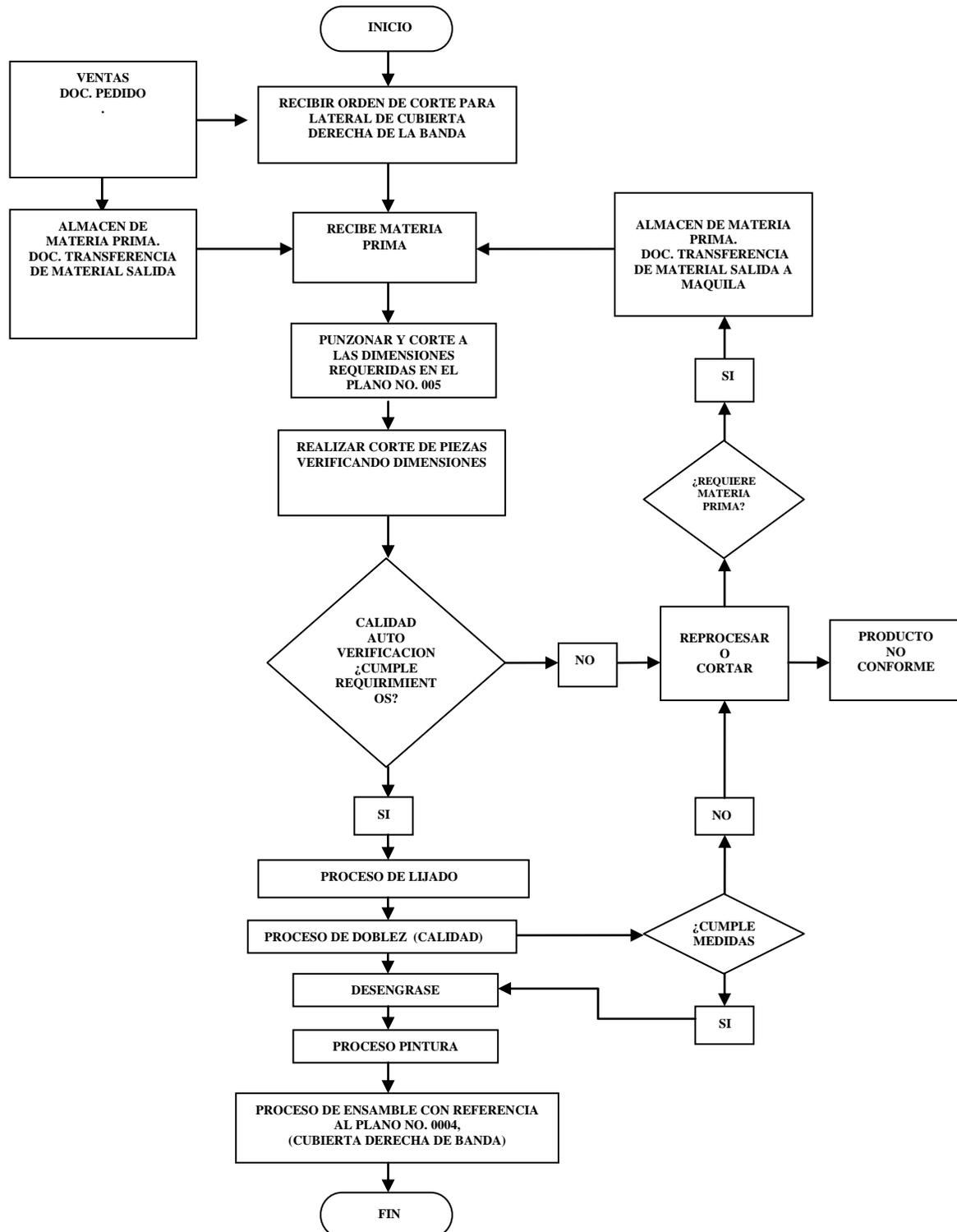


Diagrama de proceso del tablero de control: en el siguiente diagrama para manufacturar el tablero de control, se solicita material al departamento de compras se recibe en almacén y pasa a los procesos de corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, doblez, desengrase, pintura y ensambla con las laterales de control como se muestra detalladamente en el diagrama de manufactura.

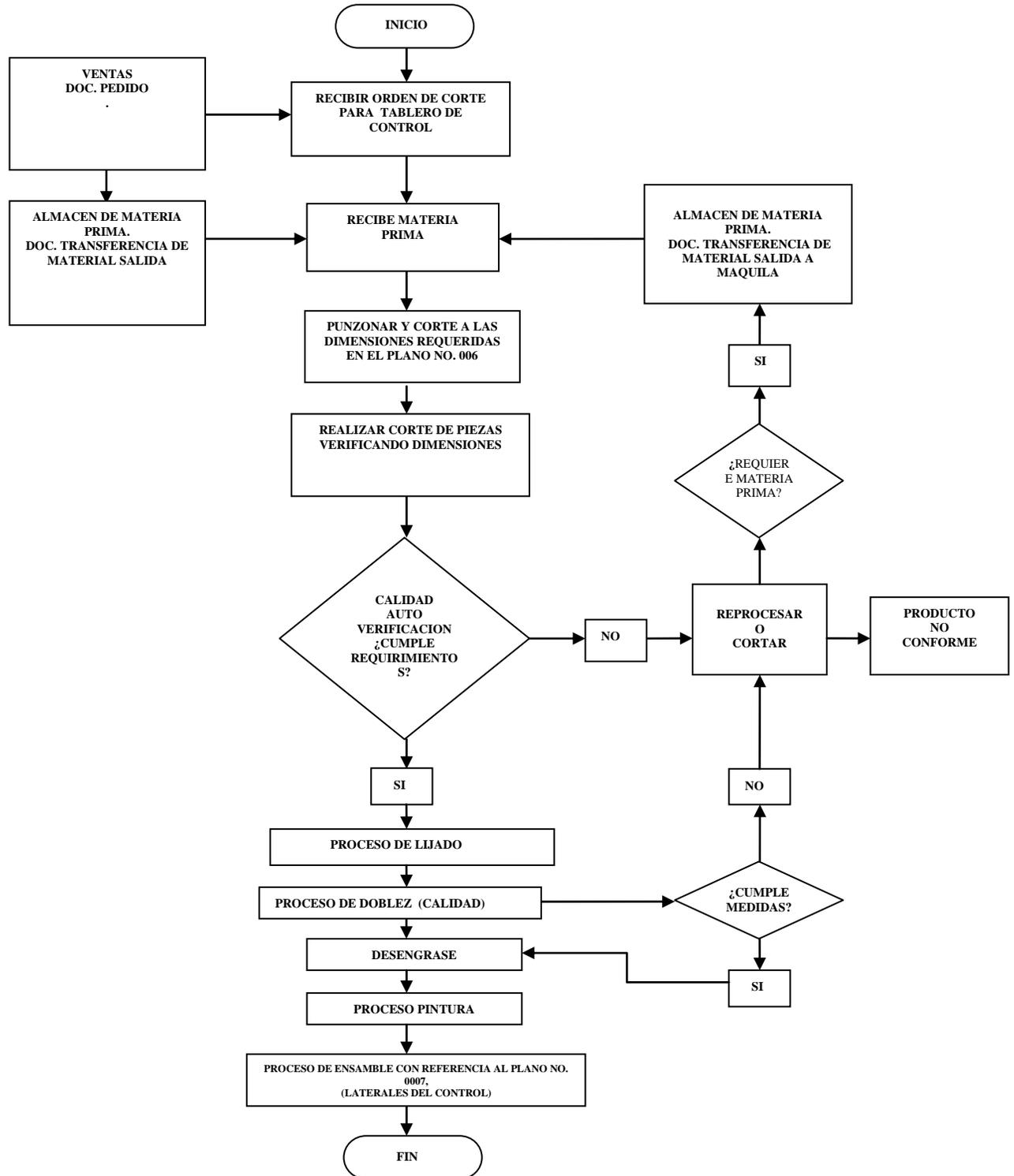
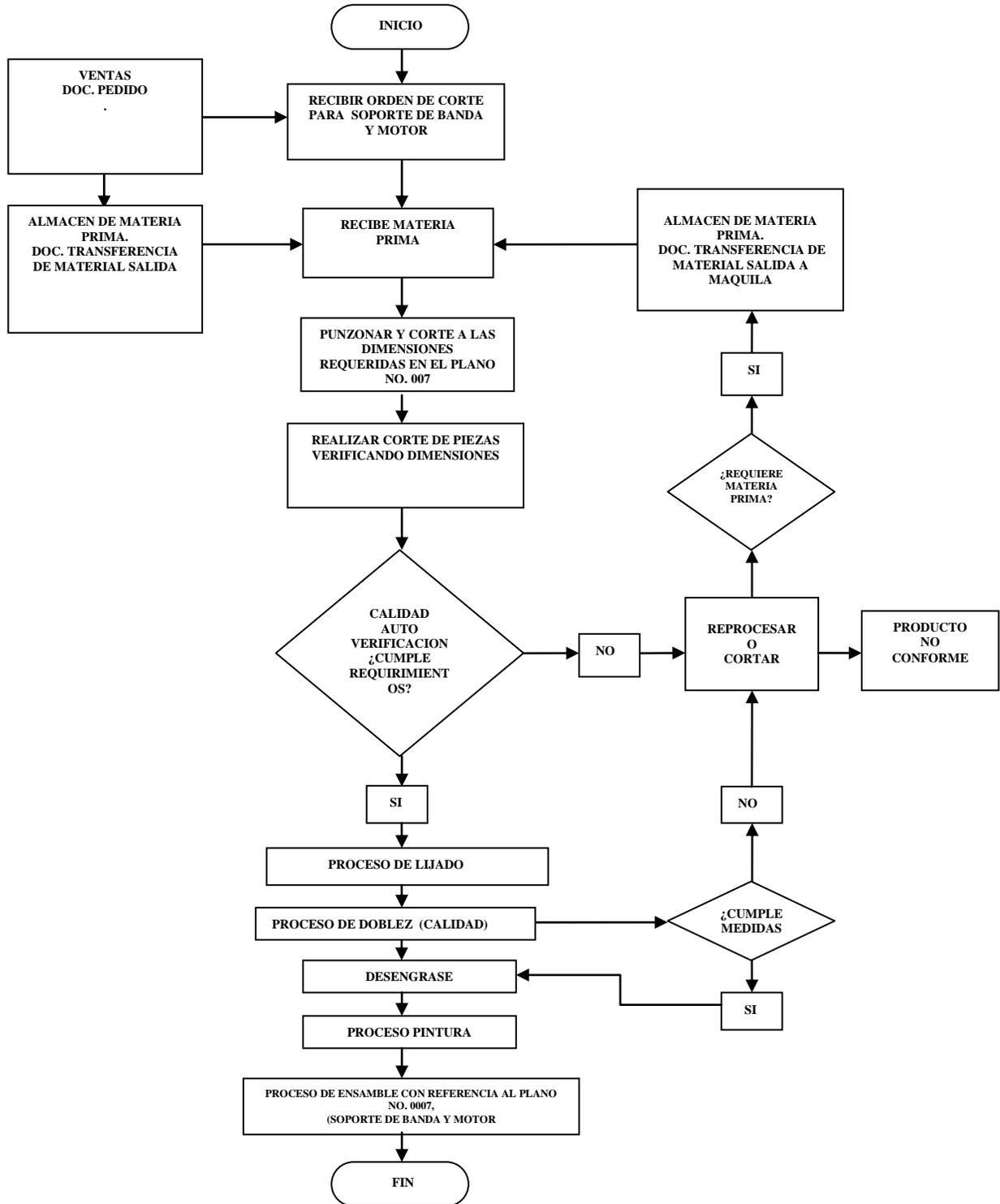
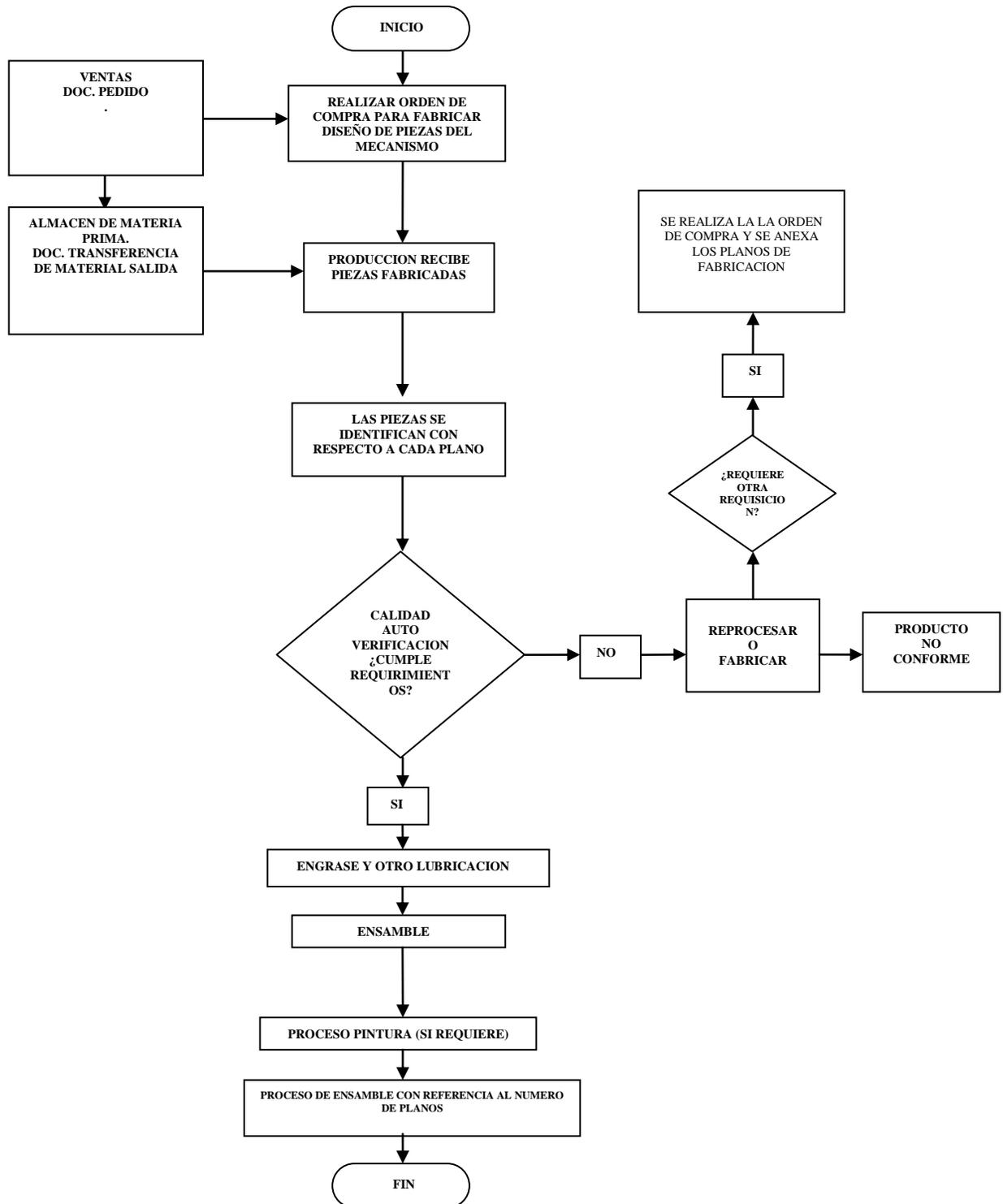


Diagrama de proceso de soporte de banda y motor: en el siguiente diagrama para la manufactura del soporte de banda y motor, se solicita material al departamento de compras se recibe en almacén y pasa a los procesos de corte (guillotina o punzonado), calidad, lijado, dobléz, desengrase, pintura y ensambla con soporte de banda y motor, como muestra en el diagrama de manufactura.





4.5 DIAGRAMA DE PROCESOS DE COMPONENTES DEL MECANISMO COMBINADOR.





4.6 ANÁLISIS DE COSTOS DE MATERIALES

Artículo	Marca	Cantidad	Precio unitario	Observaciones
Motor de 8.7 HP	SIEMENS	4	\$4'100.00	Motores trifásicos jaula de ardilla, alta eficiencia, totalmente cerrados. Baja velocidad 1750 RPM, 208-230/460V, 60Hz, Diseño NEMA B
Motor de 5 HP	SIMENS	1	\$7'100.00	Motores trifásicos jaula de ardilla, alta eficiencia, totalmente cerrados. Baja velocidad 1800 RPM, montaje horizontal (F1), 208-230/460V, 60Hz
Arrancadores	WEG		\$14'000.00	Arrancador suave para equipos destinados a arranque con rampa de aceleración y desaceleración para motores de inducción trifásicos. SSW07 130A 220/440 V
Chumacera	SKF	4	\$2500.00	Los soportes con rodamientos Y son unidades listas para montar, engrasadas y obturadas que permiten la compensación de la desalineación inicial. Los rodamientos Y (rodamiento de inserción), es un rodamiento rígido de una hilera de bolas con un diámetro exterior esférico convexo con un soporte que tiene un agujero esférico pero cóncavo.
Eje		2	\$3'400.00	
Lamina CRS 3/16"			\$30'800.00	
Banda			\$4'250.00	
Banda transportadora	Gatesmectrol	1	\$27'000.00	BT-10M Motor de 5 HP 10 mts. de largo
Engranés		12		36 dientes
Polea motriz	LOVEJOY		\$6500.00	Polea sencilla para correas anchas en forma de V
Discos Ø8", engranes			\$40'00.00	Manufacturados
Chavetas, tornillos		100	\$10'00.00	
Lengüetas		6	\$800	
soldadura		10	\$3'000	
TOTAL			\$ 167,650	

4.6.1 ANÁLISIS DE COSTO DE MANO DE OBRA

Mano de Obra	Cantidad	Salario	Observaciones
Diseñador		\$55.00 x hora	
Operadores	2	\$60 x hora	
Soldador		\$3000.00	Bajo presupuesto
Pintor		\$35.00 x metro	Bajo presupuesto
Eléctrico		\$2000	Bajo presupuesto
Mecánico			
TOTAL		\$195,000	
TOTAL		362,650	



4.7 CONCLUSIONES

El diseño implica una serie de técnicas conformadas en una metodología, este trabajo no es la excepción, todo diseño es respaldado por la aplicación de etapas que van desde el planteamiento del problema con los requerimientos del cliente, hasta las diversas formas de resolver, proponer y evaluar las soluciones más viables para fabricar, manufacturar y ensamblar un producto requerido.

El Despliegue de Funciones de Calidad (QFD) es una metodología muy objetiva y de grandes recursos, esta permite mediante la Casa de la Calidad, tener toda una descripción del producto diseñado paso a paso y con las metas de diseño definidas es posible hacer mejoras durante la marcha, así mismo, realizar pertinentes ajustes que propongan una dirección de mejora en satisfacción del cliente.

La metodología QFD aplicada al diseño de la máquina de combinación de pliegos genera una gran cantidad de información detallada y simplificada, que describe la concepción del mismo a través de un modelo funcional desarrollado en la etapa del diseño conceptual, éste se concreta en un modelo estructural mediante la evaluación de funciones, acentuando las bases en dibujos, croquis, esquemas, cálculos y planos durante la etapa del diseño de detalle.

Las metas de diseño en su mayoría se han cumplido, dando la oportunidad de poder continuar con otras etapas como el diseño de manufactura y el ensamble (D.F.M.A), el diseño de producción y conservación del medio ambiente para trabajos futuros.

El diseño propuesto en este trabajo de tesis cumple con el objetivo de combinar pliegos de papel y cartón utilizados en el rubro de las Artes Gráficas satisfaciendo los requerimientos explícitos del cliente, dando como resultado un sistema económico, flexible y sencillo de utilizar.



4.8 RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

Se recomienda para trabajos futuros:

Aplicar no solo en procesos de diseño una metodología con la facilidad de cumplir con el objetivo, sino que en cualquier trabajo.

Auxiliarse con la obtención de la casa de la calidad y es donde se muestran las metas de diseño a las cuales se quiere llegar, en último de los casos, permitir hacer ajustes en las etapas específicas y sin pérdida de tiempo.

Se deberá analizar la instalación eléctrica, así como la hidráulica ya que para estos fines, es un diseño y la idea, así como parte de la manufactura de esta misma lo cual este proyecto está delimitado solamente a la parte de sus componentes mecánicos.



REFERENCIAS

- [42] Ingeniero Luis Gil, Entrevista personal, Viernes 21 de agosto de 2009, Empresa, Litografías Gil.
- [43] Licenciado Jaime López de Silanes, Entrevista personal, Miércoles 27 de Enero del 2010, Empresa, Corporación impresora.
- [44] Dr. Julio Macouzet Rodríguez, Entrevista personal, Martes 23 de Febrero del 2010. En Empresa Exel Serigráfica.
- [45] Ingeniero Norman Klein, Entrevista personal, Lunes 21 de Diciembre 2009, Empresa Foli Servicios de México.
- [46] María de los Ángeles Hernández, Tomás Herranz Almenara, Manual del Ingeniero Mecánico, Editorial Cultural S.A, Octava edición, Estados Unidos, (2009).
- [47] Roy R. Craig Jr., Mecánica de materiales, editorial CECSA, 2a. Edición, México Df. (2002).
- [48] E. Russell Johnston Jr, Mecánica Vectorial Para Ingenieros, Editorial Mc Graw Hill, Sexta Edición, México Df. (2001)
- [49] Shaffer, Saxena, Antalovich, Sanders, Ciencia y diseño de materiales para Ingeniería, Ed. CECSA, Primera edición, México, (p-p 453), (2004)



4.10 ANEXOS

- 1.- plano de base de máquina (base trasera).
- 2.- plano de base de máquina (frente de base).
- 3.- plano de base de máquina (laterales).
- 4.- plano de cubierta derecha de máquina.
- 5.- plano de lateral de cubierta.
- 6.- plano de control de máquina.
- 7.- plano lateral de control.
- 8.- plano soporte corto de banda.
- 9.- plano soporte largo de banda.
- 10.- plano de base de motor.
- 11.- plano de chumaceras.
- 12.- plano de deslizador de hoja.
- 13.- plano de polea motriz.
- 14.- plano de cilindro soporte de hoja.
- 15.- plano de ejes de mecanismo.
- 16.- plano de engrane de mecanismo.
- 17.- plano de rodamiento seccionado.
- 18.- plano rodamiento trasero de mecanismo.
- 19.- plano de polea accionada.
- 20.- plano en explosión de máquina.