

84



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UNA MAQUINA LAMINADORA DE HULE NATURAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA (AREA MECANICA) PRESENTA: ANDRES SOBREVILLA DEL VALLE

DIRECTOR DE TESIS: M.I. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ

MEXICO, D.F.

260537

JUNIO DEL 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

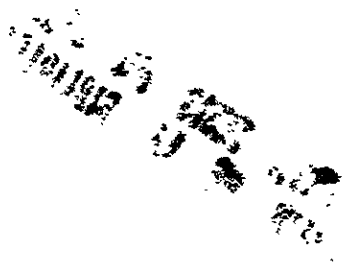


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



*Toda máquina que colabore con el individuo tiene un lugar,
pero no debe haber lugar para máquinas que concentran
el poder en unas cuantas manos y convierten a las masas
en entidades preocupadas por máquinas, si no es que en
entidades desempleadas*

Ghandi

IV.1. Diseño preliminar	33
IV.1.1. Establecimiento de las características que deberán tomarse en cuenta para la determinación de la forma	33
IV.1.2. Establecimiento del arreglo	35
IV.1.3. Establecimiento de tipos de material, procesos de manufactura, tolerancias y propiedades de la superficie	37
IV.1.4. Investigación de zonas críticas en la determinación de la forma	39
IV.1.5. Representación de diseños preliminares	40
IV.2. Diseño dimensional	40
IV.2.1. Sustentación matemática de algunas características de diseño	43
IV.2.2. Establecimiento del arreglo y forma definitivos. Dimensionamiento parcial	57
IV.2.3. Establecimiento definitivo de materiales y procesos de manufactura, determinación parcial de las tolerancias y propiedades de la superficie	57
IV.2.4. Optimización de la investigación de las zonas críticas	58
IV.3. Detalle	59
IV.3.1. Sustentación matemática	59
IV.3.2. Determinación de la forma definitiva y dimensionamiento completo	63
IV.3.3. Establecimiento definitivo y completo de materiales, procesos de manufactura, tolerancias y propiedades de la superficie	63
IV.3.4. Determinación de procesos y estados de ensamble	63
IV.3.5. Representación de partes, dimensiones, tolerancias, propiedades de la superficie y especificación de materiales	63
IV.3.6. Dibujos de ensamble, lista de partes	63
V. Fabricación y pruebas de funcionamiento	64
Conclusiones	iv
Reflexiones generales	vi
Bibliografía	viii
Anexo A. Planos	ix

Anexo A.1. Figuras 4.19 a 4.24 Planos de los arreglos definitivos de los sistemas	x
Anexo A.2 Figuras 4.27 a 4.32. Planos del dimensionamiento completo de los sistemas	xviii
Anexo A.3. Figuras 4.33 a 4.38. Planos con las partes, dimensiones y tolerancias de los sistemas	xxvi
Anexo A.4. Planos de conjunto	xxxiv
Anexo B Tablas	xxxvii
Anexo B.1. Tabla 4.1. Materiales y procesos de manufactura definitivos, tolerancias y propiedades de la superficie parciales	xxxviii
Anexo B.2. Tabla 4.2. Materiales y procesos de manufactura definitivos, tolerancias y propiedades de la superficie completos	xxxix
Anexo B.3. Procesos y estados de ensamble	xl
Anexo C. Norma "DGN. T-7-1977"	xli
Anexo D. Visita a Tuxtepec, Oaxaca	xliv
Anexo E. Convenio de colaboración entre la Fonaes y el CMH, proyecto de investigación e informes a la Fonaes	xlvi

Introducción

El hule natural tiene diversas y muy importantes aplicaciones industriales, entre ellas, es utilizado como materia prima para la fabricación de productos como: llantas, guantes quirúrgicos, autopartes, preservativos, adhesivos, juguetes, suelas de zapatos y mangueras.

Existen varias especies de plantas que contienen hule natural; sin embargo, por sus características productivas, industrialmente sólo es utilizado el proveniente del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.).

El cultivo del *Hevea brasiliensis* Muell Arg. requiere de condiciones ambientales particulares, por lo que pocos países en el mundo tienen la posibilidad de desarrollarlo. México cuenta con unas 250 mil hectáreas aptas para el cultivo que representan, con un rendimiento normal, más de 200 mil toneladas de hule seco por año; no obstante, la producción anual es de 9 mil toneladas y el consumo asciende a 90 mil toneladas, es decir, sólo el 10% de los requerimientos de la industria nacional son cubiertos con hule mexicano (2)

Para cubrir sus necesidades, México importa hule natural principalmente de: Indonesia, Guatemala y Estados Unidos; éste último participa con una producción mínima y juega, en rigor, un papel de intermediario.

Con el fin de sustituir importaciones mediante el aprovechamiento de los recursos naturales y humanos, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), creó dentro del Programa Alianza para el Campo, el Programa Nacional del Hule (PNH), cuya función es promover el cultivo del árbol del hule. El Consejo Mexicano del Hule, A.C. (CMH) es el organismo encargado de regular, fomentar y dar seguimiento al PNH, así como de orientar a productores en procesos que maximicen sus recursos.

En México el área de la superficie plantada asciende a 14 mil hectáreas, de las cuales 9 mil se encuentran en producción y se distribuyen, casi en su totalidad, en propiedades de pequeños productores, quienes, en su mayoría, obtienen el producto que ofrecerán a los beneficios de hule granulado o crepé, recolectando el hule fresco y dejándolo coagular naturalmente (hule coágulo). La calidad del producto es deficiente por lo que el precio con el que se comercializa es muy bajo. Esta circunstancia provoca que el productor potencial no considere al cultivo del hule como una alternativa viable para el sustento de su familia.

El CMH presentó ante la SAGAR el proyecto "Procesamiento de Hule Natural para la Elaboración de Hojas Ahumadas", en el cual propone que sea el productor quien recolecte y beneficie el hule de su plantación, con el propósito de que, mediante la producción y venta de hojas ahumadas —cuyo precio es considerablemente mayor al del hule coágulo—, aumente su ingreso.

La obtención de hojas ahumadas de buena calidad requiere de tres operaciones principales que son: coagulación controlada, laminación y secado y ahumado. Es necesidad básica para la realización del proceso, contar con una máquina laminadora; sin embargo, resulta difícil debido a que no es producida en nuestro país y es muy caro importarla.

Por otro lado, es poco conocida la importancia del hule natural; con este trabajo pretendo difundirla. Asimismo, es una oportunidad para estrechar la relación existente entre la academia y la industria, la cual resulta fundamental para el desarrollo de ambas áreas. La Ingeniería Mecánica tiene en el medio rural un gran campo de acción, y sus estudiantes un gran potencial para la realización de proyectos que debe ser aprovechado al máximo.

Objetivos

- Dar a conocer la importancia del cultivo y aprovechamiento del hule en México.
- Proponer el diseño de una máquina laminadora de hule natural, más barata y de igual o mejor calidad que las disponibles en el mercado.
- Poner a disposición del Consejo Mexicano del Hule, A. C. el diseño de la máquina.
- Fomentar la vinculación entre programas de desarrollo y proyectos de estudiantes.
- Destacar la importancia de la Ingeniería Mecánica en el desarrollo rural mediante la aportación y realización de proyectos viables.

I. Obtención de hojas ahumadas

El hule natural se obtiene del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.), el cual es originario de la cuenca del río Amazonas en Brasil. Su historia, industrialmente hablando, comienza en 1830, gracias a los descubrimientos y posteriores aplicaciones de Hancock, Goodyear y Dunlop. Fue en 1882 cuando compañías inglesas y holandesas establecieron las primeras plantaciones en nuestro país.

El consumo mundial de hule natural aumentó de 5 a 6 millones de toneladas al año en el periodo comprendido entre 1991 y 1996, lo que indica que, a pesar del veloz desarrollo del hule sintético, éste no ha podido alcanzar las propiedades requeridas por el mercado. Las condiciones naturales necesarias para el cultivo de esta planta son muy especiales y sólo algunos países las poseen, entre ellos se encuentra México que cuenta con una superficie apta de 250 mil hectáreas que, a un rendimiento normal, representan más de 200 mil toneladas de hule seco al año; sin embargo, su producción es únicamente de 9 mil. (2)

Actualmente, México consume 90 mil toneladas de hule seco por año, de las cuales el 90% son importadas. Esta situación produce una fuga anual de 100 millones de dólares. Por otro lado, el cultivo del árbol del hule favorece a la ecología, cuyo deterioro representa un grave problema, tanto nacional como internacional. Por estas razones, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) ha creado el Programa Nacional del Hule (PNH), cuyo objetivo es promover este cultivo. El organismo que se encarga de dar seguimiento y regular al PNH es el Consejo Mexicano del Hule, A. C. (CMH).

El desarrollo y aprovechamiento del árbol del hule se esquematiza en la figura 1.1 y consta de cinco etapas principales que se describen a continuación:

Vivero

Es el punto de inicio del proceso, corre a cargo de la SAGAR y transcurre desde la recolección de la semilla, hasta la entrega de las plantas al productor. Una vez que se cuenta con la semilla, se deja algunos días en una cama de germinación y posteriormente se siembra, se injerta, se selecciona y se entrega. Existen viveros en bolsa y en piso, en ambos casos hay que preparar el terreno y, en el primero, se requiere del llenado de las bolsas. El injerto consiste en el desarrollo de una planta de alto rendimiento sobre una con mayor resistencia. Para esto se producen, dentro de jardines de multiplicación, yemas de clones que se injertan sobre las plantas de los viveros. A partir de la siembra de la semilla se deben realizar labores culturales para el cuidado y desarrollo del vivero tales como: poda, riego, fertilización y control de maleza, plagas y enfermedades.

Establecimiento y mantenimiento de plantaciones en desarrollo

A partir de este punto, el productor adquiere la responsabilidad de las plantas. Su primera labor es preparar el terreno, incluyendo el trazo de la plantación y la ahoyadura, en el que se

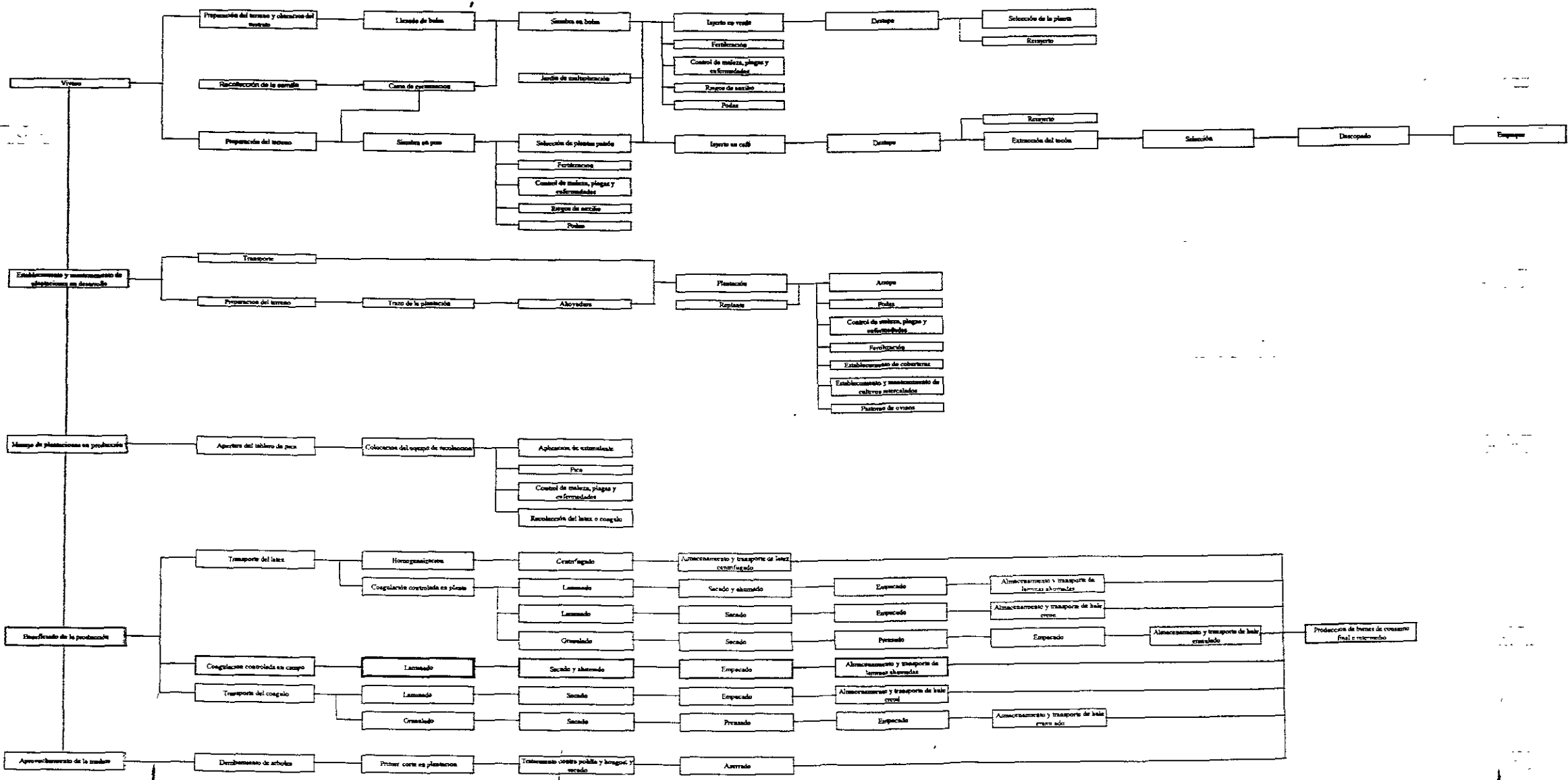


Figura 1.1. Diagrama de Flujo del Desarrollo de la Planta de Hule e Interfase Plantación-Beneficio-Aserradero

siembran las plantas después de su transporte. Posteriormente se realiza la plantación, si no se obtiene éxito, se cuenta con una segunda oportunidad para replantar. Esta etapa es sumamente difícil para el productor, ya que su plantación no será económicamente productiva durante los primeros seis años; sin embargo, el PNH otorga un apoyo económico para estimular su tarea. Por otro lado, paralelamente al desarrollo de los árboles, se deben llevar a cabo labores culturales que, para este periodo, pueden contribuir al ingreso del productor, lo que representa una estupenda alternativa. Un ejemplo son los cultivos intercalados que, además de servir para el control de maleza, representan una ganancia al vender el producto.

Manejo de plantaciones en producción

Una vez que los árboles llegan a la edad de 7 años son aptos para su explotación, y es hasta 30 años después cuando dejan de producir. Durante esta etapa se obtiene el hule natural que, a la postre, será industrializado, por lo que representa la de mayor ingreso para el productor. Con el propósito de recolectar el hule, se realiza un corte en las dos capas exteriores del árbol (corteza y tubos lactíferos) que permitirán al látex fluir hacia su exterior, a esta actividad se le llama pica y se puede observar en la figura 1.2.



Figura 1.2. Pica

La primera operación que se realiza es la apertura de un tablero que consiste en delimitar una superficie y prepararla para su explotación. Posteriormente, se coloca el equipo de recolección, el cual consta de un soporte, un recipiente y una canaleja, dispuestos como se muestra en la figura 1.3. Cuando se cuenta con estos elementos es posible realizar la pica, ya sea dos veces por semana, si se aplica estimulante, o, en caso contrario, tres. Usualmente es una persona especializada quien realiza esta tarea; sin embargo, a veces corre a cargo del propio productor.

Comúnmente, el hule se deja a la intemperie y se recolecta una vez que se encuentra en forma sólida. También se puede manejar en forma líquida si se utiliza un anticoagulante o si se deposita el contenido de los recipientes recolectores en cubetas antes de que se coagule.



Figura 1.3. Equipo de recolección

Beneficiado de la producción

El objetivo del beneficiado es obtener materias primas para la industria de bienes de consumo final e intermedio. Del hule natural, mediante modalidades distintas de procesamiento, se obtienen cuatro productos de importancia comercial: hule granulado, hule crepé, hojas ahumadas y látex centrifugado, los tres primeros se encuentran en estado sólido, mientras que el último es un líquido con diferentes aplicaciones y mercado.

Prácticamente todo el hule de nuestro país es beneficiado en industrias con equipos de capacidades relativamente grandes; aproximadamente el 80% de ellas produce hule granulado. En esta etapa aumenta el valor del producto considerablemente. El proceso de obtención de hojas ahumadas, a diferencia de los otros tres, requiere de una inversión pequeña y, por ende, es posible para el productor realizarlo con el fin de incrementar su ganancia.

Aprovechamiento de la madera

Aun cuando el árbol ha concluido su etapa productiva, puede representar un ingreso extra para los propietarios de las plantaciones. Aprovechar la madera cumple con esta función y, si se realiza una explotación adecuada, la tierra puede ser replantada comercialmente. La madera del árbol del hule se caracteriza por el dominio de productos finales con un bajo valor agregado como: rejas para fruta y hojas de madera para chapas y cerillos. Sin embargo, también podría aprovecharse en toda una gama de productos terminados con mejor precio de venta como son: muebles, piezas para ensambles y pisos para parket. En México, generalmente la madera del hule se transforma en carbón en el sitio de la plantación, de cuya venta se obtiene una magra ganancia. Esto se debe a que la inversión requerida para un aserradero es elevada y no existe una infraestructura adecuada para hacerlo económicamente ventajoso.

Existen en el país graves problemas de precio en la comercialización del hule natural de campo. El proceso que se realiza actualmente consiste en recolectar el hule fresco y dejarlo coagular naturalmente. Esto da como resultado un producto de baja calidad y precio (en 1999 se vendía a un precio menor a \$ 2 40/Kg) Como respuesta a esta situación, el CMH propone una alternativa para el procesamiento de hule consistente en coagulación controlada, laminación y

secado y ahumado. Esta iniciativa permitirá elevar la calidad del producto y el rendimiento económico en pequeñas plantaciones.

El proceso comienza con la pica de los árboles y la recolección del látex, como tradicionalmente se practica, a cada taza se agrega de 1 a 5 ml. de solución amoniacal, que sirve como anticoagulante. Posteriormente se reúne el látex de las tazas, que representa el 90% de la producción, en recipientes que no lo oxiden como cubetas de plástico (figura 1.4). Es transportado hasta el lugar donde se encuentra la máquina laminadora (figura 1.5). Ahí se diluye en agua y se hace pasar a través de un colador (figura 1.6), por ejemplo una lámina de aluminio con perforaciones, para después depositarlo en charolas de coagulación, que pueden ser de diferentes formas y materiales (figura 1.7).

Para coagular 4.8 litros de hule, se recomienda utilizar bateas de madera rectangulares de 40 cm. de largo por 30 cm. de ancho y 5 cm. de profundidad, que deben llenarse hasta 4 cm. El resto del látex, formado por la greña y el queso (residuos de hule que no caen en la taza), se vende como coágulo. En esta etapa se logra eliminar una gran cantidad de impurezas. Una vez que están llenos los recipientes se añade ácido fórmico o acético diluido en agua al 4 o al 6.6%, respectivamente, de manera que 100 litros de látex diluido, requieren 1 litro de la solución previamente preparada. Durante la coagulación, las charolas se cubren para que no les caiga polvo o tierra. Es muy importante ser cuidadoso con la cantidad de ácido que se agrega, ya que el exceso resulta en coágulos muy duros que son difíciles de laminar, y la escasez deja residuos de hule sin aprovechar e incide negativamente en el rendimiento.



Figura 1.4. Recolección del látex



Figura 1.5. Transporte del látex



Figura 1.6. Colado del látex diluido



Figura 1.7. Llenado de las charolas

La máquina que se utiliza en la laminación consta de un juego de rodillos, un sistema de ajuste, una base y un sistema de transmisión que se pueden acoplar a un motor, o bien impulsar manualmente por medio de un volante. Se dan varias pasadas para adelgazar el espesor de la lámina (figura 1.8) y, finalmente, se le da un acabado con el fin de aumentar su superficie (figura 1.9), lo que reduce considerablemente el tiempo de secado. Después de cada pasada por los rodillos, las láminas deberán mantenerse bajo el agua para extraerles todo el suero que sea posible de manera que el hule no se tome pegajoso ni se enmohezca. Al cabo de esta operación, las láminas se sacan del agua y se ponen a escurrir por espacio de dos horas en la sombra (figura 1.10), ya que el sol las deteriora.

Finalmente, se lleva a cabo el secado y ahumado en un pequeño cuarto que cuenta con un horno alimentado con cualquier tipo de leña. Adentro, se cuelgan las láminas y se dejan ahí por algunos días hasta que, a partir de una inspección visual, se puede concluir que están listas.

El producto resultante son hojas ahumadas (grado RSS 1 al 4) que deben cumplir con la norma "NOM DGN T-7-1977" (Anexo C) y su presentación es un paquete de 20 Kg. que es utilizado como materia prima para la industria llantera, zapatera, de autopartes, de pegamentos, y otras. Su precio de venta está en función del mercado internacional y actualmente se encuentra alrededor de \$7.80/Kg.

Cada juego de rodillos es capaz de procesar el hule producido en una superficie de 10 ha, por lo que se aconseja formar organizaciones de pequeños productores cuyas plantaciones, en conjunto, abarquen esta superficie.

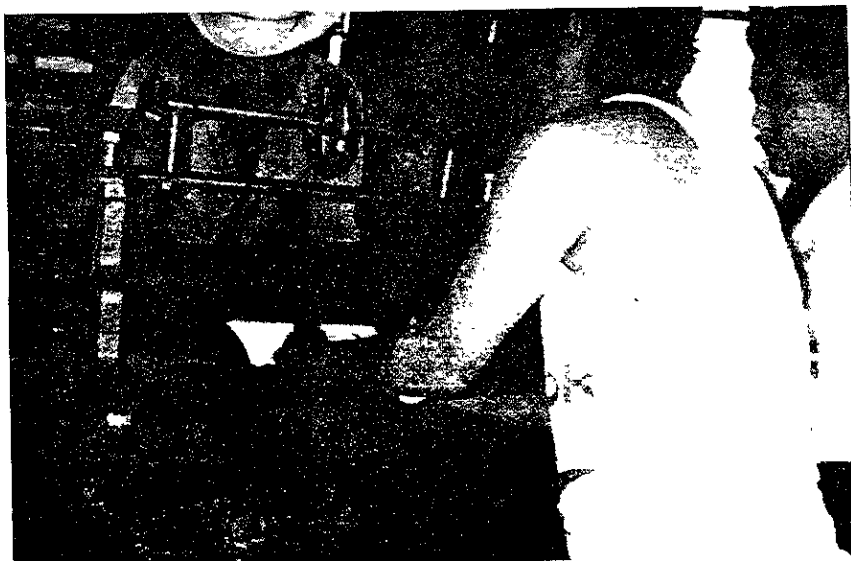


Figura 1.8. Disminución del espesor de la lámina

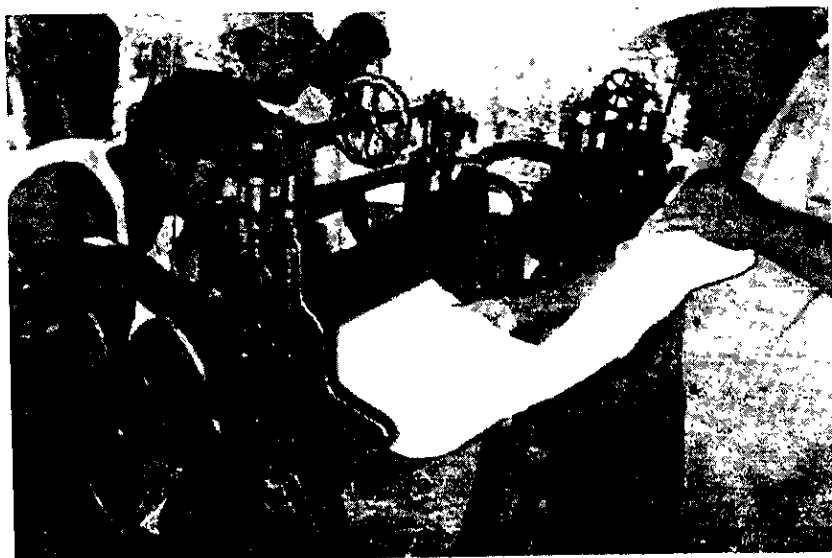


Figura 1.9. Acabado de la lámina



Figura 1.10. Escurrimiento

Por otro lado, se considera que el éxito del proyecto depende del interés y cuidado de los productores para realizar el proceso, y de su capacidad para crear una organización que comercialice el producto de manera eficiente.

II. Especificación del problema

II.1. Establecimiento de especificaciones

II.1.1. Identificación del problema

Las máquinas que actualmente están disponibles para la realización de este proceso resultan inaccesibles para la mayoría de los productores debido a que, al ser necesaria su importación, el costo es muy elevado. En otros casos, la calidad de la máquina es deficiente aunque el precio a pagar no resulte problemático.

II.1.2. Identificación de la necesidad

Contar con una máquina de bajo costo, que soporte el trabajo durante la etapa productiva de una plantación y que procese la materia prima de un módulo de varias hectáreas.

II.1.3. Establecimiento del estado del arte

El proceso de obtención de hojas ahumadas realizado en varios países es sencillo y el equipo que se utiliza muy similar. En México operan actualmente dos tipos de máquinas laminadoras que se describen a continuación:

a) Máquina fabricada por productores. Consta de un par de rodillos acanalados montados en una base de solera, acoplados entre sí y a un motor eléctrico de $\frac{1}{4}$ HP. La transmisión de potencia del motor a los rodillos es por medio de una banda. Los ejes de los cilindros están contenidos en un plano vertical y la alimentación de las láminas se realiza horizontalmente. El ajuste de la distancia entre los rodillos se hace por medio de tornillos colocados en sus extremos que se mueven independientemente. Es posible efectuar el proceso por una sola persona. El acabado de los rodillos es malo y el ajuste impreciso, esto provoca que la forma de las láminas sea irregular, lo que representa un grave problema porque disminuye la calidad y, por ende, el precio del producto.

b) Máquina importada (figura 2.2). Esta formada por dos mecanismos independientes, cada uno consta de:

- Una base que debe fijarse a una estructura unida firmemente al suelo.
- Un par de rodillos cuyos ejes, al igual que en la máquina anterior, están contenidos en un plano vertical. Un par es liso y otro acanalado.
- Un mecanismo de transmisión de fuerza formado por varios engranes y un volante que puede ser cambiado por el acoplamiento a un motor.
- Un mecanismo de ajuste que consta de dos tornillos que sujetan al rodillo superior en cada uno de sus extremos y que están acoplados entre sí para moverse simultáneamente.

La máquina es alimentada horizontalmente. Si el impulso es manual, serán necesarias dos personas; si es eléctrico, sólo una.

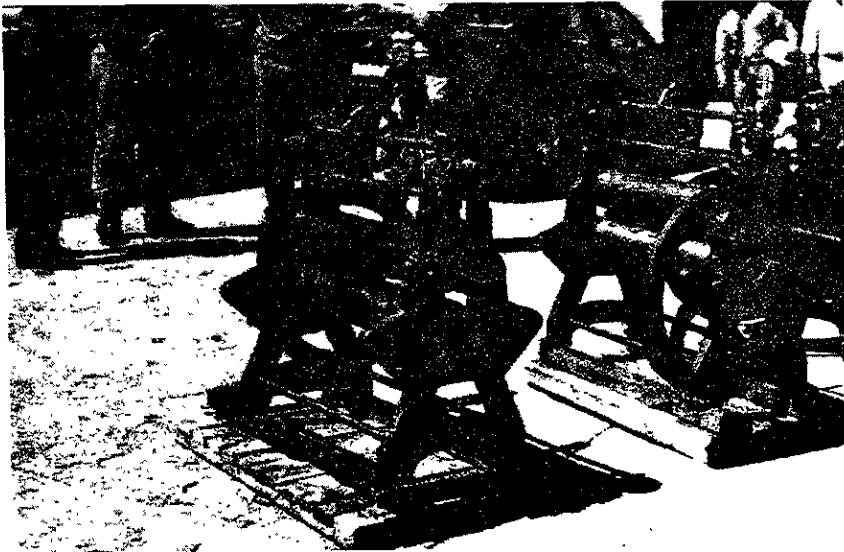


Figura 2.2. Máquina importada

Las láminas producidas son de buena calidad, la resistencia de la máquina es alta, requiere de un mantenimiento mínimo y poco costoso, el precio es de \$17 mil. Uno de los problemas que se ha presentado en la operación es que los rodillos se oxidan, por lo que las primeras láminas son pasadas entre ellos para limpiarlos.

Ninguna máquina cuenta con sistemas de protección.

II.1.4. Análisis de la situación del problema

Se han identificado cuatro partes principales en las máquinas laminadoras, que son las siguientes:

- Estructura.
- Sistema de ajuste.
- Sistema de laminación.
- Sistema de transmisión.

Las especificaciones del producto se dictan en la norma "NOM DGN. T-7-1977". (Anexo C).

Las características más importantes con las que debe contar la máquina son:

- Bajo precio.
- Precisión.
- Resistencia.
- Durabilidad.

- Facilidad de uso.
- Mantenimiento mínimo y poco costoso.
- Seguridad.

II.1.5. Evaluación de las posibilidades de realización

Existen máquinas parecidas en otras industrias, además, en países con condiciones similares al nuestro, las hojas ahumadas juegan un papel de gran importancia dentro de la industria huletera. En México es llevado a cabo este proceso a pesar de que el equipo que se utiliza tiene grandes defectos.

Tomando en cuenta las condiciones anteriores, el proyecto cuenta con buenas posibilidades para su realización.

II.1.6. Establecimiento de necesidades y prioridades

Durante el desarrollo de esta etapa se identificaron las características más importantes con las que debe contar la máquina, en la siguiente etapa se expresan cuantitativamente dichas necesidades que, en orden de prioridad, son:

- Bajo costo.
- Flexibilidad en la fuente de energía (manual o eléctrica).
- Seguridad.
- Capacidad para laminar un espesor delgado.
- Facilidad en los procesos de manufactura
- Utilización de piezas comerciales.
- Capacidad para procesar la producción de un módulo de 10 hectáreas.
- Suficiente vida útil para la etapa productiva de una plantación.
- Facilidad de uso.
- Obtención de un espesor homogéneo.
- Acabado superficial de la lámina de acuerdo a norma.
- Mantenimiento mínimo y poco costoso.
- Alta disponibilidad de piezas para ser sustituidas.
- Facilidad de transporte.
- Facilidad de instalación.

II.1.7. Establecimiento de especificaciones

Las especificaciones con las que debe contar la máquina son las siguientes:

- Costo menor a \$10 mil (materiales y manufactura).

- Consumo de energía: la máquina debe poder ser impulsada manualmente (con una fuerza de 4 Kg¹.) y contar con la opción de adaptarse a un motor eléctrico de ¼ H.P².
- Seguridad: debe contar con un sistema de protección para que no haya riesgo de accidentes durante la operación, y con algún dispositivo que impida utilizarla cuando el responsable no lo haya autorizado.
- Espesor del producto: entre 2 y 5 mm.
- Componentes: deben ser comerciales o de fácil manufactura en talleres mecánicos convencionales.
- Capacidad: 6 láminas/hr.
- Vida útil: 30 años.
- Operación: sencilla, por 2 personas como máximo, 10 horas al día, todos los días durante 10 meses al año.
- Reducción homogénea del espesor.
- Calidad del producto: de acuerdo a la norma "DGN. T-7-1977". (Anexo C).
- Mantenimiento: limpieza a los rodillos todos los días de uso y engrasado anual.
- Transporte: camioneta.
- Materiales con los que interactúa: hule natural, ácido acético, muriático o fórmico; agua y amoniaco.
- Ancho máximo del producto: 50 cm.
- Espesor máximo de la lámina antes de ser procesada: 5 cm.
- Ambiente de operación: gran humedad; temperaturas hasta de 50°C; presión atmosférica con valores cercanos a 1 atm; polvo, suciedad, insectos y animales presentes.
- Tamaño: 3 x 2 x 1 m.
- Peso: 100 a 150 Kg. por módulo.
- Ensamble: con herramientas convencionales.
- Instalación: con herramientas convencionales.
- Sujeción: anclada a una base de concreto.
- Apariencia y estética: sin relevancia.
- Producción: un prototipo.

Es importante mencionar que, aunque en las plantaciones no se cuenta con el equipo necesario para medirlo, el contenido de suero y humedad en el producto debe ser mínimo.

¹ Valor propuesto con base en tablas antropométricas internacionales y ajustado por medio de estimación a los usuarios potenciales.

² Potencia de un motor comercial de bajo costo

II.1.8. Preparación y organización para la solución del problema

Para el desarrollo de este apartado se elaboró un cronograma, representado en la figura 2.3, en el que se establece el tiempo necesario para la realización de este trabajo.

III. Diseño conceptual

III.1 Establecimiento de la estructura funcional

III 1 1. Diagrama de caja negra

El diagrama de caja negra se presenta en la figura 3.1.

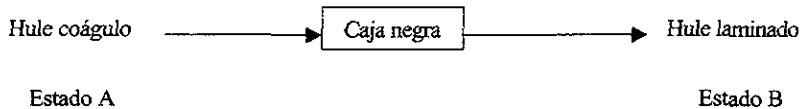


Figura 3.1. Diagrama de caja negra

III.1.2. Establecimiento del principio tecnológico y secuencia de operaciones

El principio tecnológico consiste en aplicar presión a una lámina de hule coágulo para extraerle parcialmente el agua que contiene y darle la forma requerida en las especificaciones. La secuencia de operaciones consta de: colocación de la lámina, aplicación de la presión y extracción de la lámina. Con el fin de obtener mejores resultados en cada una de las etapas, el proceso se puede repetir en varias ocasiones.

La laminación es una operación que se lleva a cabo con mucha frecuencia en la industria y consiste en pasar una hoja de metal entre dos rodillos que ejercen, sobre ella, una presión para modificar su forma (6). La teoría de laminación se encuentra perfectamente establecida para los metales; sin embargo, el hule natural es un polímero cuyo comportamiento no se puede considerar similar al de los materiales de esta clasificación, por lo tanto, no es válido utilizar la misma teoría para el caso en estudio.

Una forma común de procesar los polímeros para la obtención de láminas es el calandrado. Este proceso consiste en calentar y someter a una presión al material hasta convertirlo en una pasta, para hacerlo pasar, en ese estado, a través de un juego de varios rodillos que le dan una forma plana. Estas condiciones son diferentes a las del proceso en estudio, ya que la teoría del calandrado es válida únicamente para fluidos y el hule laminado se encuentra en estado sólido; por lo tanto, se puede concluir que tampoco es válido utilizar dicha teoría para la solución de este problema (10) (11).

Para el estudio de este caso no será posible utilizar las teorías anteriores ni desarrollar una especial; sin embargo, los datos necesarios para realizar el diseño serán estimados con base en la experiencia y en la realización de pruebas de campo.

En cada pasada por la máquina se realizará el proceso de laminación, que se representa en la figura 3.2.

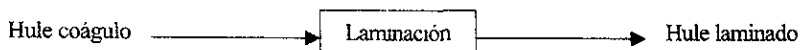


Figura 3.2 Proceso de laminación

III.1.3. Diferentes configuraciones para llevar a cabo el proceso

a) Un solo sistema de laminación para disminución de espesor y acabado. Esta opción se ilustra en la figura 3.3.

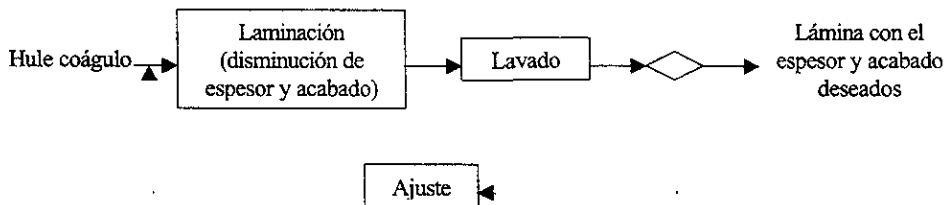


Figura 3.3. Un sistema de laminación

b) Dos sistemas, uno para disminución de espesor y otro para acabado. Esta opción se ilustra en la figura 3.4.

c) Tren de laminación. Esta opción se ilustra en la figura 3.5.

La opción de tren de laminación quedó descartada porque su costo es elevado y cuenta con un alto grado de complejidad. De acuerdo a la experiencia de los usuarios, la lámina resulta de mayor calidad si es elaborada en dos etapas, una para disminuir su espesor y una para su acabado. Por lo tanto, la opción b) representa la mejor configuración para este caso.

III.1.4. Establecimiento de grupos de funciones

Las funciones que debe realizar la máquina se agrupan en varios sistemas que se describen a continuación:

Estructura

Soportar al resto de los sistemas, debe estar firmemente anclada al piso y permitir que exista un desplazamiento en el sistema de laminación, sus dimensiones máximas serán 3 x 2 x 1 m.

Sistema de laminación

Reducir el espesor o dar acabado de manera homogénea a las láminas y debe contar con la capacidad para procesar 6 láminas/hr con un ancho de salida de 50 cm.

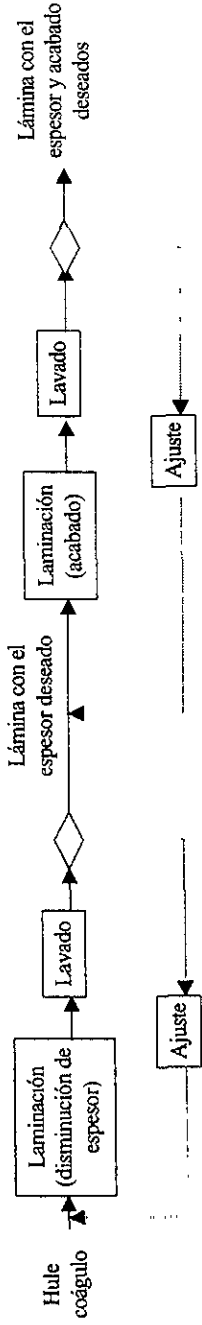
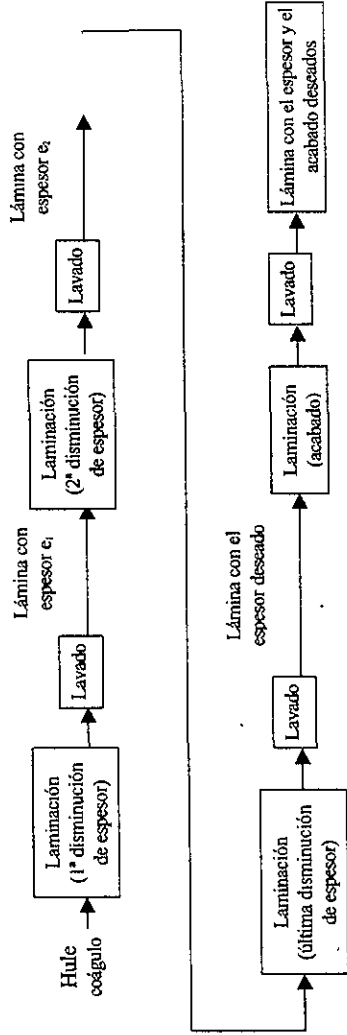


Figura 3.4. Dos sistemas para disminución y acabado



$e_1 > e_2 > \dots >$ espesor deseado

Figura 3.5. Tren de laminación

Sistema de ajuste

Permitir la obtención de distintos espesores de láminas, su operación debe ser sencilla. Es fundamental que el espesor obtenido sea uniforme, por ello, este sistema requiere de precisión. El sistema de laminación debe permitir que la lámina entre con un espesor máximo de 50 mm y salga con un espesor mínimo de 2 mm.

Sistema de transmisión

Multiplicar la fuerza que proporciona el operador y transmitirla al sistema de laminación. Serán favorables aquellos sistemas que ocupen poco espacio y tengan poca masa.

Sistema de protección

Impedir que entren al sistema de laminación por un lado, las manos de operador ya que podría provocarle lesiones y, por otro, objetos extraños que pudieran dañar los rodillos.

Sistema de freno

Las dos funciones que tiene este sistema son: por un lado, detener la máquina cuando se encuentre en operación para que, si ocurre algún accidente, no llegue a sus últimas consecuencias; por el otro, impedir que la máquina sea operada por alguien no autorizado.

Cubiertas para las superficies de laminación

Evitar que se forme óxido en las superficies de laminación, evitando el desperdicio de una lámina.

Los operadores deberán realizar las siguientes funciones:

- Alimentar de material (coágulo) a la máquina
- Proporcionar la energía que requiere el proceso (caso manual).
- Controlar el mecanismo que proporcione energía.
- Extracción de la lámina.
- Lavado de la lámina.
- Ajuste de la máquina.
- Preparación y guardado de la máquina.

III.1.5. Establecimiento de la estructura funcional

Las funciones que deben realizar la máquina y el operador se ilustran en la figura 3.6.

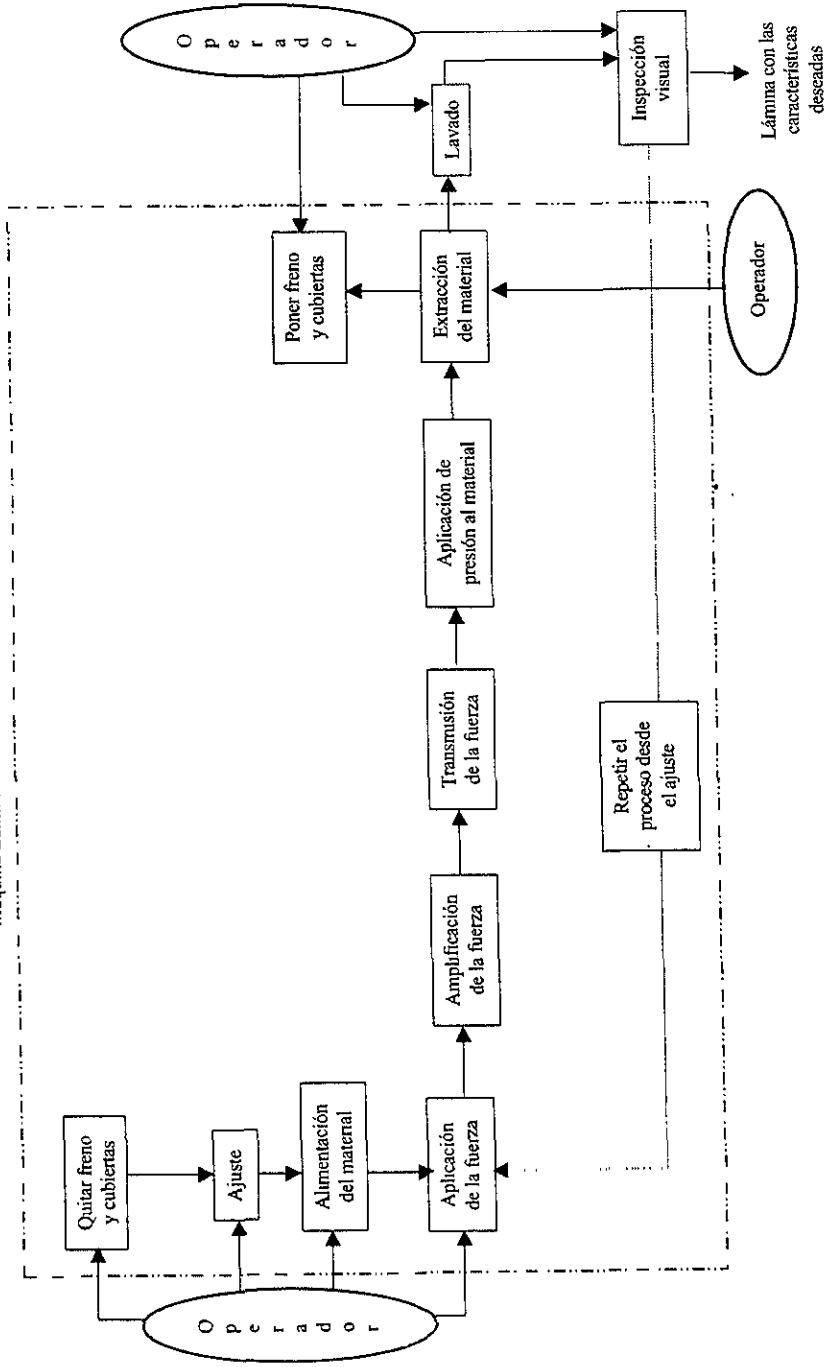


Figura 3.6. Estructura funcional

III.2. Establecimiento de conceptos

III.2.1. Establecimiento de entradas, salidas y modos de acción

Las entradas, salidas y modos de acción para cada uno de los sistemas de la máquina son los siguientes:

Estructura

Entradas: anclaje a una base de concreto.

Salidas: soporte al resto de los sistemas.

Modo de acción: sujeción a algunas partes del resto de la máquina.

Sistema de laminación

Entradas: alimentación de material, ajuste y energía.

Salidas: lámina con el espesor o acabado deseado.

Modo de acción: aplicación de presión a la lámina.

Sistema de ajuste

Entradas: Fuerza aplicada por el operador.

Salidas: Magnitud de la disminución de espesor.

Modo de acción: Movimiento del sistema de laminación.

Sistema de transmisión

Entradas: fuerza aplicada por el operador/sistema motriz.

Salidas: energía suministrada al sistema de laminación.

Modo de acción: transmisión de energía.

Sistema de protección

Modo de acción: impide que entren al sistema de laminación las manos del operador y objetos extraños que pudieran dañar a los rodillos.

Sistema de freno

Entradas: accionado por el operador

Salidas: obstrucción del sistema de laminación.

Modo de acción: bloqueo del sistema de laminación.

Cubiertas para las superficies de laminación

Entradas: colocadas por el operador.

Salidas: superficies de laminación cubiertas.

Modo de acción: protección a las superficies de laminación del contacto con el medio ambiente.

III.2.2. Establecimiento de alternativas para realizar las funciones

Las diferentes alternativas para realizar las funciones de cada sistema se agrupan en una matriz morfológica que se presenta en la figura 3.7.

III.2.3. Establecimiento del arreglo básico. Combinación de las alternativas y estudio de sus relaciones

El proceso para el establecimiento del arreglo básico consiste en seleccionar las mejores alternativas de funcionamiento. Para realizarlo, se utilizaron diversos criterios que, en varios casos, se encuentran ordenados por medio de matrices de decisión con el fin de priorizarlos.

Con el propósito de elegir alternativas afines para los diferentes sistemas, fueron organizados por orden de importancia. Así, para el primer sistema, todas las opciones fueron susceptibles de ser seleccionadas, mientras que para los siguientes, las posibilidades fueron limitadas a aquellas que pudieran adecuarse a los sistemas previamente definidos.

A continuación se presentan las opciones seleccionadas, así como las matrices y criterios que se consideraron para tomar las decisiones.

Sistema de laminación

Para determinar el arreglo básico del sistema de laminación, se tomaron en cuenta dos características fundamentales: la forma de reducir el espesor y la posición de laminación.

En el primer caso se seleccionó un par de rodillos como la mejor alternativa. La decisión fue tomada mediante la utilización de una matriz que se muestra en la tabla 3.1.

Cabe señalar que los procesos de manufactura que se requieren para fabricar los rodillos son más sencillos que para las placas, por lo que resulta una alternativa más económica.

Por otro lado, para garantizar la uniformidad en la disminución del espesor, es necesario que los elementos que ejercerán la presión sobre la lámina, lo hagan con la misma magnitud. En el caso de los rodillos, basta con inmovilizar sus extremos para cumplir esta condición. En los demás casos, sería necesario inmovilizar más puntos o bien, utilizar un mecanismo de gran precisión, lo que provocaría que la máquina fuera más compleja y de mayor costo.

En lo referente a la posición de laminación, contamos con el antecedente de opiniones emitidas por usuarios de máquinas laminadora ya existentes que manifiestan su preferencia por que la alimentación del material se haga en sentido vertical, ya que simplifica la operación de la máquina, de esta manera se utiliza la fuerza de gravedad como fuente de energía para el ingreso de las láminas al proceso de laminación.

Es importante mencionar que las ventajas operativas que se alcanzan mediante la posición vertical de laminación podrían obtenerse a través de otras alternativas, sin embargo, esto significaría un aumento inútil en el costo.

En la figura 3.8 se muestran las alternativas del sistema.

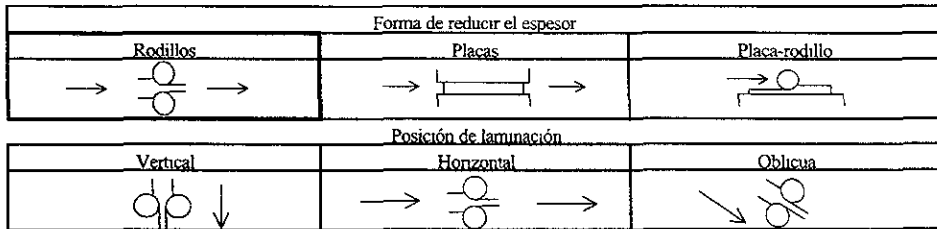


Figura 3.8. Alternativas del sistema de laminación

Criterio	Imp.	Forma de reducir el espesor						Ideal
		Rodillos		Placas		Rodillo-placa		
		Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	
Velocidad de laminación	4	4	16	5	20	3	12	20
Homogeneidad del producto	4	5	20	3	12	5	20	20
Costo	5	5	25	3	15	4	20	25
No. de piezas	3	5	15	5	15	5	15	15
Disponibilidad de las piezas	3	5	15	4	12	4	12	15
Complejidad de manufactura	3	5	15	3	9	4	12	15
Vida útil	3	5	15	3	9	4	12	15
Mantenimiento	2	5	10	4	8	4	8	10
Tamaño	2	5	10	3	6	4	8	10
Capacidad de extracción de humedad	5	5	25	4	20	5	25	25
Flexibilidad para una fuente de energía	4	5	20	3	12	3	12	20
Seguridad	3	4	12	4	12	4	12	15
Peso	2	4	8	4	8	4	8	10
Estabilidad	2	4	8	5	10	4	8	10
Comodidad	3	5	15	5	15	4	12	15
Total			229		183		196	240

Tabla 3.1. Matriz de decisión del sistema de laminación

Sistema de transmisión

En lo que respecta a los mecanismos para la transmisión de energía, se utilizó la matriz representada en la tabla 3.2 para seleccionar los más adecuados, tanto para transmitir potencia al primer rodillo como para hacerlo de una rodillos a otro de la manivela. El resultado es que los engranes son la mejor opción. Cabe señalar que los engranes cuentan con la ventaja de que la pérdida de energía que existe al transmitir potencia es mínima y son ideales para transmitir movimiento en distancias pequeñas. Mientras tanto, los elementos flexibles de transmisión de potencia como banda o cadena son adecuados para absorber vibraciones y choques, así como para distancias entre centros relativamente grandes.

Tomando en cuenta la corta distancia entre los centros, las pocas vibraciones esperadas y la necesidad de aprovechar al máximo la energía suministrada y los resultados de la matriz, se han seleccionado los engranes como la mejor opción.

En la figura 3.9 se muestran las alternativas que se consideraron para el sistema.

Una vez que fueron elegidos los rodillos como la forma de reducir el espesor, elegimos una entrada de energía de tipo angular. debido a que la fuerza puede transmitirse directamente hasta su destino o bien, a través de mecanismos que sólo sirven para amplificarla. De otra manera se requeriría un mecanismo adicional para convertir el movimiento lineal en giratorio, lo que aumentaría la complejidad de la máquina.

Por otra parte, considerando que de acuerdo a las especificaciones una posible fuente de energía es un motor, elegimos un mecanismo angular ya que potencia puede ser transmitida directamente.

Otra razón para utilizar un mecanismo giratorio es que permite un movimiento continuo y, por lo tanto, facilita que su velocidad sea uniforme, lo que podría influir en la calidad de las láminas. Con referencia a la fuente de energía, queda establecido dentro de las especificaciones que la máquina debe poder acoplarse a un motor, o bien, ser impulsada por un operador. De las opciones contempladas, el motor se selecciona automáticamente, mientras que se considere más conveniente que el operador ejerza la fuerza con la mano debido a que, por un lado, tiene mayor control de la velocidad y, por otro, al estar más cerca de los rodillos, el mecanismo necesario es más simple.

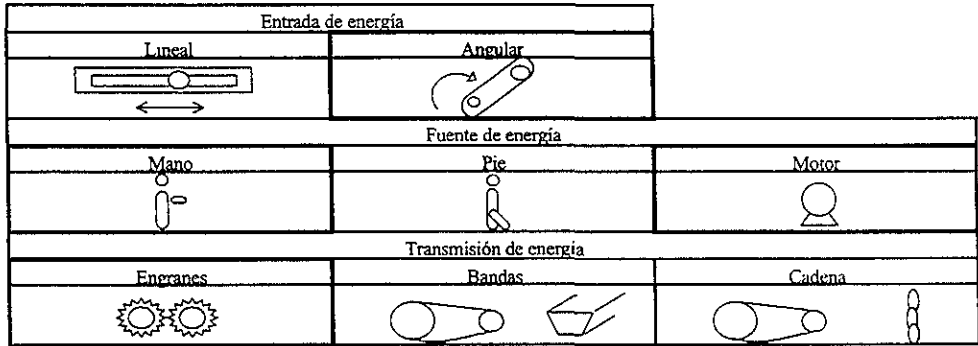


Figura 3.9 Alternativas del sistema de transmisión

Criterio	Imp.	Elementos de transmisión de energía						Ideal
		Cadena		Banda		Engranajes		
		Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	
Costo	5	4	20	5	25	4	20	25
Complejidad de ensamble	4	5	20	5	20	5	20	20
Complejidad de manufactura	4	5	20	5	20	5	20	20
No de piezas	3	5	15	5	15	5	15	15
Mantenimiento	3	4	12	5	15	4	12	15
Vida útil	4	3	12	3	12	5	20	20
Tamaño	4	2	8	4	16	5	20	20
Peso	4	5	20	5	20	5	20	20
Capacidad a altas cargas	4	5	20	4	16	5	20	20
Adaptabilidad a sistemas móviles	5	5	25	5	25	5	25	25
Total			172		184		192	200

Tabla 3.2 Matriz de decisión del sistema de transmisión de energía

Sistema de ajuste

El sistema de ajuste tiene como función brindar la alternativa de obtener láminas de distintos espesores dado el sistema de laminación que fue seleccionado. Podemos decir que para cumplirla es necesario que la distancia entre los rodillos sea variable y como consecuencia que uno de los rodillos pueda cambiar a su posición con respecto al otro. Por otra parte, obtener láminas con un espesor homogéneo es una condición fundamental para que el producto resulte de buena calidad.

Tomando en cuenta las características señaladas, concluimos que el sistema de ajuste debe regular el movimiento de uno de los rodillos de manera que pueda variar distancia con referencia al otro rodillo y los ejes de ambos siempre se mantengan paralelos.

En este caso, el rodillo móvil estará soportado, en cada uno de sus extremos, por una placa que, a su vez, se deslizará sobre la estructura principal en donde también estará soportado el rodillo fijo, formando una corredera.

Partiendo de esta base, el primer aspecto a decidir fue si las correderas se moverían independientemente o mediante un mecanismo que las acoplara para conseguir un movimiento simultáneo, la primera alternativa cuenta con la ventaja de poder conseguirse con un menor número de elementos y grado de complejidad, lo que implica un menor costo. Sin embargo, fue preferida la segunda opción debido a que garantiza la homogeneidad de la lámina y su operación resulta más sencilla.

Por otra parte, fue seleccionado el movimiento mediante un tornillo para cada una de las correderas, debido a que puede ser ajustado con mayor precisión y es más fácil acoplarlo a algún mecanismo que garantice el movimiento simultáneo de las correderas.

Con respecto al mecanismo que hará girar a los tornillos y, por lo tanto, que moverá las correderas, fueron elegidos dos pares de engranes cónicos unidos mediante una barra. Los criterios de selección para este mecanismo se muestran en la tabla 3.3. Cabe señalar que las alternativas de leva-resorte y cremallera quedaron descartadas al seleccionar los tornillos por no existir compatibilidad. Por otro lado, los engranes helicoidales ofrecen un funcionamiento excelente ya que tienen la mayor resistencia y un funcionamiento silencioso, sin embargo tienen, en relación con otras alternativas, un costo elevado que no se justifica al evaluar la importancia de las

ventajas obtenidas al utilizar este tipo de pieza. En lo referente al tornillo sinfin encontramos que es de gran utilidad para relaciones de velocidad relativamente grandes, empero cuenta con un bajo rendimiento y un costo elevado por lo que no se considera conveniente para este modelo. Finalmente, los engranes cónicos cumplen con las especificaciones de funcionamiento —tales como resistencia, relación de velocidad y rendimiento— al costo más bajo entre los mecanismos comparados, por lo que determinamos que son los más apropiados para este trabajo.

Por último, tomando en cuenta la necesidad de hacer girar una barra para producir el movimiento del rodillo, seleccionamos una entrada de energía angular que permite una transmisión directa a la barra y así requiere un mínimo de elementos y de operaciones y su costo es muy bajo.

En la figura 3.10 se muestran las alternativas consideradas para este sistema.

Transmisión de energía				
Engranes cónicos 	Tornillo sinfin 	Engranes helicoidales cruzados 	Leva-resorte 	Cremallera
Tipo de movimiento				
Libre con pernos para fijar 	Libre con tornillos de presión 	Con cuerda 		

Figura 3.10. Alternativas del sistema de ajuste

Criterio	Imp.	Elementos de transmisión de energía											
		Engranes cónicos		Tornillo sin fin		Engranes helicoidales cruzados		Cremallera		Ideal			
		Cal.	Pos.	Cal.	Pos.	Cal.	Pos.	Cal.	Pos.	Cal.	Pos.		
Precisión	5	5	25	5	25	5	25	3	15	5	25		
Homogeneidad	5	5	25	5	25	5	25	4	20	5	25		
Costo	5	5	25	4	20	4	20	5	25	5	25		
Apariencia	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Complejidad de ensamble	3	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15		
Complejidad de manufactura	3	4	12	3	9	3	9	5	15	5	15		
No. de piezas	2	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10		
Mantenimiento	3	5	15	5	15	5	15	4	16	5	15		
Vida útil	4	5	20	5	20	5	20	4	16	5	20		
Tamaño	2	5	10	5	10	5	10	4	8	5	10		
Peso	2	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10		
Comodidad	3	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15		
Total			187		179		179		166		190		

Tabla 3.3. Matriz de decisión del sistema de ajuste

Sistema de protección

Para seleccionar las piezas que impedirán el paso de las manos del operador y de objetos que pudieran dañar a los rodillos, se utilizó la matriz representada en la tabla 3.4, con la que se dedujo que con un par de ejes se consigue cumplir la función que, a diferencia de las placas, sirven como refuerzo a la estructura; por otra parte, son más resistentes y sencillas, con respecto a las otras dos alternativas, tanto la fabricación como el ensamblaje. Por estos motivos fueron seleccionados como la mejor opción.

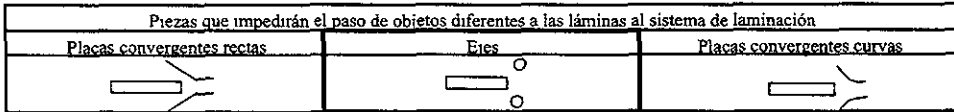


Figura 3.11. Alternativas para el sistema de protección

Criterio	Imp.	Piezas que impedirán el paso al sistema de laminación						Ideal
		Placas rectas		Ejes		Placas curvas		
		Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	Cal.	Ptos.	
Costo	4	5	20	5	20	5	20	20
Seguridad	5	5	25	5	25	5	25	25
No. de piezas	3	4	12	5	15	4	12	15
Apariencia	1	5	5	4	4	5	5	5
Resistencia	3	4	12	5	15	4	12	15
Complejidad de ensamble	3	4	12	5	15	4	12	15
Disponibilidad de las piezas	3	4	12	5	15	4	12	15
Complejidad de manufactura	3	4	12	5	15	3	9	15
Total			110		124		107	125

Tabla 3.4. Matriz de decisión del sistema de protección

Sistema de freno

Como sistema de freno se seleccionó un conjunto formado por una cadena y un candado que fijan el elemento de entrada de energía a la estructura, así la máquina sólo podrá utilizarse cuando el responsable lo haya autorizado. El sistema de laminación se detendrá cuando la alimentación de energía, ya sea manual o proveniente de un motor, lo haga también. Este sistema presenta las ventajas de, por un lado, ser independiente al resto de la máquina y, por otro, encontrarse disponible en el mercado a bajo costo. De esta manera resulta una solución económica, cuyos problemas de funcionamiento pueden ser solucionados sin afectar al resto de la máquina. Las alternativas que se consideraron para este sistema se muestran en la figura 3.12.

Pieza que impedirá el movimiento			
Perno	Tornillo	Palanca	Cadena
Pieza a la que se le impedirá el movimiento			
Sistema de transmisión de energía	Pieza de entrada de energía	Sistema de laminación	

Figura 3.12. Alternativas para el sistema de freno

Cubiertas

Se eligieron cubiertas flexibles con botones para cerrarlas debido a que presentan el menor costo y una gran facilidad de colocación y fabricación. En la figura 3.13 se presentan las alternativas consideradas para la selección del arreglo.

Rígidas		Flexibles		
Separadas	Con visagras	Con botones	Con velcro	Con resorte

Figura 3.13. Alternativas para las cubiertas

Estructura

Estará dividida en dos estructuras para facilitar el transporte, la instalación y los procesos de manufactura, además resultará más cómoda la operación de la máquina. El anclaje a la base de concreto será por medio de tornillos por ser más firme. Las alternativas para la estructura están representadas en la figura 3.14.

Configuración		
Una estructura	Dos estructuras	
Anclaje		
Tornillo	Perno	

Figura 3.14. Alternativas para la estructura

En la figura 3.15 se representa el arreglo básico de la máquina obtenido a partir del diseño conceptual desarrollado en este capítulo.

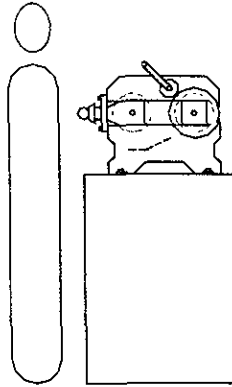


Figura 3.15. Arreglo básico

III.2.4. Evaluación y mejoramiento

En esta etapa se realizó una visita a Tuxtepec, Oaxaca (Anexo D), como resultado, se decidió añadir un sistema de extracción.

Sistema de extracción

Para poder incorporar el nuevo sistema al diseño, fue necesario desarrollar los mismos puntos que se trataron para los demás sistemas, los cuales se presentan a continuación.

- **Establecimiento de grupos de funciones**

El sistema de extracción cumplirá con la función de orientar la lámina, una vez que ésta salga del sistema de laminación, hacia una posición cómoda para que el operador la extraiga.

- **Establecimiento de entradas, salidas y modos de acción**

Entrada: lámina proveniente del sistema de laminación.

Salida: lámina orientada a una posición cómoda para que el operador la extraiga.

Modo de acción: Aplicación de fuerzas sobre la lámina para cambiar su posición.

- **Establecimiento de alternativas para realizar las funciones**

En este caso sólo se generó una alternativa, ya que cumple con las funciones establecidas y se puede fabricar con facilidad a un bajo costo. Por otro lado, no interfiere con el resto de los sistemas. Para concluir el diseño conceptual, no fue necesario desarrollar el resto de las etapas. A continuación se representa el arreglo básico en la figura 3.16.

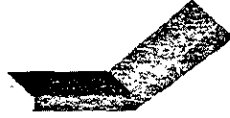


Figura 3.16. Arreglo básico del sistema de extracción

IV. Diseño de detalle

IV.1. Diseño preliminar

IV.1.1. Establecimiento de las características que deberán tomarse en cuenta para la determinación de la forma

En esta etapa se realizó un análisis cualitativo acerca de las características de cada sistema que influirán en su forma; el análisis cuantitativo se realizará posteriormente.

Sistema de laminación

- La longitud de los rodillos debe ser mayor al ancho de la lámina.
- Existirá transmisión de energía de un rodillo a otro.
- El suministro de energía será dirigido a uno de los dos rodillos por medio del sistema de transmisión.
- El diámetro de los rodillos debe ser adecuado para un buen aprovechamiento de la energía.
- El costo y el tamaño deben ser mínimos.

Sistema de transmisión

- Debe ser cómodo para el operador.
- La fuerza de entrada será la señalada dentro de las especificaciones (4 Kg).
- El sistema de laminación estará situado en distintas posiciones. En todas debe recibir energía suficiente.
- Los dos rodillos deben moverse a la misma velocidad.
- La energía puede ser proporcionada por una manivela o un motor.
- El sistema de freno será una cadena que sujetará el elemento de entrada al sistema de transmisión.
- Estará sujeto a la estructura.
- El tamaño debe ser mínimo.
- Debe ser sencillo.

Sistema de ajuste

- Realizará el movimiento relativo de un rodillo con respecto al otro.
- Estará fijo a la estructura por sus extremos.
- Será necesario un movimiento longitudinal suficiente para que la lámina pueda ser procesada con su espesor inicial para salir con su espesor final
- La fuente de energía será manual.

- No deberá interferir con la alimentación de energía y de material.

Sistema de protección

- El sistema de protección constará de dos cilindros que impedirán el paso al sistema de laminación de las manos del operador y objetos extraños que pudieran dañar los rodillos.
- La longitud de los cilindros dependerá de la longitud los rodillos.

Sistema de freno

- Consistirá en una cadena y un candado que se comprarán previamente fabricados.
- La cadena podrá fijarse a la estructura por medio de soldadura o enrollándola en alguna de sus partes.

Cubiertas

- Sus dimensiones serán determinadas con base en las de los rodillos.
- Serán flexibles y contarán con botones en los extremos.
- Su espesor será determinado con base en la separación máxima de los rodillos.

Sistema de extracción

- Constará de una lámina de metal y varios soportes.
- La lámina deberá contar con orificios que permitan que el agua desechada durante la laminación se separe de la lámina de hule con mayor facilidad.

Estructura

- Será el soporte del resto de los sistemas.
- Deberá permitir el movimiento de uno de los rodillos.
- Será determinada con base en la ergonomía del operador.
- Estará sujeta a una base de concreto.
- El sistema de protección quedará integrado a la estructura a partir de esta etapa.
- Contará con dos placas paralelas y varios refuerzos que las unan y ayuden a resistir las cargas a que serán sometidas.
- La separación de las placas dependerá de la longitud de los rodillos.

Nota: Por su simplicidad, el sistema de protección se considerará, de ahora en adelante, como parte de la estructura. En esta etapa concluye el diseño del sistema de freno y sólo volveremos a referirlo cuando se represente la máquina completa. Por otra parte, la posición del sistema de extracción puede interferir con el resto de los sistemas, por lo tanto, sin considerar a la estructura, será el último en tratarse en las siguientes etapas.

IV.1.2. Establecimiento del arreglo

Sistema de laminación

Consistirá en dos rodillos soportados por cuatro cojinetes en sus extremos, dos fijos a la estructura y dos fijos al sistema de ajuste. En la figura 4.1 se representa el arreglo de este sistema.



Figura 4.1. Arreglo del sistema de laminación

Sistema de transmisión

Este sistema constará de dos partes. La primera cumplirá con la función de aceptar la fuerza que sea aplicada, ya sea por el operador o por el motor, y transmitir un momento al rodillo fijo; estará integrada por una polea o una manivela, varios engranes montados en ejes fijos que a su vez serán soportados por la estructura y un engrane colocado en un extremo del rodillo fijo. La segunda transmitirá la energía de un rodillo a otro y constará de un engrane fijo a cada rodillo y dos montados a la estructura. En las figuras 4.2 a) y b) se representa el arreglo del mecanismo que se encargará de aceptar la fuerza, que puede ser proporcionada por un motor o por el operador, y transmitirla a uno de los rodillos. En la figura 4.2 c) se muestra un esquema del sistema que transmitirá la fuerza de un rodillo a otro.

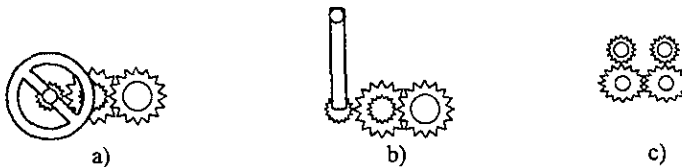


Figura 4.2. Arreglo del sistema de transmisión

Sistema de ajuste

El sistema contará con:

- Un par de correderas, sobre las que estará montado el rodillo móvil.
- Un par de tornillos, cada uno unido a una corredera en un extremo y a un engrane cónico en el otro.

- Dos pares de engranes cónicos que unirán a los tornillos y al eje.
- Una base sujeta a la estructura que soportará a los engranes y al eje.
- Un eje que contendrá una manivela y que hará girar a los engranes simultáneamente.

En la figura 4.3 se muestra el arreglo de este sistema.

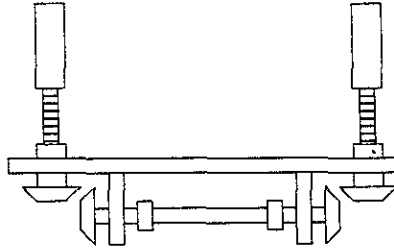


Figura 4.3. Arreglo del sistema de ajuste

Cubiertas

Cada cubierta consistirá en una hoja flexible de plástico con botones en sus extremos, y cubrirán individualmente a los rodillos cuando sean ajustadas. En la figura 4.4 se muestra el arreglo de cada una de las cubiertas.

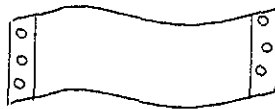


Figura 4.4. Arreglo de la cubierta de un rodillo

Sistema de extracción.

Consta de una sola pieza que es una lámina con orificios, la cual estará sujeta a dos ejes que, a su vez, formarán parte de la estructura. En la figura 4.5 se muestra el arreglo para este sistema.

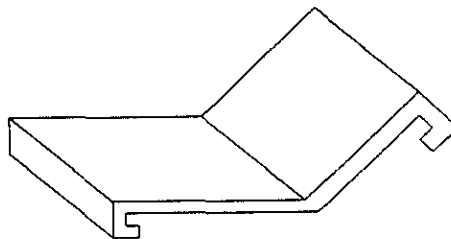


Figura 4.5. Arreglo del sistema de extracción

Estructura

El sistema estará formado por las siguientes piezas:

- Dos placas con orificios para el anclaje, los cuales soportarán al resto de los elementos.
- Refuerzos para la unión de las placas.
- Dos placas pequeñas para soportar el rodillo fijo.
- Dos ejes para la colocación del sistema de extracción.
- Tuercas para fijar los ejes.
- Tornillos y tuercas para el anclaje.
- Pasadores y cuñas como elementos de sujeción.

En la figura 4.6 se muestra el arreglo de la estructura.

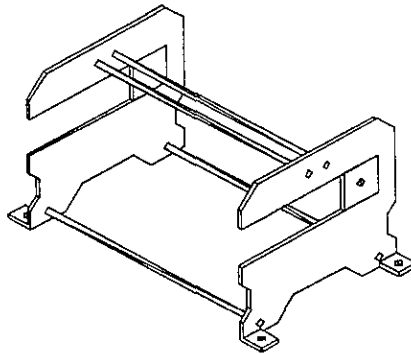


Figura 4.6. Arreglo de la estructura

IV.1.3. Establecimiento de tipos de material, procesos de manufactura, tolerancias y propiedades de la superficie

En esta etapa se establecieron las características generales de la máquina, conforme se desarrollaron los apartados posteriores se especificaron con mayor detalle dichas características. En el caso de los materiales, en esta etapa se señala el tipo de material y más adelante su especificación.

Sistema de laminación

Los materiales que se tomaron en cuenta fueron plástico y acero. Considerando el costo y las propiedades como criterios definitivos, el acero fue elegido como el mejor material para los rodillos. La manufactura se llevará a cabo a partir de discos y barras tanto sólidas como huecas, que son accesibles comercialmente, las cuales serán unidas mediante soldadura. Las piezas serán acabadas en máquinas herramientas convencionales como torno y fresadora. Las tolerancias y las

propiedades de la superficie que deben revisarse son las correspondientes a los ajustes para los cojinetes y las cuñas, así como el acabado que se requiere en la superficie que entrará en contacto con el hule.

Sistema de transmisión

Las piezas estarán hechas de acero debido a que cuenta con excelentes propiedades y el costo no aumenta considerablemente. Las tuercas y la polea serán partes comerciales. Los engranes estarán fabricados en hierro, ya que este material reúne las propiedades mecánicas requeridas y tiene un bajo costo, el resto de las piezas se buscarán previamente fabricadas, de no ser así se fabricarán utilizando torno, fresadora y soldadura. Las tolerancias y propiedades de la superficie más importantes son las correspondientes a las chavetas y a los ajustes agujero-eje.

Sistema de ajuste

Las correderas y la base estarán fabricadas con hierro, mientras que el material de las piezas restantes será acero tomando como base los criterios del sistema de transmisión. Los engranes se mandaràn fabricar. Las demás piezas se tratarán de conseguir previamente fabricados, de otra manera, se obtendrán a través de torneado, fresado y soldadura. En este sistema las tolerancias y propiedades de la superficie serán de gran importancia para el ensamble y la unión entre las piezas que lo conforman.

Cubiertas

El material de las cubiertas será plástico, que puede estar combinado con tela para hacerlo más resistente. Los botones y la tela se adquirirán comercialmente. El proceso de manufactura consistirá en cortar el plástico a las dimensiones adecuadas y colocar los botones por medio de presión. No existen tolerancias ni propiedades de la superficie que requieran ser mencionadas en esta etapa.

Sistema de extracción

La lámina estará fabricada en aluminio y adquirirá su forma al pasar por una dobladora. Las perforaciones se generarán por medio de un taladro. Los soportes que unirán al sistema con la base serán tornillos y tuercas, los cuales permitirán fijar la lámina y se conseguirán comercialmente. No existen tolerancias ni propiedades de la superficie que requieran ser mencionadas en esta etapa.

Estructura

Las placas laterales serán de hierro y se comprarán cortadas con la forma requerida; los ejes, tornillos y tuercas serán piezas comerciales de acero. Las tolerancias y propiedades de la superficie que hay que estudiar con detalle son aquellas que se encuentran en las zonas de interacción, tanto de los elementos que conforman la estructura como de aquellos que entran en contacto con ella. La mayor parte será del tipo agujero-eje.

IV.1.4. Investigación de las zonas críticas en la determinación de la forma

Sistema de laminación

- Regiones en que existirán fuerzas de fricción cuando los rodillos se encuentren en movimiento.
- Zona de máximo esfuerzo de flexión.
- Región en que la fuerza que ejerce el hule sobre los rodillos es igual en la dirección vertical que en la horizontal.
- Zonas de unión entre los discos y los cilindros.

Sistema de transmisión

- Zonas de contacto entre los engranes.
- Ubicación del centro de los elementos giratorios (engranes, manivelas y polea).
- Ubicación de las cuñas o pasadores.

Sistema de ajuste

- Zonas de contacto entre los tornillos y la base.
- Región de máximo esfuerzo en la base.
- Zonas de apoyo de la base en la estructura.
- Zonas en que se ubicarán los elementos de apoyo de la barra en la base.
- Zonas de contacto entre los tornillos y las correderas.
- Región en que podrá moverse libremente la corredera.
- Zonas de contacto entre las correderas y la estructura.
- Zonas de contacto entre las correderas y el rodillo móvil.

Cubiertas

- Extremos de las cubiertas.
- Espesor de las cubiertas.

Sistema de extracción

- Zonas en que se doblará la lámina.
- Ubicación de los soportes de la lámina.

Estructura

- Zonas de contacto entre las correderas y las placas.
- Zonas de contacto entre las cuatro placas que forman la estructura.

- Ubicación de los tornillos de anclaje.
- Ubicación de la base del sistema de ajuste.
- Ubicación de los ejes de refuerzo.
- Ubicación de los elementos del sistema de transmisión.
- Ubicación del rodillo fijo.
- Ubicación del sistema de extracción.

IV.1.5. Representación de diseños preliminares.

La representación del diseño preliminar para los sistemas de laminación, de transmisión, de ajuste, de extracción, las cubiertas, y la estructura se presentan en las figuras 4.7 a 4.12. Cabe mencionar que para el sistema de transmisión sólo se representa el diseño cuando la máquina es impulsada manualmente, en caso de que la energía fuera proporcionada por un motor, se tendría que sustituir la manivela por una polea, una banda y el motor; sin embargo, para esta etapa no se considera necesario.

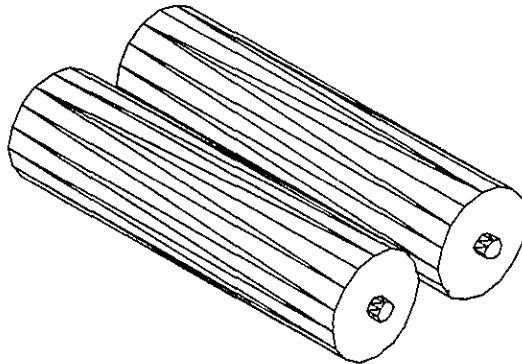


Figura 4.7. Diseño preliminar del sistema de laminación

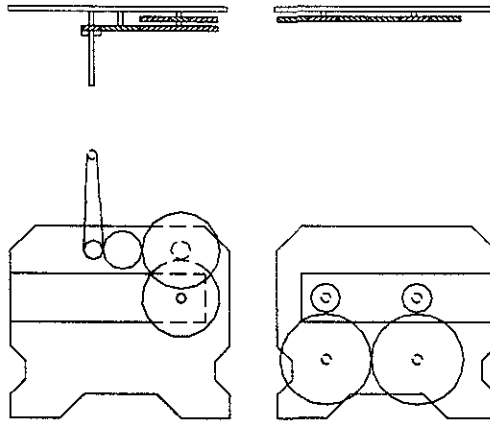


Figura 4.8. Diseño preliminar del sistema de transmisión

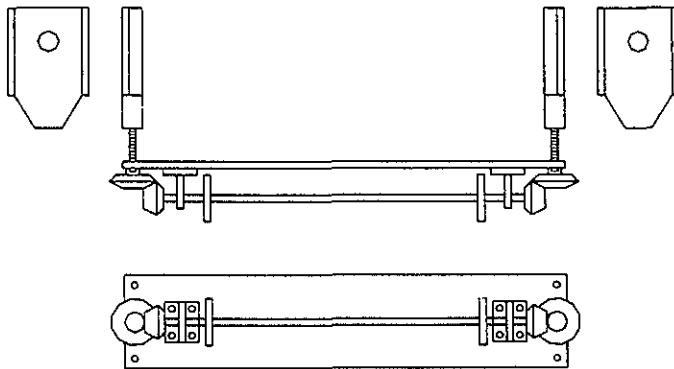


Figura 4.9. Diseño preliminar del sistema de ajuste

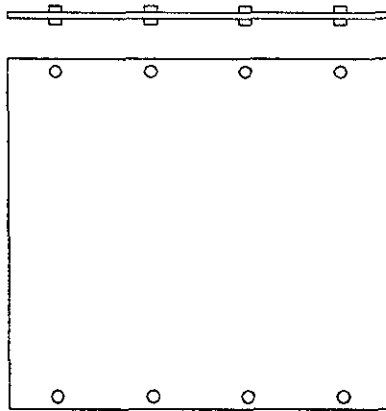


Figura 4.10. Diseño preliminar de las cubiertas

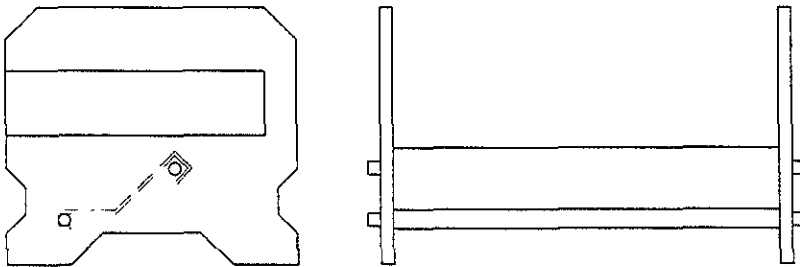


Figura 4.11. Diseño preliminar del sistema de extracción

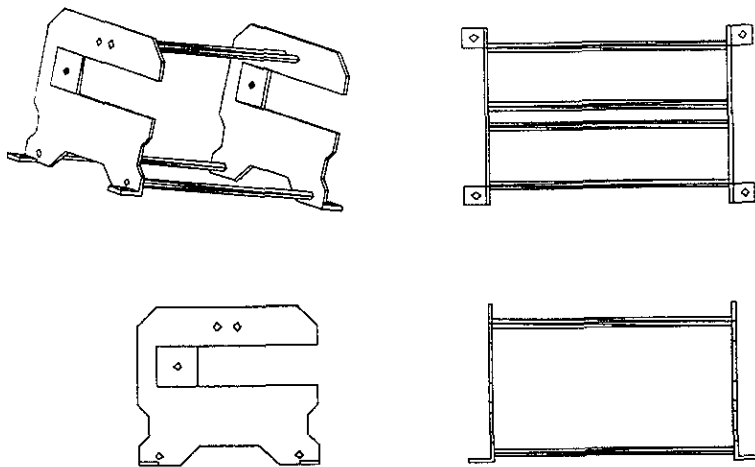


Figura 4.12. Diseño preliminar del sistema de la estructura

IV.2. Diseño dimensional

IV.2.1. Sustentación matemática de algunas características de diseño

Cálculo del radio de los rodillos de laminación

Para obtener el radio de los rodillos utilizamos la ecuación:

$$\cos \theta = [R - (h_i - h_f)] / R \quad (1)$$

donde.

θ = Ángulo de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

R = Radio de los rodillos de laminación.

h_i = Mitad del espesor inicial de la lámina o $e_i/2$.

h_f = Mitad del espesor final de la lámina o $e_f/2$.

e_i = Espesor inicial de la lámina.

e_f = Espesor final de la lámina.

En la figura 4.13 se ilustra el significado de cada una de las variables asignadas.

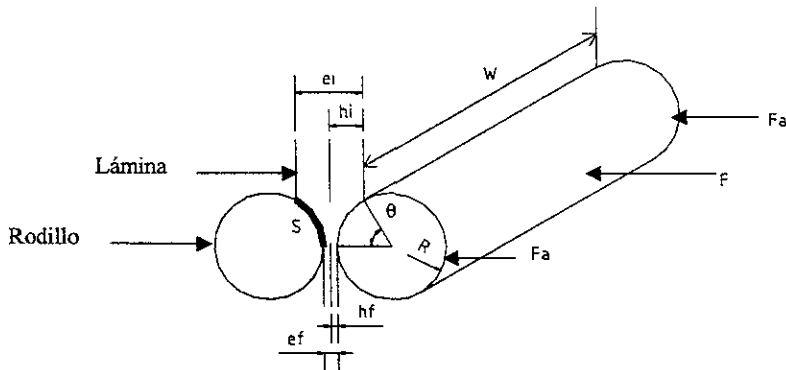


Figura 4.13. Diagrama de disminución de espesor

Considerando que el ángulo de contacto θ máximo es de cuarenta y cinco grados, que se lamina una hoja de cincuenta milímetros de espesor y se obtiene una de dos milímetros, encontramos, sustituyendo en la ecuación (1) y despejando R , que:

$$R = 8.2 \text{ cm}$$

Cálculo de la fuerza aplicada a los rodillos

Para calcular la fuerza que se debe aplicar a los rodillos con el fin de que compriman la lámina a la presión requerida, se utilizó la ecuación:

$$F = P A \quad (2)$$

donde:

F = Fuerza total que se debe aplicar a cada rodillo.

P = Presión necesaria para comprimir la lámina.

A = Área de contacto entre el rodillo y la lámina.

En la figura 4.13 se ilustra el significado de cada una de las variables asignadas

Se considera que la fuerza está distribuida uniformemente a lo largo del área de contacto, esto no ocurre en la realidad, ya que su componente de mayor magnitud se ubica en $\theta=0^\circ$, lo que significa que la presión, en la línea en la que la separación entre los rodillos es mínima, es mayor que la promedio. Por lo tanto, los cálculos se realizan para una presión mayor que la obtenida experimentalmente, lo que implica que la ecuación es válida.

Para encontrar el área de contacto entre uno de los rodillos y la lámina, se utilizó la ecuación:

$$A = W S \quad (3)$$

donde:

A = Área de contacto entre el uno de los rodillos y la lámina.

S = Longitud el arco de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

W = Ancho de la lámina.

En la figura 4.13 se ilustra el significado de cada una de las variables asignadas.

Para encontrar la longitud del arco de contacto entre uno de los rodillos y la lámina se utilizó la ecuación:

$$S = R \theta \quad (4)$$

donde:

S = Longitud el arco de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

θ = Ángulo de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

R = Radio de los rodillos de laminación.

En la figura 4.13 se ilustra el significado de cada una de las variables asignadas.

Considerando que el ángulo de contacto máximo es de .7854 rad y el radio de los rodillos es de 8.2 cm, encontramos sustituyendo en la ecuación (4) que:

$$S = 6.44 \text{ cm}$$

sustituyendo este valor en la ecuación (3) obtenemos:

$$A = 322 \text{ cm}^2$$

considerando que la presión necesaria para comprimir la lámina (obtenida experimentalmente) es de:

$$P = 0.2 \text{ Kg./cm}^2$$

sustituyendo estos valores en la ecuación (2) podemos concluir que la fuerza que se debe aplicar a los rodillos es de:

$$F = 64.38 \text{ Kg.}$$

La fuerza que se aplicará en cada uno de los apoyos de los rodillos puede calcularse dividiendo la fuerza total que debe ejercerse sobre cada rodillo entre dos, lo que significa que:

$$F_a = F/2 \quad (5)$$

donde:

F_a = Fuerza que debe aplicarse en cada uno de los apoyos de los rodillos.

F = Fuerza total que se debe aplicar a cada rodillo.

En la figura 4.13 se ilustra el significado de cada una de las variables asignadas, y el resultado es que:

$$F_a = 32.19 \text{ Kg.}$$

Cálculo del torque que hay que aplicar a los rodillos

Para encontrar el torque máximo que se ejerce sobre los rodillos se utilizó la ecuación:

$$T = F_t R \quad (6)$$

donde:

T = Torque que hay que aplicar a cada uno de los rodillos.

F_t = Fuerza tangencial a cada rodillo (fricción).

R = Radio de los rodillos.

En las figuras 4.13 y 4.14 se ilustra el significado de las variables asignadas.

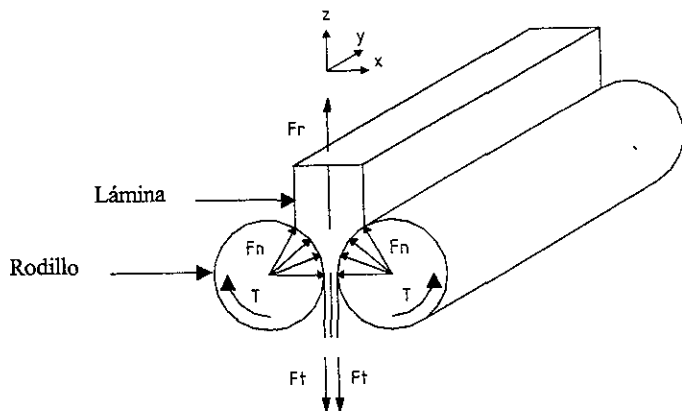


Figura 4.14. Fuerzas tangencial, normal y de reacción y torque

La fuerza tangencial es la que ejercen los rodillos por medio de fricción a la lámina y que provoca que ésta avance. Por otra parte, debido a la resistencia que presenta el hule a ser comprimido, se genera una fuerza en la misma dirección y en sentido opuesto a la tangencial, que llamaremos fuerza de resistencia. Para que la lámina avance por en medio de los rodillos, es necesario que la suma de las magnitudes de las fuerzas tangenciales sea mayor que la de la fuerza de resistencia, es decir:

$$2 F_t > F_r \quad (7)$$

donde:

F_r = Fuerza de resistencia.

F_t = Fuerza tangencial a cada rodillo (fricción).

En la figura 4.14 se ilustra el significado de las variables asignadas.

La fuerza de resistencia es la que se opone al movimiento, a través de los rodillos, de la lámina. Su valor se puede obtener calculando la componente vertical (en el eje z) de la fuerza normal para cada rodillo y multiplicándola por dos, dicho de otra manera:

$$F_r = 2 F_{nz} \quad (8)$$

donde:

F_r = Fuerza de resistencia.

F_{nz} = Componente vertical de la fuerza normal.

La componente vertical (en el eje z) de una fuerza normal a un rodillo se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$F_{nz} = F_n \text{ sen } \theta \tag{9}$$

donde:

F_n = Fuerza normal a un rodillo.

F_{nz} = Componente vertical de la fuerza normal.

θ = Ángulo de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

En las figuras 4.13 y 4.14 se ilustra el significado de las variables asignadas.

En este caso la fuerza normal se encuentra distribuida a lo largo del arco de contacto, por lo que la ecuación (2) se expresa en su forma diferencial:

$$dF_n = P \, dA \tag{10}$$

donde:

dF_n = Diferencial de la fuerza normal a un rodillo.

P = Presión necesaria para comprimir la lámina.

dA = Diferencial del área de contacto entre el rodillo y la lámina.

En las figuras 4.13 y 4.14 se ilustra el significado de las variables asignadas.

Combinando las ecuaciones (9) y (10), obtenemos la ecuación diferencial para la componente vertical de la fuerza normal

$$dF_{nz} = P \text{ sen } \theta \, dA \tag{11}$$

donde:

F_{nz} = Componente vertical de la fuerza normal.

θ = Ángulo de contacto entre uno de los rodillos y la lámina.

P = Presión necesaria para comprimir la lámina.

dA = Diferencial del área de contacto entre el rodillo y la lámina.

Combinando las ecuaciones (3) y (4), obtenemos que:

$$A = W R \theta$$

por ende:

$$dA = W R \, d\theta \tag{12}$$

sustituyendo (12) en (11):

$$dF_{nz} = P \text{ sen } \theta \, W R \, d\theta$$

integrando ambos lados de la ecuación, resulta:

$$F_{nz} = P W \int_0^\theta \text{sen } \theta \, d\theta \tag{13}$$

Solucionando la integral y sustituyendo valores en (13) considerando que, θ varía entre 0 y 45° , el radio de los rodillos es 8.2 cm. la presión requerida es de 0.2 Kg./cm^2 y el ancho de la lámina es de 50 cm; encontramos que.

$$F_{nz} = 24 \text{ Kg.}$$

sustituyendo este valor en (8):

$$F_r = 48 \text{ Kg.}$$

sustituyendo en la ecuación (7) y despejando la fuerza tangencial obtenemos:

$$F_t > 24 \text{ Kg.}$$

finalmente, sustituyendo en (6):

$$T > 196.8 \text{ Kg.*cm}$$

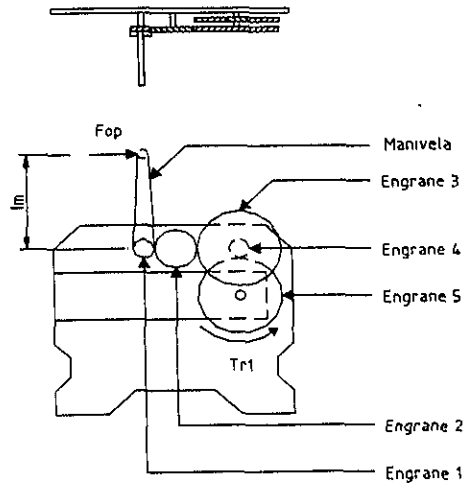
y para cerrar la cifra:

$$T = 200 \text{ Kg.*cm}$$

que es el torque que hay que aplicar a cada uno de los rodillos.

Cálculo de los diámetros primitivos de los engranes del sistema de transmisión

funciones de amplificar el torque que el operador aplica a la manivela y transmitirlo al rodillo fijo. La disposición de los elementos se ilustra en la figura 4.15.



Considerando que el conjunto forma un tren de engranes compuesto¹, su relación está dada por la ecuación.

$$r_e = (n_1/n_3) (n_4/n_5) = (d_1/d_3) (d_4/d_5) = (T_1/T_3) (T_4/T_5) \quad (14)$$

donde.

r_e = Relación de engranes.

n_1 = Número de dientes del engrane 1.

n_3 = Número de dientes del engrane 3.

n_4 = Número de dientes del engrane 4.

n_5 = Número de dientes del engrane 5.

d_1 = Diámetro primitivo del engrane 1.

d_3 = Diámetro primitivo del engrane 3.

d_4 = Diámetro primitivo del engrane 4.

d_5 = Diámetro primitivo del engrane 5.

T_1 = Torque ejercido sobre el engrane 1.

T_3 = Torque ejercido sobre el engrane 3.

T_4 = Torque ejercido sobre el engrane 4.

T_5 = Torque ejercido sobre el engrane 5.

Como los engranes 3 y 4 están montados sobre la misma flecha, podemos decir que:

$$T_3 = T_4 \quad (15)$$

sustituyendo (15) en (14) obtenemos que:

$$r_e = (n_1/n_3) (n_4/n_5) = (d_1/d_3) (d_4/d_5) = (T_1/T_5) \quad (16)$$

Para calcular el torque ejercido sobre el engrane 1 utilizamos la ecuación:

$$T_1 = F_{op} L_m \quad (17)$$

donde:

T_1 = Torque ejercido sobre el engrane 1.

F_{op} = Fuerza que suministra el operador.

L_m = Longitud de la manivela.

La fuerza que suministra el operador y la longitud de la manivela son consideradas de 4 Kg. y 20 cm, respectivamente. Estos valores son propuestos con base en tablas antropométricas internacionales, ajustándolos, por medio de una estimación, a las características de los usuarios potenciales —habitantes del sureste mexicano—. Sustituyendo en (17):

$$T_1 = 80 \text{ Kg.*cm}$$

¹ Un tren de engranes compuesto es aquel en el que existen, al menos, dos engranes montados sobre la misma flecha

Por otra parte, el torque ejercido sobre el engrane 5, es el que hay que aplicar al rodillo fijo y debe ser suficiente para transmitir la energía que requieren ambos rodillos, así como para vencer la resistencia que ofrece la fuerza de fricción. Como los datos que se utilizan son poco confiables, utilizaremos un factor de seguridad para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema. Para calcularlo, utilizamos la ecuación:

$$T_5 = (2 T + P_f) N_{T5} \quad (18)$$

donde:

T_5 = Torque ejercido sobre el engrane 5.

T = Torque que hay que aplicar a cada uno de los rodillos.

P_f = Pérdidas por fricción.

N_{T5} = Factor de seguridad que se aplica al torque 5.

Como no se conocen el valor de las variables necesarias para determinar las pérdidas por fricción. Se realizó un cálculo para obtener el valor aproximado en un cojinete con condiciones similares a las de este caso, se multiplicó por número de ejes del sistema de transmisión y se le aplicó un factor de seguridad, es decir:

$$P_f = N_e P_{fc} N_{pf} \quad (19)$$

donde:

P_f = Pérdidas totales por fricción

N_e = Número de ejes del sistema de transmisión

P_{fc} = Pérdidas por fricción en cada eje

N_{pf} = Factor de seguridad

De acuerdo con la ecuación de Petroff, las pérdidas por fricción en un eje que gira con carga ligera y velocidad moderada –como es el caso– pueden calcularse de la siguiente manera:

$$P_{fc} = \frac{4\pi^2 \mu r^3 L n_s}{C_r} \quad (20)$$

Donde.

P_{fc} = Pérdidas por fricción en un cojinete

μ = Viscosidad absoluta del lubricante

r = Radio del eje

L = Longitud del cojinete

N_s = Velocidad angular

C_r = Juego radial

Supondremos que el lubricante es SAE 40, por encontrarse comercialmente disponible, a 30° por lo que:

$$\mu = 2.8 \times 10^{-6} \text{ Kg seg/cm}^2$$

El radio del eje y la longitud del cojinete que se estiman máximos son de una pulgada, es decir:

$$L = r = 2.54 \text{ cm}$$

Considerando la velocidad de producción y las relaciones entre engranes encontramos que una velocidad angular máxima sería:

$$n_s = .025 \text{ revoluciones por segundo}$$

Por último, con base en las tolerancias para sistemas eje-agujero correspondientes a este tipo de trabajo:

$$C_r = 20.32 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

Sustituyendo valores en (20).

Considerando que los datos con los que contamos son estimados, tomamos un factor de seguridad:

$$N_{pf} = 2$$

Por otra parte, el número de ejes del sistema de transmisión es:

$$N_e = 8$$

Sustituyendo valores en (19) obtenemos que:

$$P_f = 90.6 \text{ Kg.} \cdot \text{cm}$$

Y podemos considerar que:

$$P_f = 100 \text{ Kg.} \cdot \text{cm}$$

Considerando que los datos a utilizar para calcular el torque sobre el engrane 5 pueden variar fácilmente, utilizaremos un factor de seguridad:

$$N_{T5} = 1.5$$

Partiendo de que las pérdidas por fricción tienen un valor de 100 Kg. *cm, el torque necesario en cada uno de los rodillos es de 80 Kg. *cm y el factor de seguridad es 1.5. Sustituyendo en (18):

$$T_5 = 750 \text{ Kg.} \cdot \text{cm}$$

sustituyendo los valores de T_1 y T_5 en (16), obtenemos que:

$$r_e = (n_1/n_3) (n_4/n_5) = (d_1/d_3) (d_4/d_5) = 0.1067 \quad (21)$$

De acuerdo con los datos de tablas antropométricas internacionales ajustados a los usuarios potenciales, proponemos los siguientes valores para los diámetros primitivos de los engranes del 1 al 5.

$$d_1 = 4 \text{ cm}$$

$$d_2 = 8 \text{ cm}$$

$$d_3 = 16 \text{ cm}$$

$$d_4 = 6 \text{ cm}$$

$$d_5 = 16 \text{ cm}$$

sustituyendo en (19), obtenemos:

$$r_c = 0.09375$$

Para comprobar que con esta relación se conseguirá transmitir suficiente torque al rodillo, despejamos T_5 de la ecuación (16), obteniendo:

$$T_5 = T_1/r_c \quad (22)$$

sustituimos en la ecuación (21) la relación de engranes obtenida con los diámetros propuestos y el torque aplicado al engrane 1 previamente calculado, el resultado es:

$$T_5 = 853 \text{ Kg.} \cdot \text{cm}$$

lo cual es mayor al torque requerido.

Hemos seleccionado un ángulo de presión igual a 20° y dientes de altura completa, por lo tanto, el número mínimo de dientes necesarios para evitar la posibilidad de una interferencia es dieciocho. Como el engrane más pequeño (engrane 1) tendrá el menor número de dientes, seleccionamos un módulo dos; de ésta manera, contará con veinte dientes. Por lo tanto, queda comprobado que el conjunto de engranes propuesto cumplirá su función y, de ahora en adelante, se trabajará con los diámetros propuestos.

El siguiente paso es obtener los diámetros primitivos de los cuatro engranes que transmitirán el movimiento de un rodillo a otro y cuya disposición se ilustra en la figura 4.16.

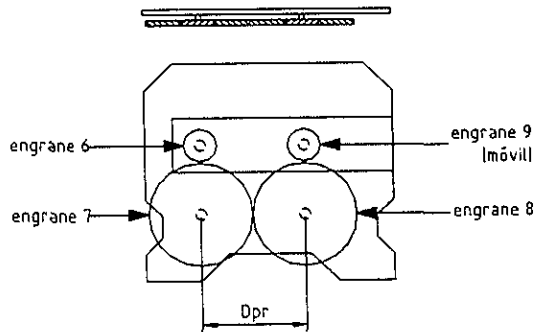


Figura 4.16. Arreglo de los engranes que transmitirán el movimiento de un rodillo a otro

Dicha configuración se estableció considerando que el engrane sujeto al rodillo móvil podría, debido a su cambio de posición, chocar o dejar de hacer contacto con el engrane que lo impulsa.

De acuerdo con la posición de los elementos que se muestra en la figura 4.16, podemos concluir que:

$$D_{pr} = R_7 + R_8 \quad (23)$$

donde:

D_{pr} = Distancia promedio entre los ejes de los rodillos.

R_7 = Radio primitivo del engrane 7.

R_8 = Radio primitivo del engrane 8.

por otro lado, sabemos que:

$$R_7 = R_8 \quad (24)$$

sustituyendo (24) en (23):

$$R_7 = R_8 = D_{PR}/2 \quad (25)$$

que es la ecuación utilizada para calcular los radios primitivos de los engranes 7 y 8.

Para calcular la distancia promedio entre los ejes de los rodillos, utilizamos:

$$D_{PR} = (D_{\min R} + D_{\max R})/2 \quad (26)$$

donde:

D_{pr} = Distancia promedio entre los ejes de los rodillos.

$D_{\min R}$ = Distancia mínima entre los ejes de los rodillos.

$D_{\max R}$ = Distancia máxima entre los ejes de los rodillos.

Considerando las especificaciones de entrada y salida de la lámina, podemos establecer que la distancia mínima entre los ejes de los rodillos es de 16.6 cm, mientras que la máxima es de 20.6 cm. Sustituyendo estos valores en (26), obtenemos que:

$$D_{PR} = 18.6 \text{ cm}$$

sustituyendo este valor en (25):

$$R_7 = R_8 = 9.3 \text{ cm}$$

por lo tanto:

$$d_7 = d_8 = 18.6 \text{ cm}$$

donde:

d_7 = Radio primitivo del engrane 7.

d_8 = Diámetro primitivo del engrane 8.

Es necesario que los rodillos giren a la misma velocidad, para garantizarlo basta con que el diámetro de los engranes 6 y 9 sean iguales. Como valor tentativo, sugerimos un diámetro de 13.2 cm. Hemos decidido utilizar engranes con un ángulo de presión de 20° y dientes de altura completa en todos los engranes. El número de dientes mínimo para evitar la interferencia, considerando las características previamente señaladas, es de dieciocho. Para comprobar si los diámetros propuestos son aceptables, requerimos de una serie de cálculos que se presentan a continuación. Comenzamos por señalar una ecuación para calcular el módulo de un engrane, cuyo valor está dado por:

$$M = d/N \quad (27)$$

donde:

M = Módulo del engranc.

d = Diámetro primitivo del engranc.

N = Número de dientes del engrane.

Utilizando (27) para el engrane 6

$$M_6 = d_6/N_6 \quad (28)$$

Probaremos primero asignando un valor de seis al módulo. Entonces, de la ecuación (28):

$$N_6 = 22$$

Como los engranes 6 y 9 tendrán las mismas dimensiones y el valor obtenido está estandarizado:

$$M_9 = M_6 = 6$$

y, por lo tanto:

$$N_9 = N_6 = 22$$

Por otro lado, para el engrane 7:

$$M_7 = d_7/N_7 \quad (29)$$

despejando N_7 y sustituyendo en (29) los valores del diámetro y el módulo previamente obtenidos:

$$N_7 = 31$$

Como los engranes 7 y 8 tendrán las mismas dimensiones:

$$N_8 = N_7 = 31$$

Como el número de dientes es exacto para todos los engranes, queda comprobado que las dimensiones propuestas son admisibles cuando los ejes de los rodillos están fijos y su separación es la promedio.

Ahora sólo resta verificar que los dientes de los engranes hagan contacto en cualquier posición. Para ello, debemos considerar el arreglo cuando los ejes de los rodillos se encuentran más alejados, situación ilustrada en la figura 4.17.

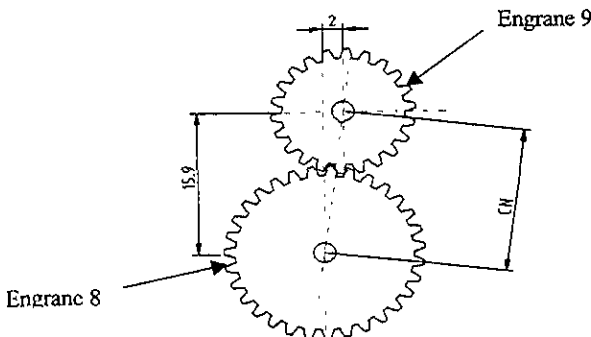


Figura 4.17. Posición de los engranes 8 y 9 cuando los ejes de los rodillos se encuentran más alejados

Para que se cumpla esta condición, es necesario que la relación de contacto sea mayor que uno, para verificarlo utilizamos la ecuación:

$$m_c = Z/P_b > 1 \quad (30)$$

donde:

m_c = relación de contacto.

Z = Longitud de acción.

P_b = Paso base de los engranes.

Para calcular la longitud de acción, utilizamos:

$$Z = [(r_p + a_p)^2 - (r_p \cos \phi)^2]^{1/2} + [(r_g + a_g)^2 - (r_g \cos \phi)^2]^{1/2} \quad (31)$$

donde:

Z = Longitud de acción.

r_p = Radio primitivo del piñón.

a_p = Addendum del piñón.

r_g = Radio primitivo del engrane.

a_g = Addendum del engrane.

C = Distancia entre los centros de los engranes.

ϕ = Ángulo de presión.

Las variables asignadas se representan en la figura 4. 18.

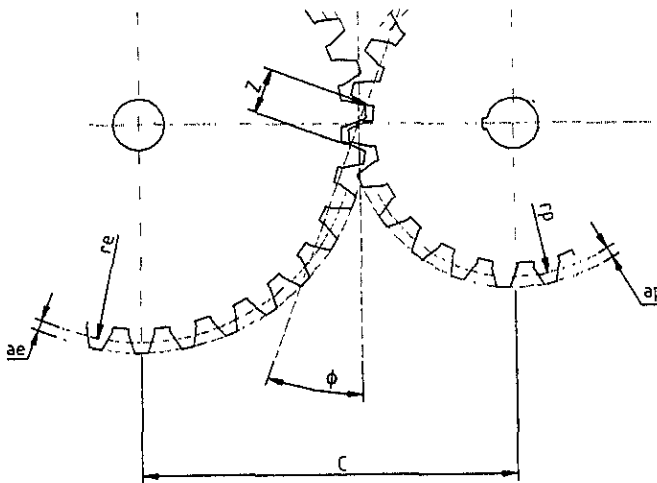


Figura 4.18. Zona de contacto entre dos engranes

Al cambiar la posición del engrane 9 —con respecto a la que tiene cuando el rodillo móvil se encuentra a la mitad de su recorrido y que de ahora en adelante llamaremos posición original—, varía la distancia entre los centros, el radio primitivo de los engranes, su addendum, el ángulo de presión y la longitud de acción. Los valores relacionados con la circunferencia base se mantienen constantes. Para este caso, suponemos que el engrane 9 se encuentra lo más alejado posible del engrane 8, disposición ilustrada en la figura 4.17. Llamaremos a esta circunstancia, de ahora en adelante, posición nueva y a todos los valores obtenidos con respecto a ella les añadiremos, con el fin de distinguirlos, una “N” en el subíndice.

Primero calculamos la nueva distancia entre centros. De la figura 4.17 podemos concluir, aplicando el Teorema de Pitágoras que:

$$C_N = 160.25 \text{ cm}$$

Después obtenemos los diámetros base (que permanecen constantes) por medio de la ecuación

$$d_b = d \cos \phi \tag{32}$$

donde:

d_b = Diámetro base del engrane.

d = Diámetro primitivo del engrane.

ϕ = Ángulo de contacto.

Considerando que los diámetros de los engranes 8 y 9 son de 18.6 y 13.2 cm respectivamente y que el ángulo de presión es de 20°, obtenemos sus diámetros base sustituyendo en (32), el resultado es:

$$d_{b8} = 174.78 \text{ mm}$$

$$d_{b9} = 124.04 \text{ mm}$$

sabemos que:

$$d_{b8} = d_{N8} \cos \phi_n \tag{33}$$

$$d_{b9} = d_{N9} \cos \phi_n \tag{34}$$

Por otro lado, de la figura 4.18 deducimos que:

$$r_{n8} + r_{n9} = C_N$$

multiplicando por dos:

$$d_{n8} + d_{n9} = 2 C_N \tag{35}$$

Combinando (33), (34) y (35), obtenemos que:

$$\cos \phi_N = (d_{b8} + d_{b9}) / 2 C_N \tag{36}$$

despejando ϕ_N y sustituyendo los valores obtenidos previamente, obtenemos:

$$\phi_N = 21.2^\circ$$

Aplicando (32) para la nueva posición:

$$d_{N8} = 187.46 \text{ mm}$$

$$d_{N9} = 133.04 \text{ mm}$$

por lo tanto:

$$r_{N8} = 93.73 \text{ mm}$$

$$r_{N9} = 66.52 \text{ mm}$$

Para encontrar el valor del addendum de los engranes utilizamos las ecuaciones:

$$a_{N8} = a_8 - (r_{N8} - r_8)$$

$$a_{N9} = a_9 - (r_{N9} - r_9)$$

sustituyendo valores:

$$a_{N8} = 3.77$$

$$a_{N9} = 3.98$$

asignando los valores obtenidos, para la posición nueva, a (31):

$$\mathbf{Z = 18.81 \text{ mm}}$$

Como el paso base es igual para ambos engranes, utilizamos los datos correspondientes al engrane 9. Así:

$$P_{b9} = \pi d_{b9}/N_9 \quad (37)$$

donde:

P_{b9} = Paso base del engrane 9.

d_{b8} = Diámetro base del engrane 9.

N_9 = Número de dientes del engrane 9.

sustituyendo los valores previamente obtenidos:

$$\mathbf{P_{b9} = 17.71 \text{ mm}}$$

asignando los valores de Z y P_b a (30):

$$\mathbf{m_c = 1.062 > 1}$$

Entonces queda comprobado que las dimensiones de los engranes son adecuadas. Por lo tanto:

$$\mathbf{d_6 = d_9 = 13.2 \text{ cm}}$$

IV.2.2. Establecimiento del arreglo y forma definitivos. Dimensionamiento parcial

En las figuras 4.19 a 4.24 (Anexo A.1.) se muestran los arreglos definitivos para los sistemas de la máquina. Es importante recordar que la máquina estará compuesta por dos unidades, cuya única diferencia será el acanalado de los rodillos. Este capítulo sólo desarrollará una, aunque será válido para ambas.

IV.2.3. Establecimiento definitivo de materiales y procesos de manufactura, determinación parcial de las tolerancias y propiedades de la superficie

En la tabla 4.1 (Anexo B.) se muestra el material, los procesos de manufactura, las tolerancias y las propiedades de la superficie que se establecieron para cada pieza. Es importante mencionar que las especificaciones que no se presentan en este apartado se determinan capítulos posteriores.

IV.2.4. Optimización de la investigación de las zonas críticas

Sistema de laminación

- Zonas de contacto entre los rodillos y los cojinetes.
- Zonas en las que cambia el diámetro de la flecha.
- Zonas en que se ubicarán las cuñas y los pasadores.
- Zonas de unión entre los cilindros y sus tapas.
- Zona de máximo esfuerzo de flexión (a la mitad de la longitud del rodillo).

Sistema de transmisión

- Zonas de ajuste para chavetas y pasadores.
- Zonas de ajuste entre ejes y engranes.
- Zonas de ajuste entre los ejes y la estructura.
- Zonas en que se ubicarán los ejes en la estructura.

Sistema de ajuste

- Zonas de contacto entre los engranes cónicos.
- Zonas de apoyo de los engranes en la base.
- Zonas de apoyo de la base en la estructura.
- Zona de mayor esfuerzo de flexión en la base.
- Zonas de contacto entre las correderas y la estructura.
- Zonas en las que se ubicarán los tornillos de potencia.
- Zonas de contacto de los tornillos de potencia con otros elementos.
- Zonas en las que se ubicará el resto de los tornillos.

Cubiertas

- Extremos de las cubiertas.
- Espesor de las cubiertas.
- Zonas en las que se colocarán los botones.

Sistema de extracción

- Zonas en las que se doblará la lámina.
- Ubicación de los soportes de la lámina.
- Zonas en las que se ubicarán los barrenos.

Estructura

- Zonas de contacto entre las correderas y la estructura.
- Zonas de contacto entre las cuatro placas que forman la estructura.
- Zonas en las que se ubicarán los tornillos de anclaje.
- Zona en las que se ubicará la base del sistema de ajuste.
- Zonas en las que se ubicarán de los ejes de refuerzo.
- Zonas en las que se ubicarán los elementos del sistema de transmisión.
- Zona en las que se ubicará el rodillo fijo.
- Zona en las que se ubicará el sistema de extracción.
- Zonas de contacto entre los cojinetes y otros elementos.

IV 3. Detalle

IV.3.1. Sustentación matemática

Cálculo de los diámetros de los rodillos

Como el rodillo fijo deberá transmitir el torque al rodillo móvil, estará sometido a mayores esfuerzos. Podemos seleccionarlo, entonces, para llevar a cabo los cálculos, ya que si resiste, el rodillo móvil también lo hará.

Comenzamos por realizar un diagrama en el que se muestran las dimensiones del rodillo que utilizaremos en este apartado y que se encuentran representadas en la figura 4.25.

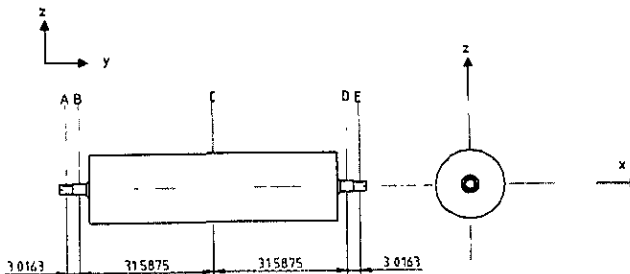


Figura 4.25. Rodillo fijo

Para obtener las dimensiones que buscamos, es necesario realizar algunos cálculos que nos permitan conocer valores que ocuparemos más adelante.

Suponiendo que la resistencia ofrecida por la lámina de hule se distribuye de manera uniforme, los torques que transmite el rodillo a lo largo de sus secciones son:

$$T_A = 550 \text{ Kg.} \cdot \text{cm (entre A y C)}$$

$$T_C = 200 \text{ Kg.} \cdot \text{cm (entregado)}$$

$$T_E = 750 \text{ Kg.} \cdot \text{cm (entre C y E)}$$

donde:

T_A = Torque transmitido por la flecha en la sección A.

T_C = Torque transmitido por la flecha en la sección C.

T_E = Torque transmitido por la flecha en la sección E.

Para los engranes las fuerzas impulsoras o tangenciales se calculan por medio de la ecuación:

$$F = T/r \quad (38)$$

donde:

F = Fuerza impulsora de un engrane.

T = torque que transmite el engrane.

r = Radio primitivo del engrane.

aplicando la ecuación (36) a los engranes montados sobre las secciones A y E, obtenemos que:

$$F_A = 113.64 \text{ Kg.}$$

$$F_E = 93.75 \text{ Kg.}$$

Por otro lado, podemos calcular las fuerzas normales a la flecha que se producen en las mismas secciones mediante la ecuación:

$$N = F \tan \phi \quad (39)$$

donde:

N = Fuerza normal a la flecha.

F = Fuerza impulsora.

ϕ = Ángulo de contacto.

Aplicando la ecuación (39) para las secciones correspondientes y sustituyendo los valores previamente obtenidos, tenemos:

$$N_A = 41.36 \text{ Kg.}$$

$$N_E = 34.12 \text{ Kg.}$$

Posteriormente, hallamos los diagramas de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y los momentos de torsión, que se presentan en la figura 4.26, a partir de dos sistemas contenidos, cada uno, en un plano (vertical y horizontal respectivamente) Cabe señalar que el peso de cada rodillo se ha estimado en 20 Kg. que es el valor aproximado para un rodillo hueco con una pared de 1 cm y el

resto de las dimensiones del rodillo aproximadas, en caso de que resulte necesaria una pared más gruesa se realizará el cálculo una vez más con un nuevo valor o se incorporará el diámetro interior a las ecuaciones y se resolverán mediante un proceso iterativo, en otro caso quedará garantizado que el rodillo soportará el esfuerzo generado y podremos continuar el proceso. Tanto las fuerzas que se representan en los puntos B y D como las cifras de esfuerzos cortantes y momentos torsionantes fueron calculadas con base en las ecuaciones de equilibrio mecánico.

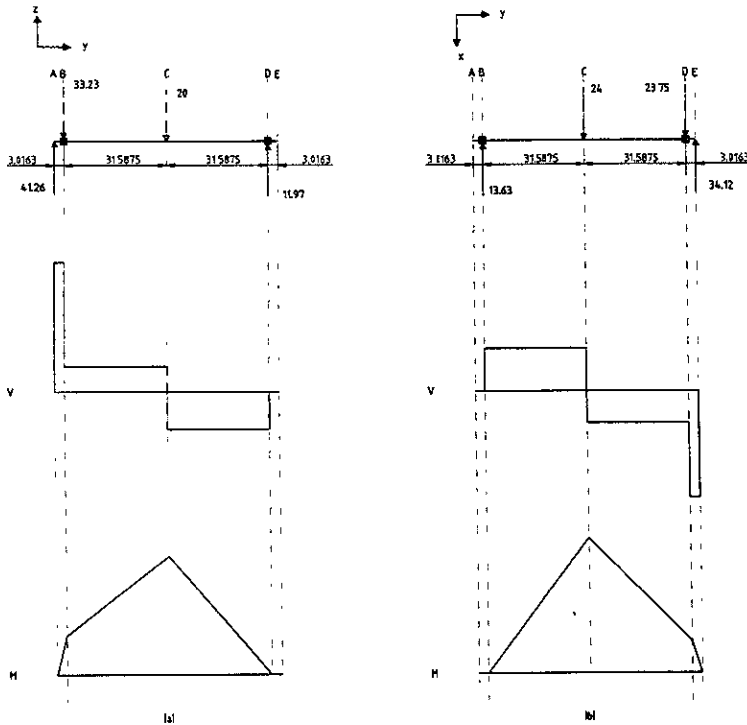


Figura 4.26. Diagramas de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y momentos torsionantes para el rodillo fijo en (a) el plano “zy” y (b) el plano “xy”

Para calcular los diámetros de los puntos A, B, C y D, partiremos de la ecuación (40), planteada en el método para el diseño de ejes establecido por la American Society of Mechanical Engineers (ASME), que se basa en el criterio de falla por fatiga. Se presenta a continuación:

$$d_1 = (32N_f/\pi [(k_f M_1/s_f)^2 + 0.75 (T_1/s_y)^2]^{1/2})^{1/3} \tag{40}$$

donde:

d_1 = Diámetro del eje en el punto 1.

N_f = Factor de seguridad.

K_f = Factor de concentración de esfuerzos.

M_1 = Momento flector en el punto 1.

S_f = Límite de fatiga del material.

T_1 = Momento de torsión o torque transmitido por el eje en el punto 1.

S_y = Esfuerzo de fluencia del material.

Para seleccionar el material con el que serían fabricados los rodillos tomamos en cuenta los siguientes aspectos: costo, disponibilidad y propiedades mecánicas. El resultado es que el acero 1018 (cold rolled) (SAE) es de bajo costo, cuenta con excelentes propiedades y se puede conseguir fácilmente, considerando, para fines prácticos de cálculo, que el material es acero 1020 (SAE) el límite de fatiga será de 1919 Kg/cm² y el esfuerzo de fluencia de 2671 Kg/cm², por otra parte, tomando en cuenta la geometría del eje, consideraremos un factor de concentración de esfuerzos promedio de 2.5. Los valores del momento flector y el torque se tomarán de los cálculos realizados anteriormente. Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$d_A = 1.66 \text{ cm}$$

$$d_B = 1.83 \text{ cm}$$

$$d_D = 1.92 \text{ cm}$$

$$d_E = 1.84 \text{ cm}$$

Para fines prácticos y tomando en cuenta que los diámetros son iguales para los puntos A y E y que lo mismo sucede en B y D, utilizaremos los siguientes valores

$$d_A = d_E = 2.2225 \text{ cm}$$

$$d_B = d_D = 2.54 \text{ cm}$$

Por otra parte, es importante considerar que los rodillos estarán huecos entre los puntos B y D, aunque ya fue calculado el diámetro exterior que tendrá esa sección, es necesario conocer su espesor. El punto C es el lugar en donde se localiza el mayor momento de torsión de todo el rodillo, así que se realizó un análisis de esfuerzos en ese lugar para determinar el diámetro interior.

Al igual que para los cálculos anteriores utilizamos el criterio de falla por fatiga, de la que se desprende la siguiente ecuación:

$$1/N = [(k_f M_1/S_f)^2 + 0.75 (T_1/S_y)^2]^{1/2} [16d_{e1}/\pi (d_{e1}^4 - d_{i1}^4)] \quad (41)$$

donde:

d_{e1} = Diámetro exterior del eje en el punto 1.

d_{i1} = Diámetro interior del eje en el punto 1.

N_f = Factor de seguridad.

K_f = Factor de concentración de esfuerzos.

M_1 = Momento flector en el punto 1.

S_f = Límite de fatiga del material.

T_1 = Momento de torsión o torque transmitido por el eje en el punto 1.

S_y = Esfuerzo de fluencia del material.

Sustituyendo en (41) los valores obtenidos previamente y que el material es el mismo que para el resto de la flecha, el resultado es que:

$$d_{1C} \approx 16.39 \text{ cm}$$

Y por lo tanto, el espesor del cilindro será de 0.01 cm. Para fines prácticos podrá usarse un cilindro con un espesor mayor al que se ha planteado.

IV.3.2. Determinación de la forma definitiva y dimensionamiento completo

En las figuras 4.27 a 4.32 (Anexo A.2.) se ilustra la forma definitiva y las dimensiones que tendrá cada una de las piezas que conformarán la máquina.

IV.3.3. Establecimiento definitivo y completo de materiales, procesos de manufactura, tolerancias y propiedades de la superficie

En la tabla 4.2 (Anexo B.2.) se muestran los materiales, los procesos de manufactura, las tolerancias y las propiedades de la superficie con que contará cada una de las piezas.

IV.3.4. Determinación de procesos y estados de ensamble

En la tabla 4.3 (Anexo B3.) se señalan los procesos de ensamble y el orden en que se realizarán, así como el equipo necesario y las piezas que intervienen en ellos.

IV.3.5. Representación de partes, dimensiones, tolerancias, propiedades de la superficie y especificación de materiales

En las figuras 4.33 a 4.38 (Anexo A.3.) se representan detalladamente todas las piezas que formarán parte de la máquina. Cabe señalar que las unidades de las acotaciones cambiaron de centímetros a milímetros debido a que es más común en la presentación de planos.

IV.3.6. Dibujos de ensamble.

En las figuras 4.39 y 4.40 (Anexo A.4.) se representan planos de conjunto, en el puede observarse la posición que tendrán los sistemas y las piezas.

V. Fabricación y pruebas de funcionamiento

La fabricación y las pruebas de funcionamiento para la máquina diseñada se realizaron mediante un proyecto de investigación con el apoyo de la Coordinación General del Programa Nacional de apoyo a las Empresas de Solidaridad (FONAES), instancia a la cual se le ha hecho entrega del programa de trabajo y los reportes correspondientes al proyecto (Anexo E). En ellos se pueden observar los detalles del desarrollo de esta etapa.

Conclusiones

Hemos verificado mediante pruebas de campo que la máquina diseñada es adecuada para realizar las operaciones de laminación dentro del proceso de obtención de hojas ahumadas.

En relación con las demás máquinas laminadoras disponibles en el mercado, esta ofrece la ventaja de reducir al mínimo el personal necesario para su operación, ya que solamente requiere de un operario para su funcionamiento, además, si las instalaciones que la complementan son adecuadas, facilita la operación de lavado que debe realizarse entre cada pasada de las láminas por la máquina.

En cuanto a la seguridad del operador de este modelo, a diferencia de los demás cuenta con una tolva de alimentación que impide que las manos del operador puedan entrar al sistema de laminación con lo que se disminuye el riesgo de un accidente, el mismo dispositivo impide el paso hacia los rodillos de objetos que pudieran dañarlos protegiendo así la máquina de un desgaste imprevisto.

En lo referente al desgaste de la máquina provocado por la formación de óxido sobre los rodillos, encontramos que no es provocada por la influencia del medio ambiente si no por la presencia de ácido en el material procesado, por lo que la utilización de cubiertas no soluciona este problema. Aunque, si el proceso se realiza correctamente, el daño que esta situación ocasiona a los rodillos es muy pequeño, actualmente se estudia la posibilidad de modificar su material o bien de someterlos a un recubrimiento para evitar la corrosión.

Una diferencia más de esta máquina con respecto al resto es que cuenta con aceiteras en todos los lugares en donde gira alguna pieza, lo que significa una buena lubricación que disminuye, por un lado, el esfuerzo requerido para laminar y, por el otro, el desgaste de las piezas.

Por otra parte las láminas obtenidas con el modelo en estudio son, si el proceso de coagulación se realiza de acuerdo a las recomendaciones, de estupenda calidad ya que cuentan con el espesor, homogeneidad y acabado requeridos, por la norma correspondiente, para las láminas mejor clasificadas.

Con respecto a la calidad de la máquina podemos decir que es apropiada, ya que cumple con las especificaciones establecidas en el proyecto. La calidad de la fabricación para el prototipo es acorde a las necesidades planteadas, mientras que para máquinas posteriores dependerá de la institución que llevé a cabo la manufactura y ensamble.

Por otro lado, el precio que se obtuvo en un taller privado para la fabricación de la máquina es elevado en comparación con que se requiere para mejorar la oferta de las máquinas que existen en el mercado, y por lo tanto es indispensable reducirlo para hacer viable la fabricación de esta máquina a mayor escala. Consideré 2 alternativas para contrarrestar este problema; la primera es aumentar el volumen de producción y de esta manera disminuir el costo, al mismo tiempo cotizar en diferentes talleres y obtener el precio más bajo, sin embargo, se corre el riesgo de que aun con esta reducción, el precio no disminuya lo suficiente para mejorar el de las alternativas comerciales; la segunda es buscar la colaboración de alguna institución pública, que cuente con las condiciones adecuadas, para que lleve a cabo la fabricación de la máquina sin fines lucrativos. Así el precio que habría que pagar por la laminadora sería competitivo en el mercado y por lo resultaría económicamente viable la fabricación de varias máquinas.

Al existir un nuevo modelo de máquina laminadora, se ofrece a los inversionistas potenciales una alternativa que significa un punto de referencia para la comparación entre las distintas posibilidades, de esta manera ellos podrán elegir la más acorde a sus necesidades.

Como parte fundamental de este trabajo hay que resaltar la colaboración entre la UNAM, el Consejo Mexicano del Hule y la Secretaría de Desarrollo Social, que lo han hecho posible y, al mismo tiempo, demuestran la importancia de coordinar esfuerzos entre los organismos del sector público para combatir los problemas sociales eficazmente.

Este proyecto es un ejemplo de cómo la estrecha vinculación entre la academia y la industria favorece el desarrollo de ambas. Para la academia, el compromiso de realizar trabajos que se apliquen en la industria representa una oportunidad para exponer sus capacidades y someterlas a prueba bajo condiciones reales de funcionamiento, además enriquece la formación de sus miembros. Por otra parte, la industria tiene en los proyectos de investigación una fuente de conocimientos aplicables a sus procesos que permiten hacerlos más eficientes y eficaces, adicionalmente, al contribuir con las instituciones académicas, la industria contará con profesionistas que conozcan a fondo sus necesidades.

Finalmente, es importante destacar que la máquina con la que contamos puede servir para promover el proceso de obtención de hojas ahumadas o bien implementarlo en alguna plantación para medir sus rendimientos.

Reflexiones generales

Existe un largo camino entre el diseño de la máquina y su aplicación en beneficio de los productores de hule, a pesar de que este trabajo surge a partir de una necesidad planteada dentro del perfil de inversión "Procesamiento de Hule para la Obtención de Hojas Ahumadas". Es muy importante señalar los principales aspectos en los que radica el éxito de esta tecnología dentro de su función de contribuir al desarrollo rural y, en específico, al de la industria huleña mexicana.

Es condición necesaria para garantizar la disponibilidad de la máquina que la organización que se encuentre a cargo de su fabricación obtenga beneficios económicos, por lo que resulta fundamental que su volumen de producción sea elevado. Por otra parte, es importante realizar una comparación entre empresas con distintas características para determinar cual es la más adecuada para la fabricación de la máquina.

El proceso de beneficiado debe seleccionarse de acuerdo con las características regionales del mercado, la producción, etc. En el caso de las hojas ahumadas existe un nicho de mercado que involucra principalmente a la industria del calzado, el cual requiere de hojas ahumadas como materia prima. Cabe señalar que las importaciones de hojas ahumadas ascienden a unas 500 toneladas anuales, esto significa que con un rendimiento de 1 tonelada de hule seco al año por hectárea, el mercado sería abastecido por la producción de 500 hectáreas, esta cifra es un buen punto de partida para introducir el proceso.

Las comunidades que obtendrían el mayor provecho por la implementación de este tipo de proceso son aquellas en las que no existe una infraestructura adecuada para la instalación de un beneficio de mayor escala, o bien, no existen plantaciones concentradas en una superficie lo suficientemente pequeña para que resulte redituable el transporte del hule fresco. Es medular identificar las zonas con estas características para promover el proyecto dentro de ellas. Cabe recordar que las hojas ahumadas tienen un estupendo mercado para exportación y pueden sustituir a cualquier tipo de hule seco en los procesos industriales; además, el proceso es flexible y puede ser aumentada paulatinamente la escala de producción. Por estos motivos debe considerarse que el mercado base descrito con anterioridad es susceptible de ampliación en la medida en que el proyecto tenga éxito.

Uno de los problemas que podrían presentarse para la aplicación de la tecnología, sería la falta de interés de los productores por modificar el proceso que realizan para obtener su ingreso a partir del hule, aunado al temor por invertir en un proceso desconocido para ellos. Para contrarrestar esta situación es necesario promover el proceso destacando la diferencia en ingreso que significa para un productor el realizar el proceso y el corto tiempo de recuperación de la inversión. En concreto, sería indispensable promover el proceso mediante el establecimiento de módulos demostrativos cercanos a las diferentes comunidades con posibilidades de desarrollar este tipo de procesos.

Dentro de los aspectos técnicos, es fundamental considerar la capacitación de los productores que decidan aplicar esta tecnología, por ende sería necesario impartir cursos y talleres a extensionistas que transfieran a su vez los conocimientos técnicos a los fabricantes de hojas ahumadas.

Por otro lado, aunque se disminuya la inversión requerida con la reducción en el precio de la máquina, el monto de la inversión todavía es difícil de alcanzar por los productores. Existe también la necesidad de contar con un elevado capital de trabajo, ya que el periodo entre el que se

comienzan a fabricar las láminas y se venden es largo, debido a que se necesita juntar un viaje grande para hacerlo rentable.

Para poner al alcance del productor esta tecnología es necesario brindarle apoyo, tanto económico como técnico.

Por otra parte, quisiera comentar algunos aspectos que es importante tomar en cuenta para el estudio de la ingeniería mecánica.

La ingeniería mecánica juega un papel primordial dentro del desarrollo de la sociedad, ya que es el medio por el cual se obtienen una gran parte de los avances tecnológicos, sin embargo, esta tecnología suele ser aprovechada en beneficio de unos cuantos a costa del perjuicio de muchos otros. Por otra parte, en la actualidad existe una marcada tendencia por la especialización de la educación que, en muchos casos y específicamente en el de la ingeniería, inhibe la atención que merecen los aspectos sociales y culturales. Es por ello que considero fundamental el compromiso de las instituciones educativas por ofrecer las condiciones necesarias para un desarrollo integral de sus miembros, que contemple los aspectos antes mencionados. Sólo de esta manera los profesionistas contaremos con elementos suficientes para valorar los efectos de nuestro trabajo hacia nuestro entorno.

Dentro de mi formación profesional ha sido muy importante complementar los conocimientos teóricos adquiridos con su aplicación práctica, por ello me parece fundamental que dentro del plan de estudios de la carrera sea considerada la participación de todos los alumnos por lo menos en un trabajo realizado en colaboración con la industria.

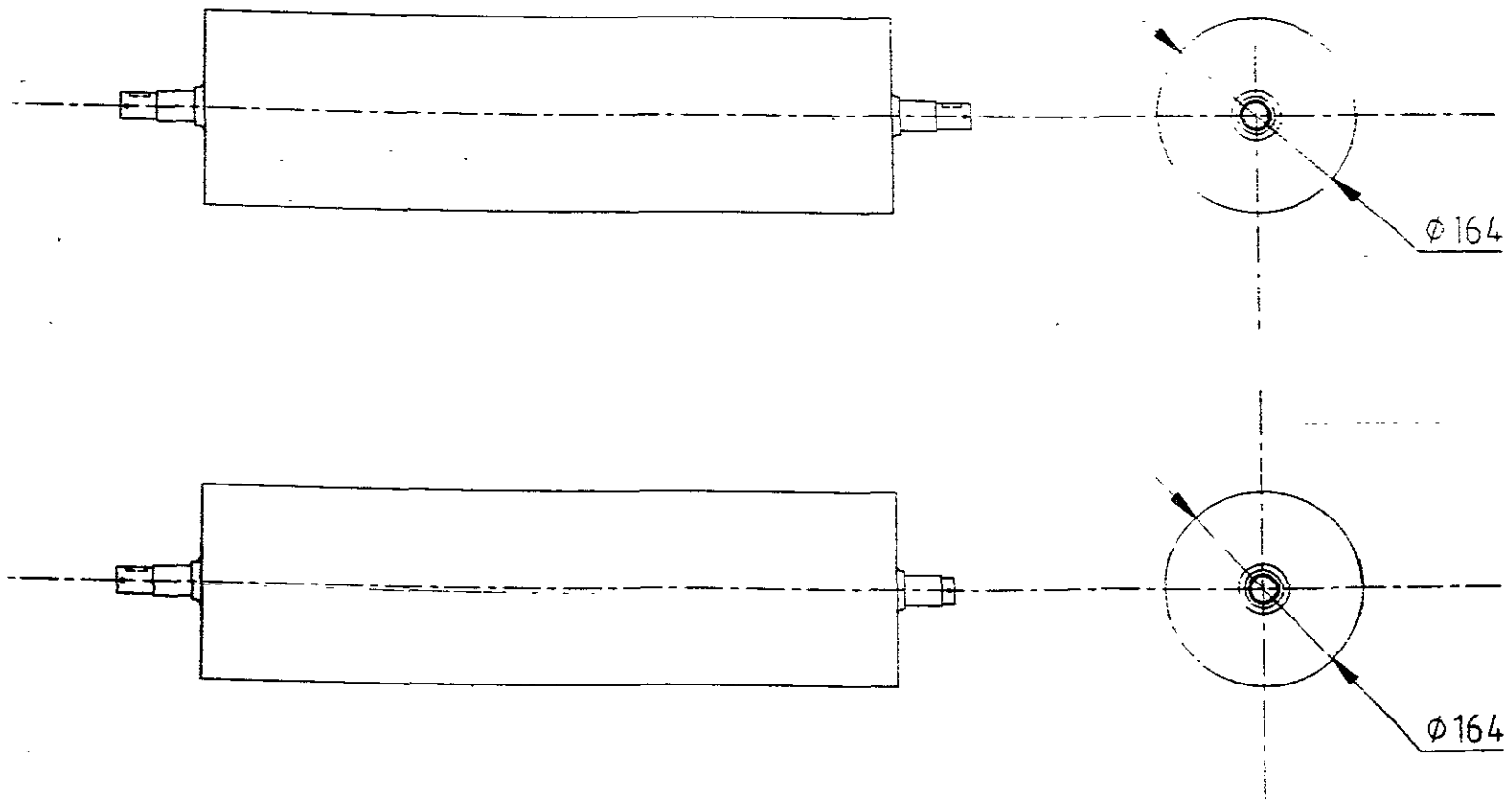
Finalmente, me parece que la impartición de la carrera se desarrolla mediante un esquema demasiado rígido, de manera que la creatividad de los alumnos es relegada a un segundo término, es esencial para mejorar la calidad de la educación brindar más importancia a este aspecto.

Bibliografía

- (1) Martínez Vázquez Vicente "El cultivo del hule", México, 1997, Universidad Autónoma de Chiapas.
- (2) Luis Picón Rubio, Elías Ortiz Cervantes, José Miguel Hernández Cruz "MANUAL PARA EL CULTIVO DEL HULE Hevea brasiliensis Muell Arg.", México, 1997, SAGAR, CMH, INIFAP.
- (3) Rubber Research Institute of Malaysia "RRIM TRAINING MANUAL ON Rubber Processing Machinery and Maintenance", Malasia, 1981.
- (4) Sphere Corporation Sdn. Bhd. "COMPANY PROFILE AND TECHNICAL SPECIFICATION LEAFLETS ON SPHERE'S CRUMB RUBBER MACHINERY AND EQUIPMENT", Malasia.
- (5) Keneth G. Budinski "Engineering materials", 4ª ed.
- (6) Lawrence E. Doyle "Procesos de manufactura y materiales para ingenieros", México, 1986, Edit. Diana.
- (7) Society of the Plastics Industry "Plastics Engineering Handbook, 4ª ed., E.U.A., 1976. Edit. Van Nostrand Reinold Company.
- (8) David G. Ullman "THE MECHANICAL DESIGN PROCESS", E.U.A., 1992, Edit. Mc Graw Hill.
- (9) C.C. Webster, W.J. Baulkin "Rubber" Edit. Longman Scientific and Technichal, Singapur, 1989.
- (10) Midleman "Fundamentals of polymer processing", E.U.A., 1977, Edit. Mc Graw Hill.
- (11) Harold Belofsky "Product Design and Process Engineering, Alemania, 1995, Edit. Hanser.
- (12) Chevalier "Dibujo industrial", México, 1997, Edit. Limusa.
- (13) Norton "Machine design", E.U.A., 1998, Edit. Prentice Hall.
- (14) Faires "Diseño de elementos de máquinas", 4ª ed., México, 1987, Edit. UTEHA.
- (15) Beer y Johnston "Mecánica de materiales", 2ª ed., Colombia, 1993, Edit. Mc Graw Hill.
- (16) Carrino "Curso metódico de dibujo de máquinas", Argentina, 1944, Edit. Albatros.

Anexo A. Planos

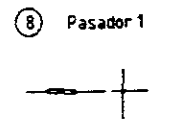
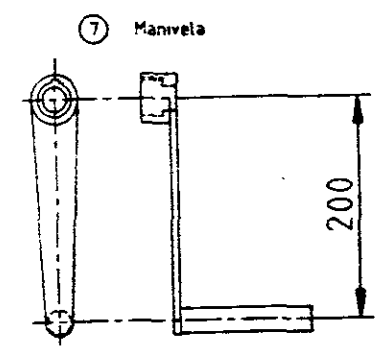
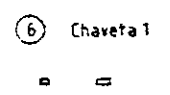
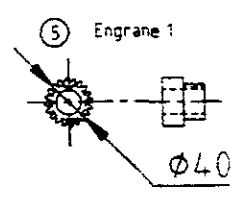
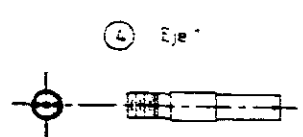
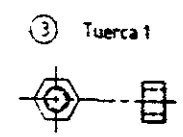
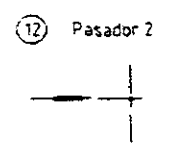
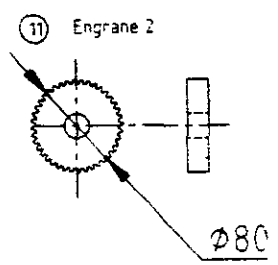
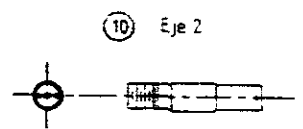
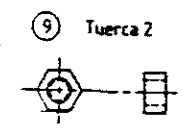
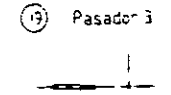
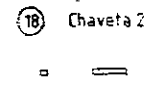
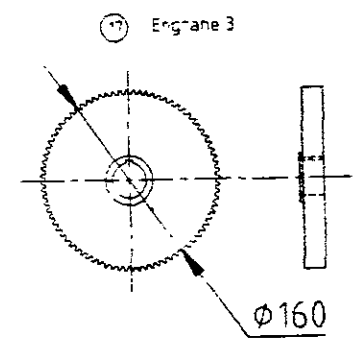
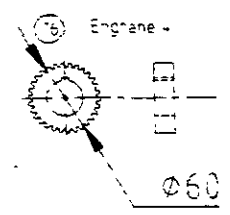
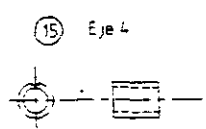
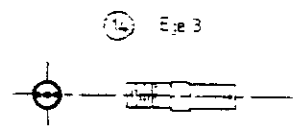
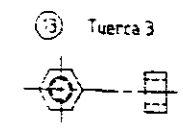
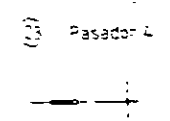
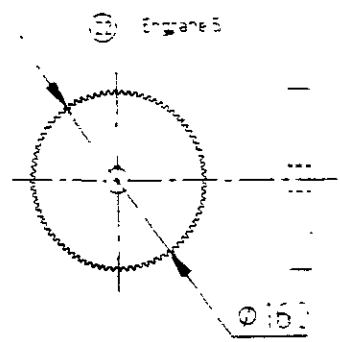
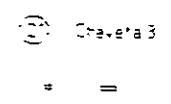
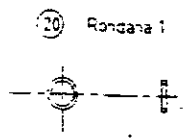
Anexo A.1.Figuras 4.19 a 4.24. Planos de los arreglos definitivos de los sistemas



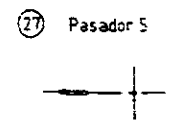
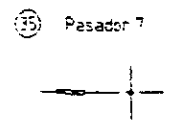
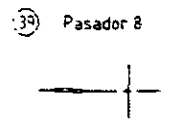
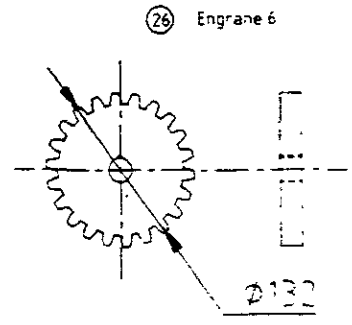
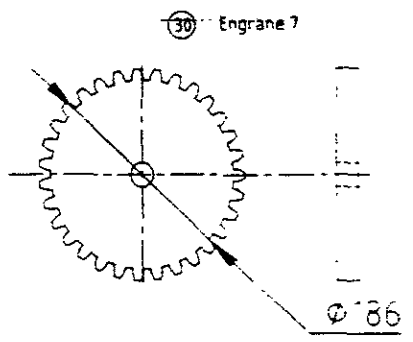
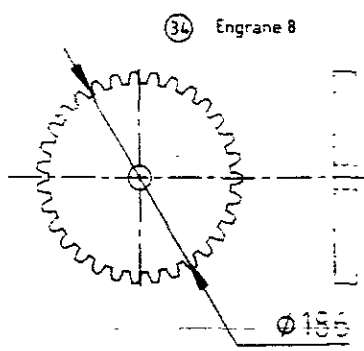
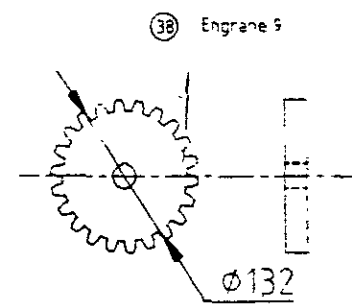
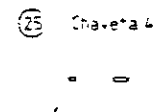
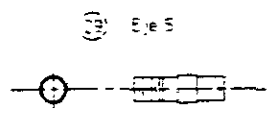
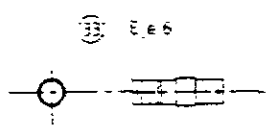
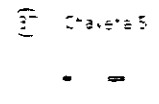
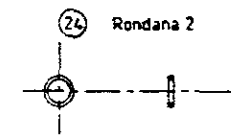
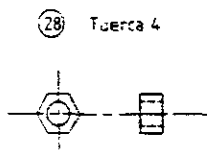
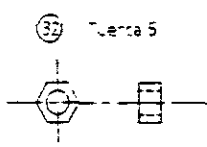
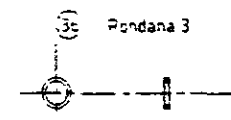
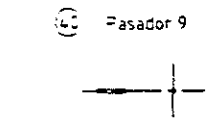
① Rodillo fijo

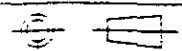
② Rodillo móvil

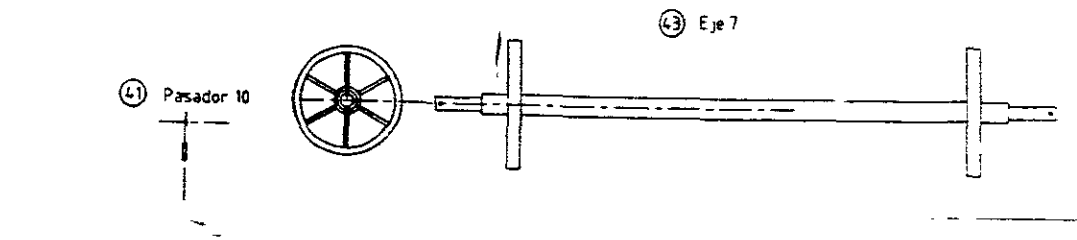
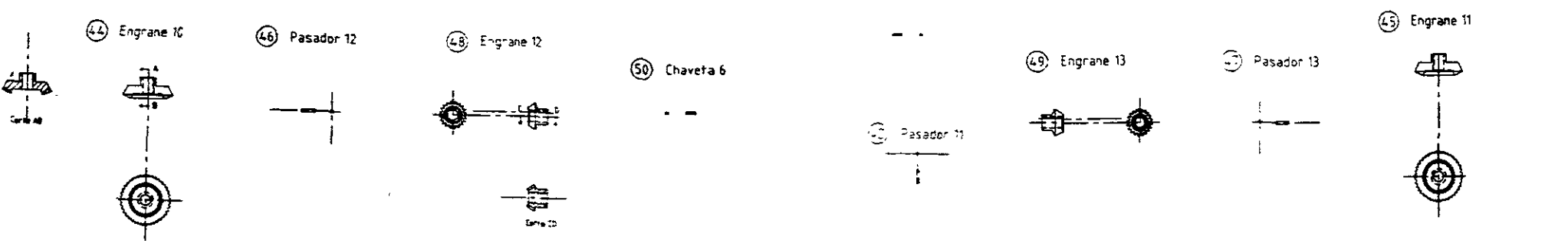
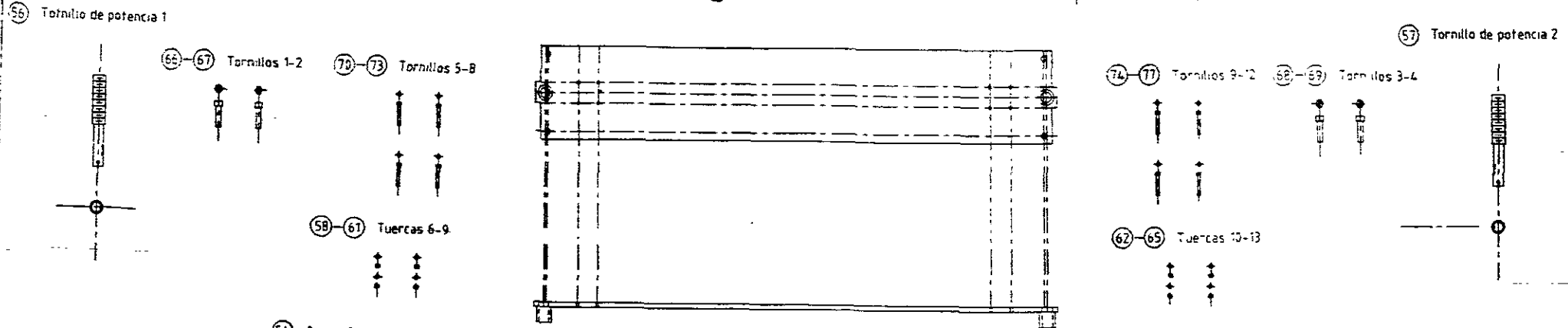
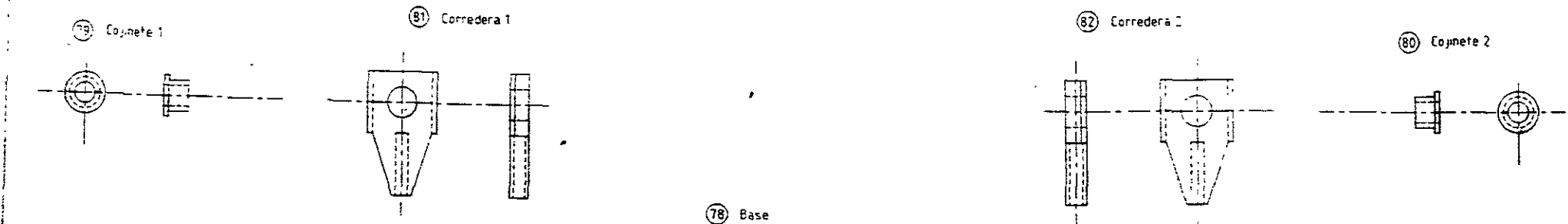
Acor. mm	Andrés Sobrevilla del Valle	
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería	9/6/99
⊕ ⊞	Figura 4.19 Arreglo definitivo del	
A3	sistema de laminación	



Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1.5	Facultad de Ingeniería 9/6/9
	Figura 4 20 (a) Arreglo definitivo
A3	del sistema de transmisión (I)

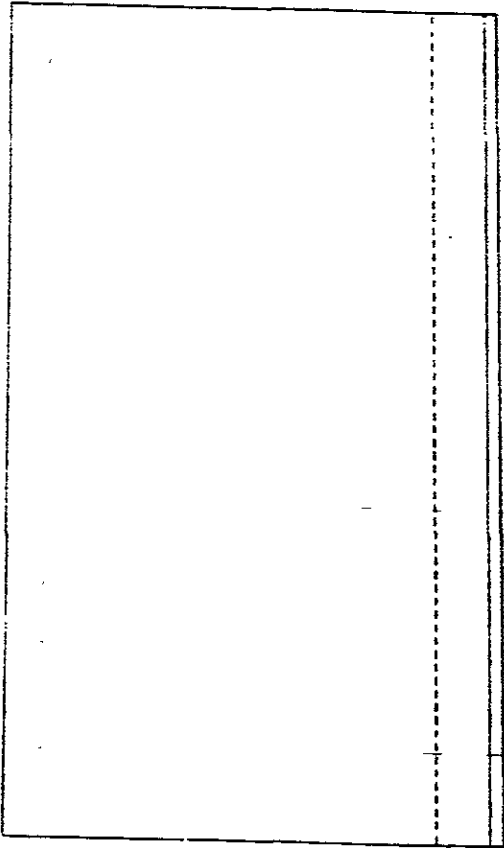


Acot mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
	Figura - 20 (b) Arreglo definitivo
A3	del sistema de transmisión (2)

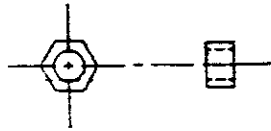


Acot mm	Andrés Sobrevilla del Valle	
Escala 15	Facultad de Ingeniería	9/6/99
A3	Figura 4.21 Arreglo definitivo del sistema de ajuste	

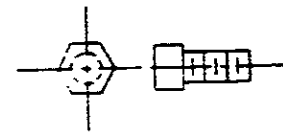
83 Lámina





84 Tuerca 14

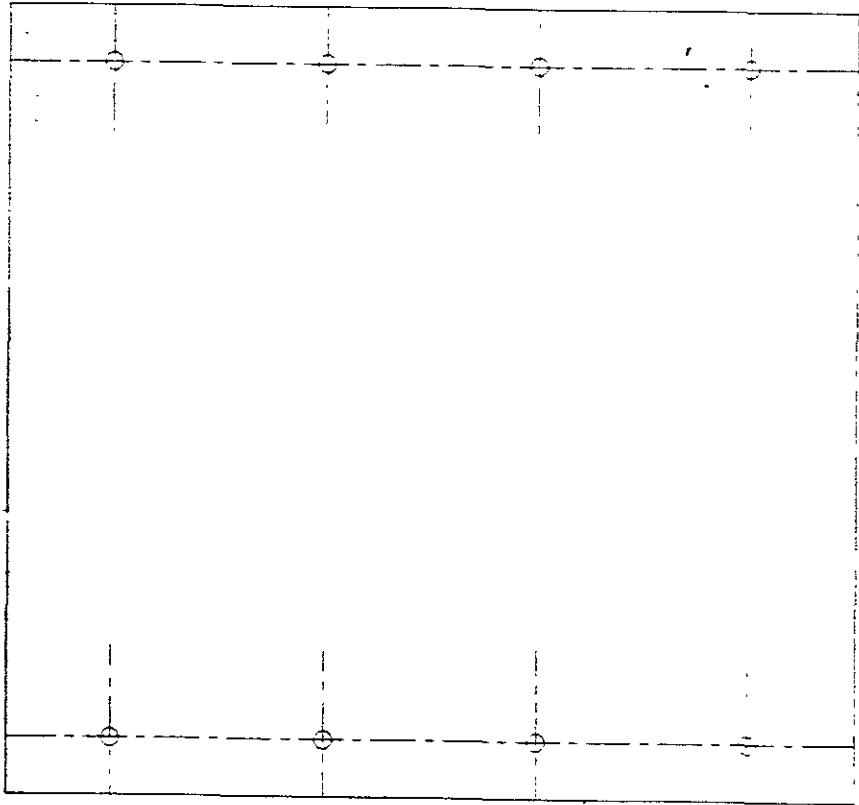


85 Tornillo 13

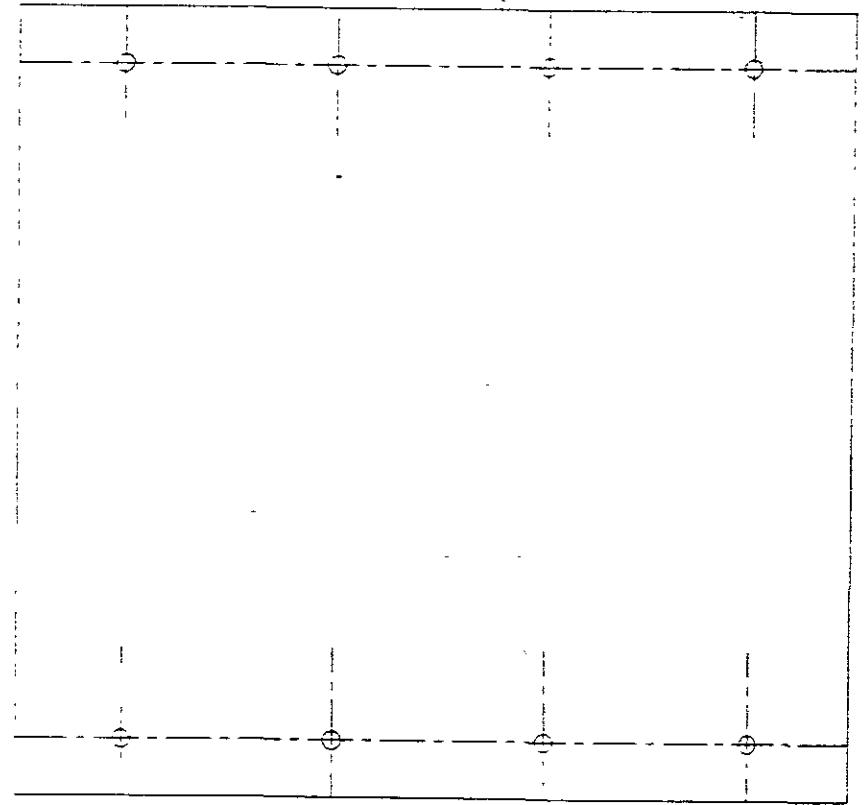


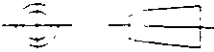
Acot: mm	Andrés Sobrevilla del valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
 	Figura 4 22. Arreglo definitivo del
A3	sistema de extracción

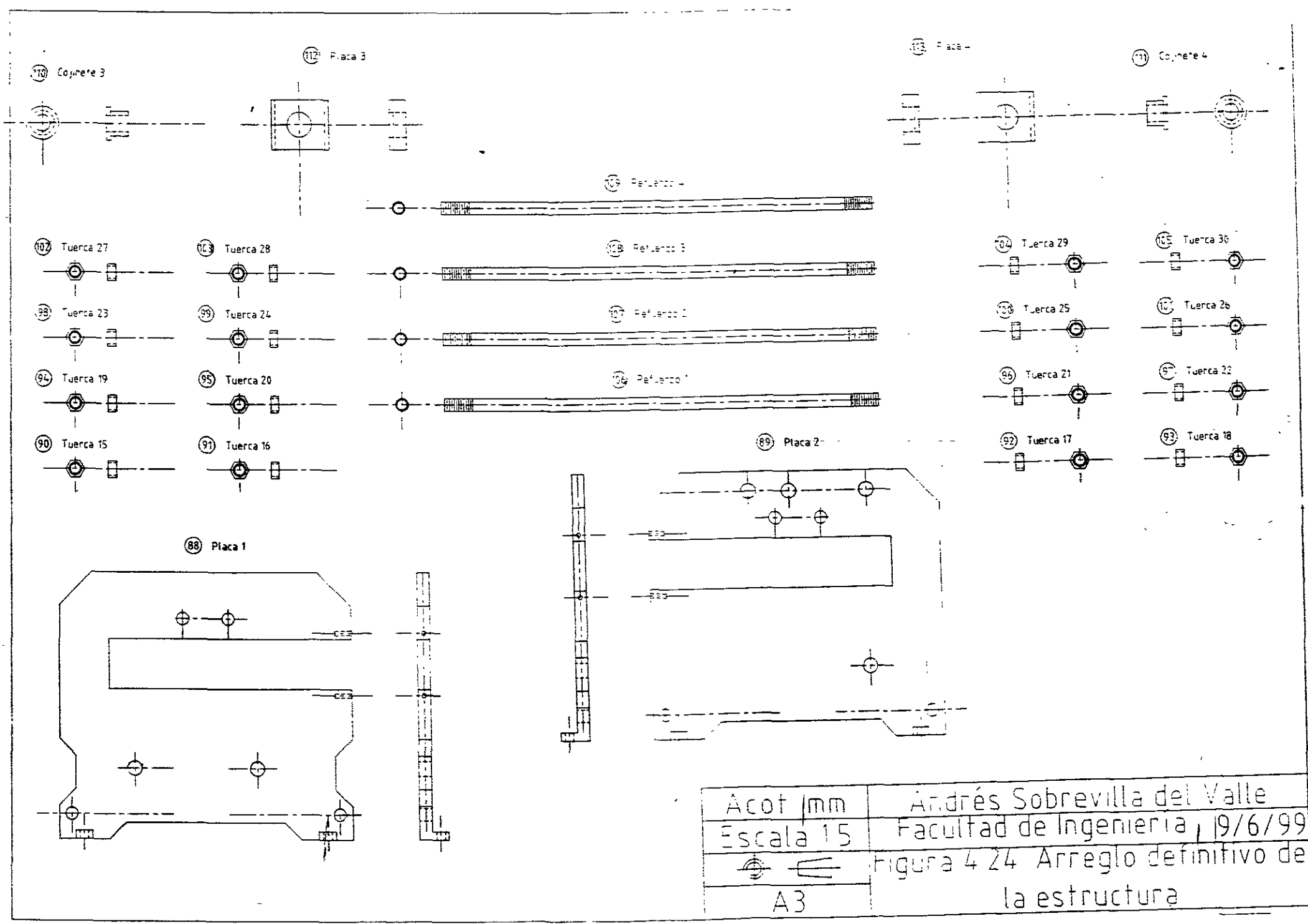
36 Cubierta

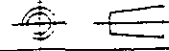


37 Cubierta

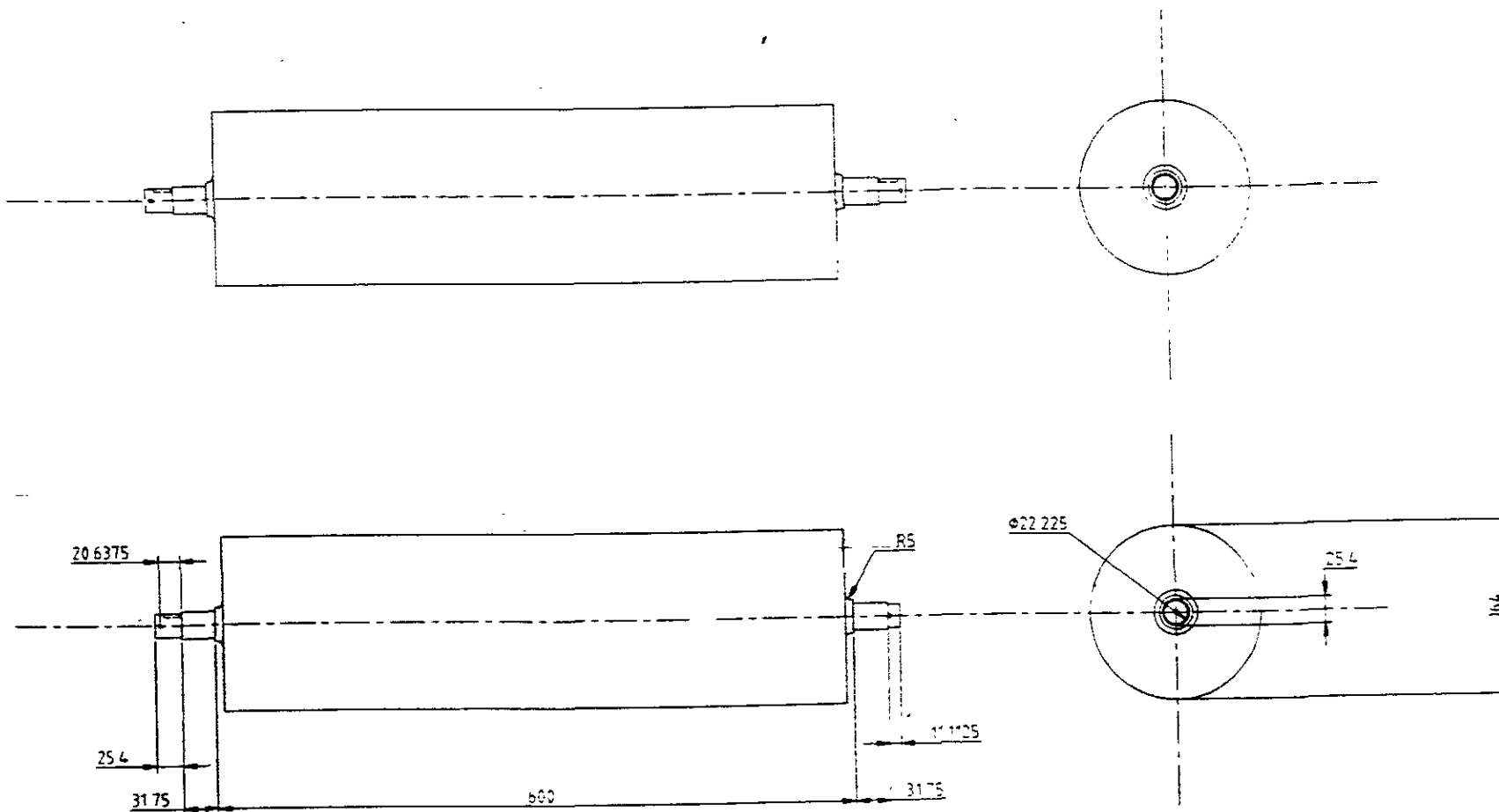


Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 15	Facultad de Ingeniería 9/6/
	Figura 4.23 Arreglo definitivo
43	las cubiertas



Acot /mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 15	Facultad de Ingeniería, 19/6/99
	Figura 4 24 Arreglo definitivo de la estructura
A3	

Anexo A.2. Figuras 4.27 a 4.32. Planos del dimensionamiento completo de los sistemas

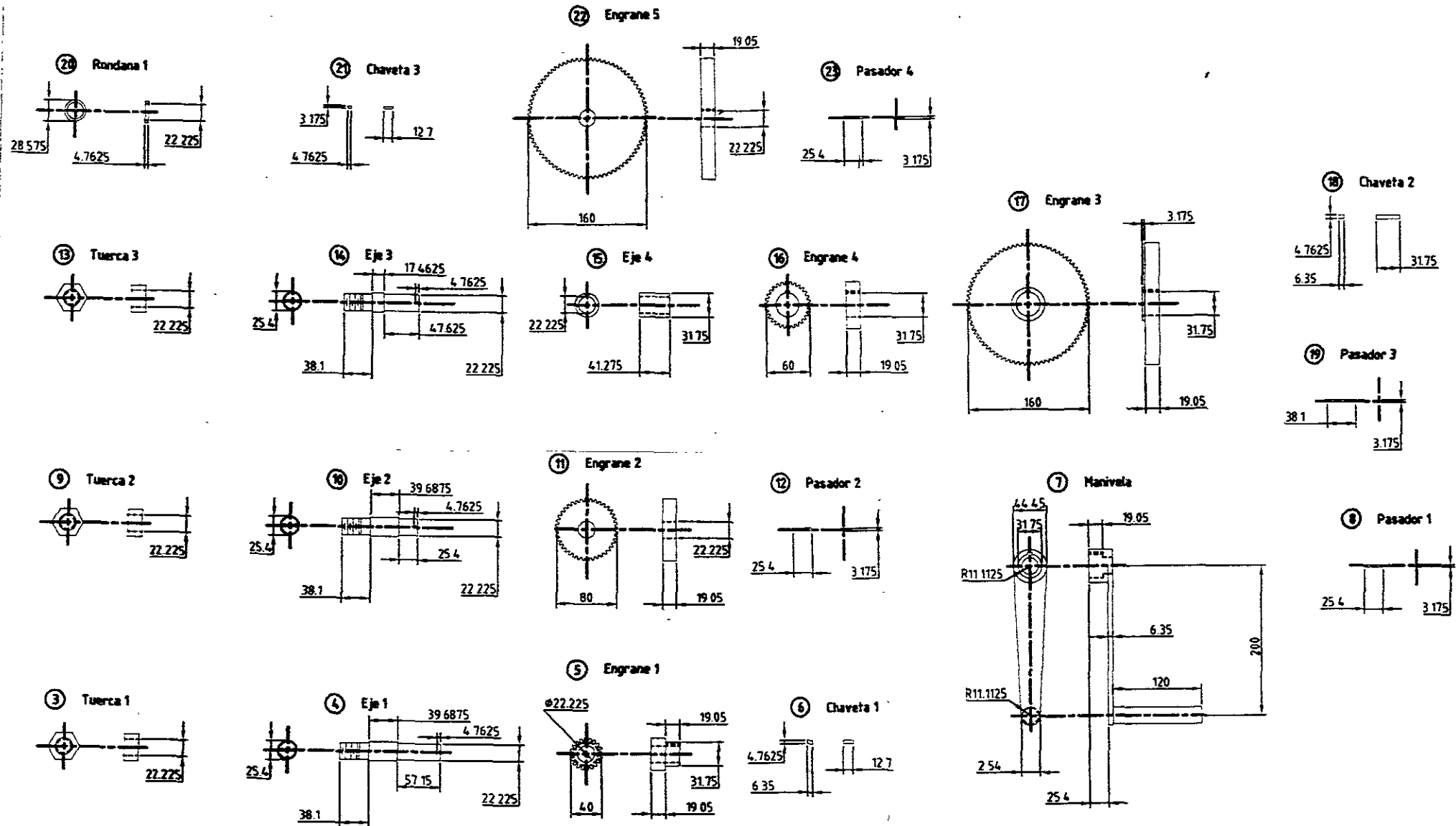


1 Rodillo fijo

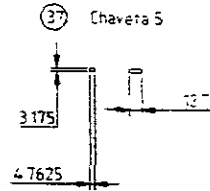
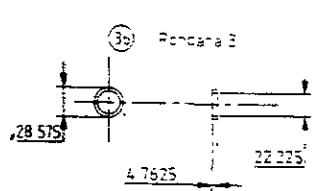
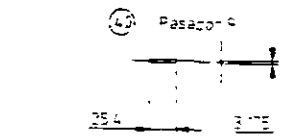
2 Rodillo móvil

Aco mm	
Escala 15	
A3	

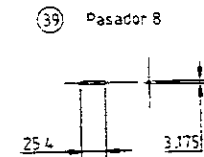
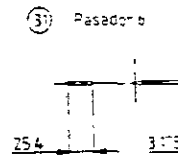
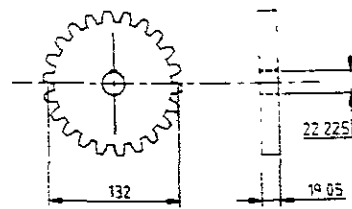
Andrés Sobrevilla del Valle
 Facultad de Ingeniería 9/6/9
 Fig 4 27 Dimensionamiento del
 sistema de laminacion



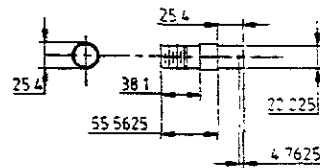
Acot mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de ingeniería 19/6/99
	Figura 4.28 (a) Dimensionamiento completo del sist de trans (1)
A3	



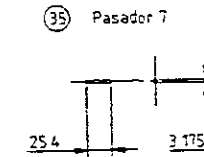
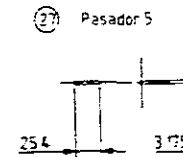
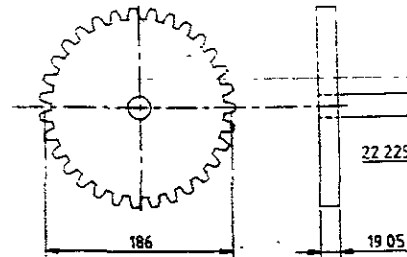
36 Engrane 6



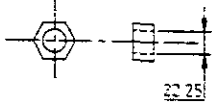
33 Eje 6



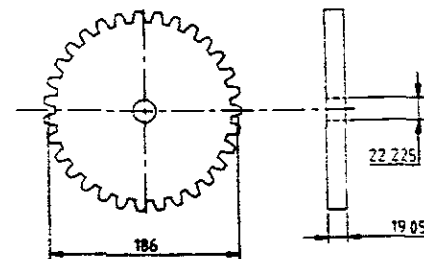
34 Engrane 8



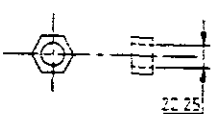
32 Tuerca 5



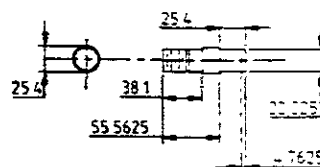
30 Engrane 7



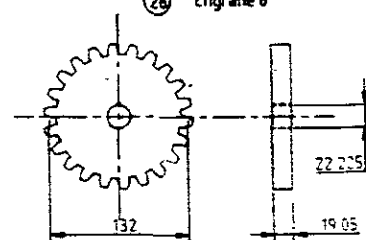
28 Tuerca 4



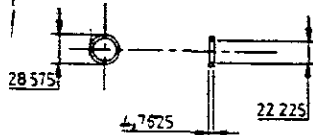
29 Eje 5



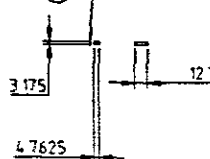
26 Engrane 6



24 Rondana 2

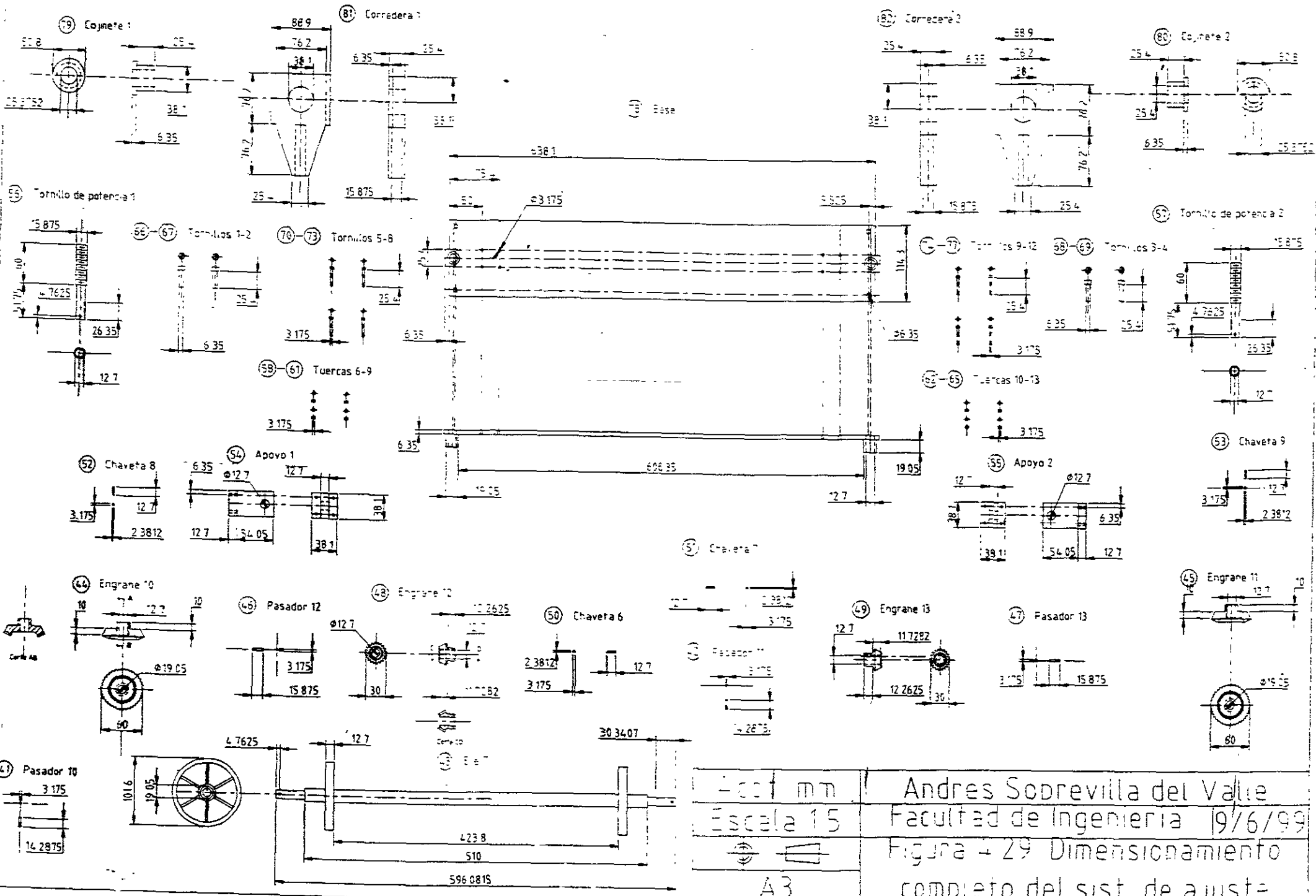


25 Chaveta 4



Acot: mm
Escala 15
A3

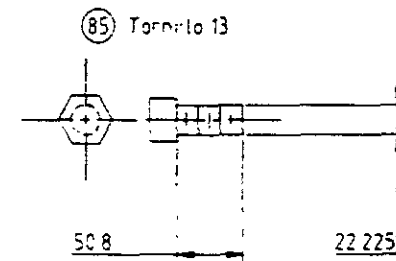
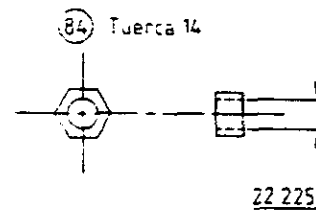
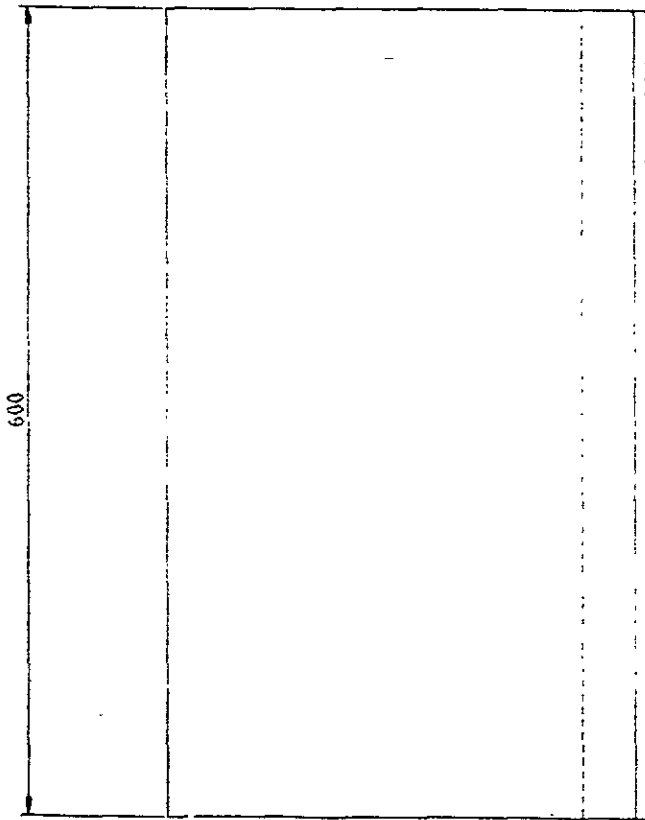
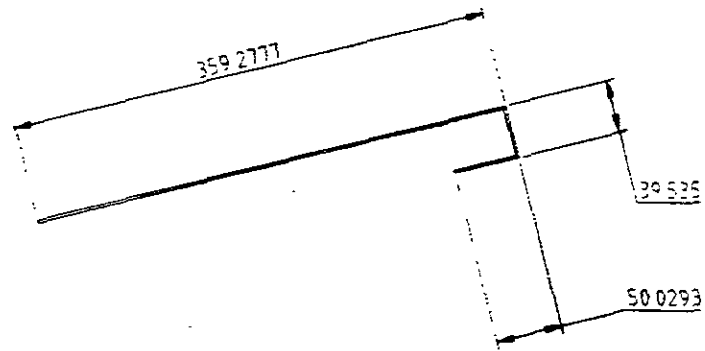
Andres Sobrevilla del Valle
Facultad de Ingenieria 19/6/99
Figura 4 28 (b) Dimensionamiento completo del sist de trans (2)

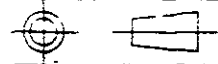


- Escala 15
 A3

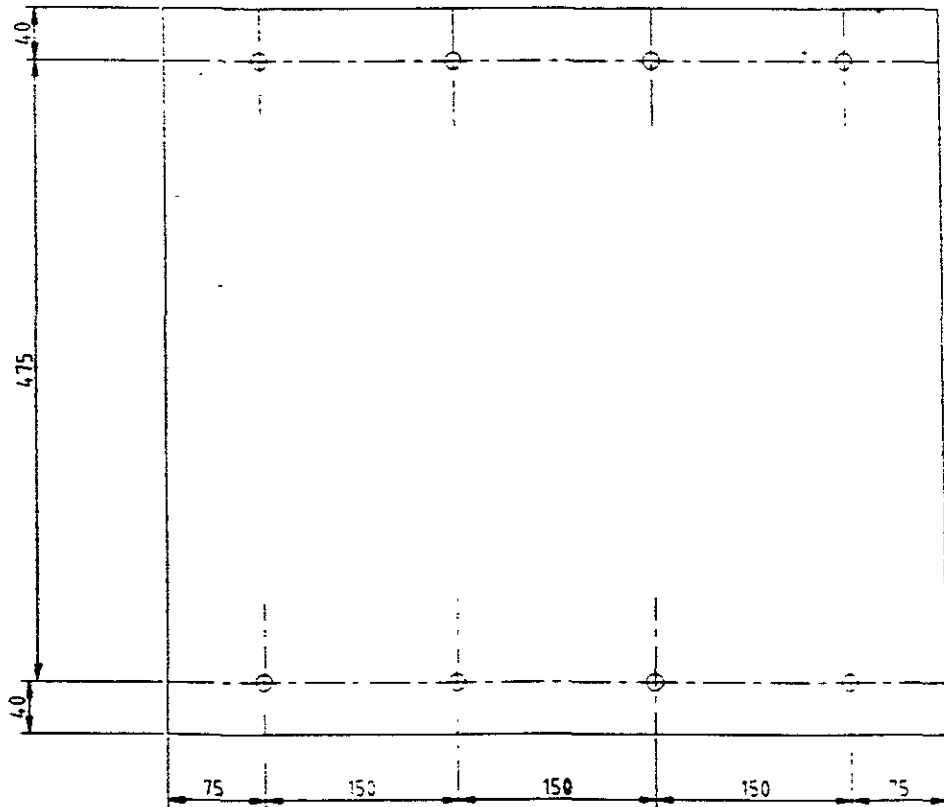
Andres Sobrevilla del Valle
 Facultad de Ingenieria 19/6/99
 Figura 4-29 Dimensionamiento completo del sist de ajuste

(83) Lámina

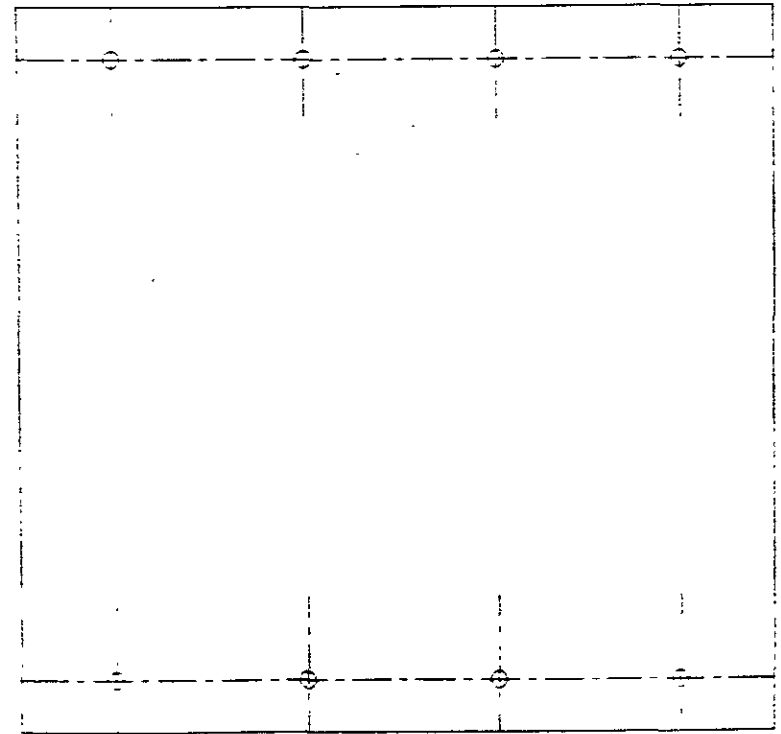



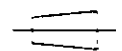
Acot: mm	Andres Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingenieria 9/6 99
	Figura 4.30 Dimensionamiento
A3	completo del sist de extraccion

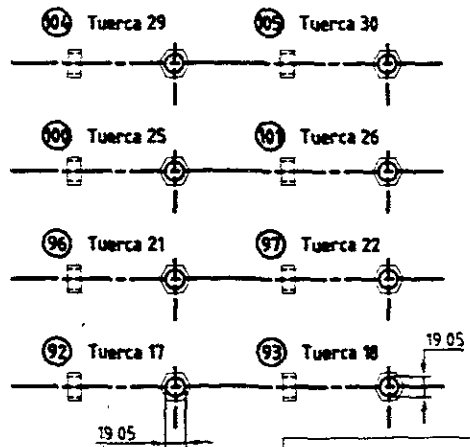
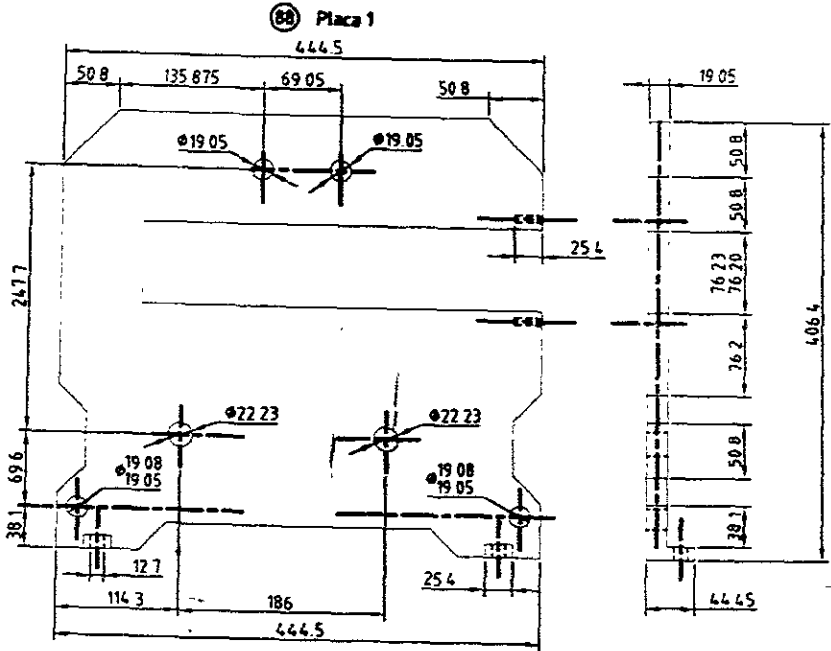
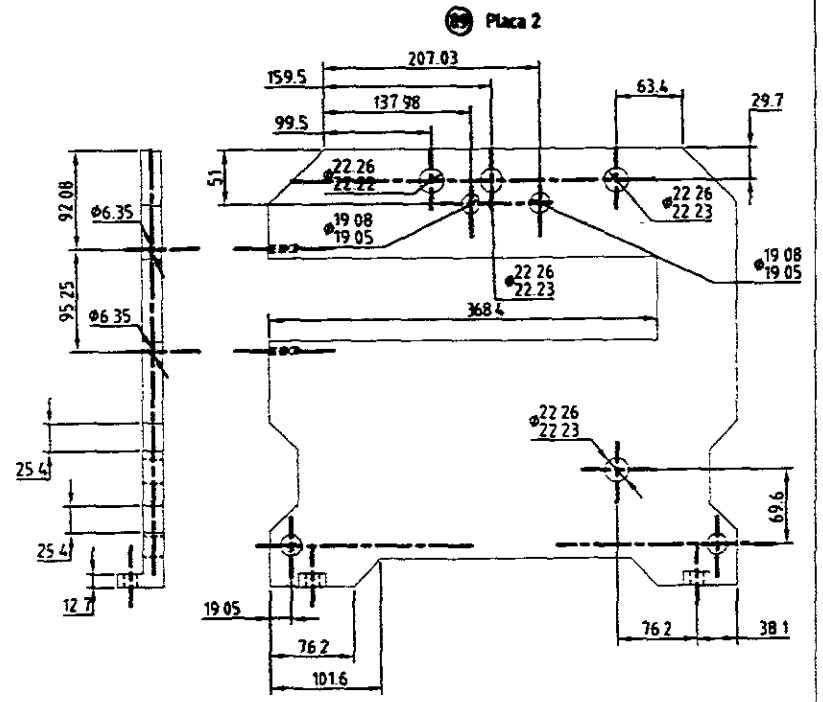
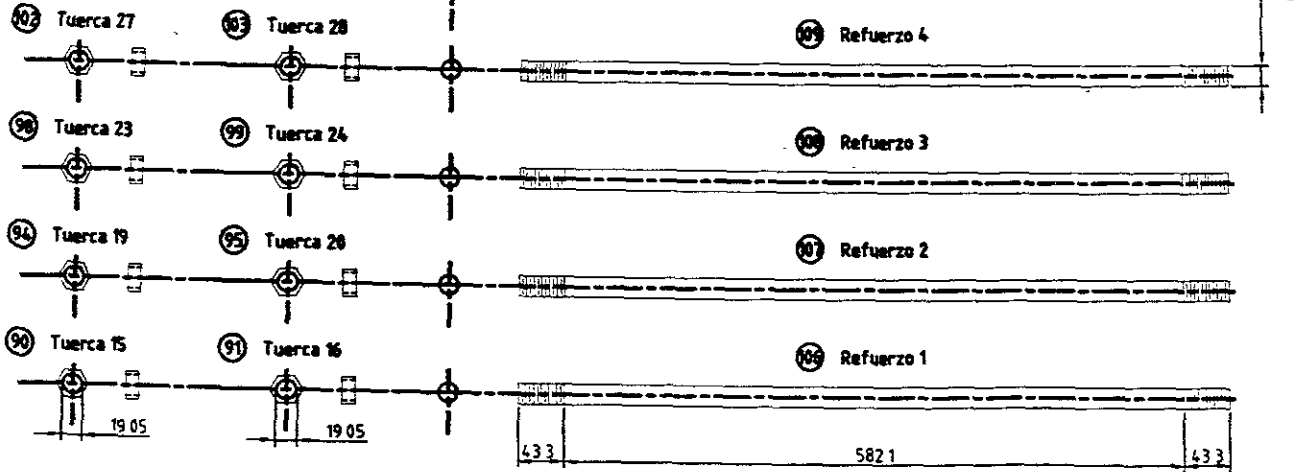
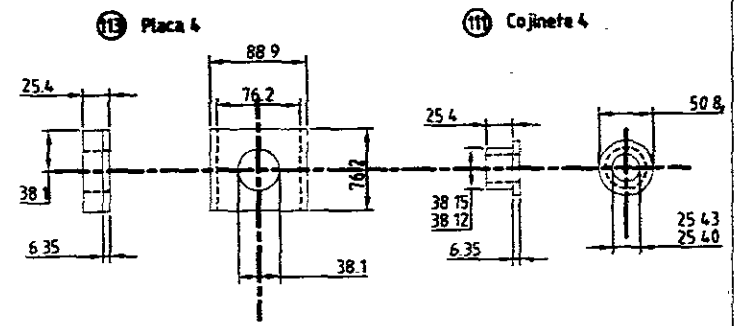
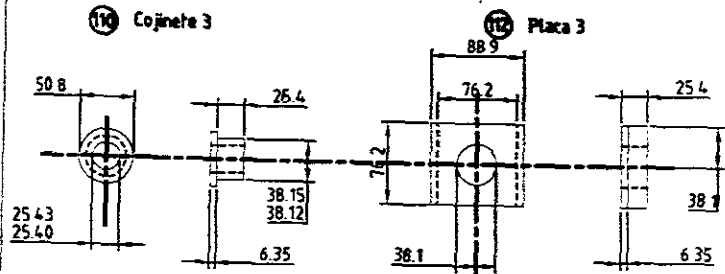
(86) Cubierta 1



(86) Cubierta 2

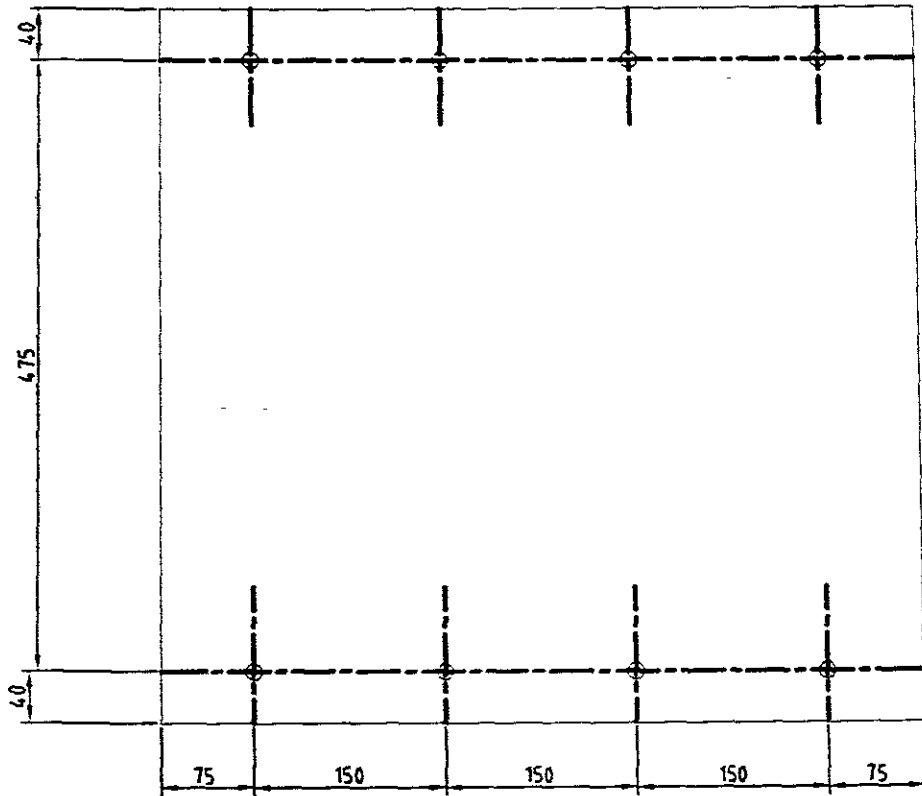


Acot: mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/9
 	Figura 4-31 Dimensionamiento completo de las cubiertas
A3	

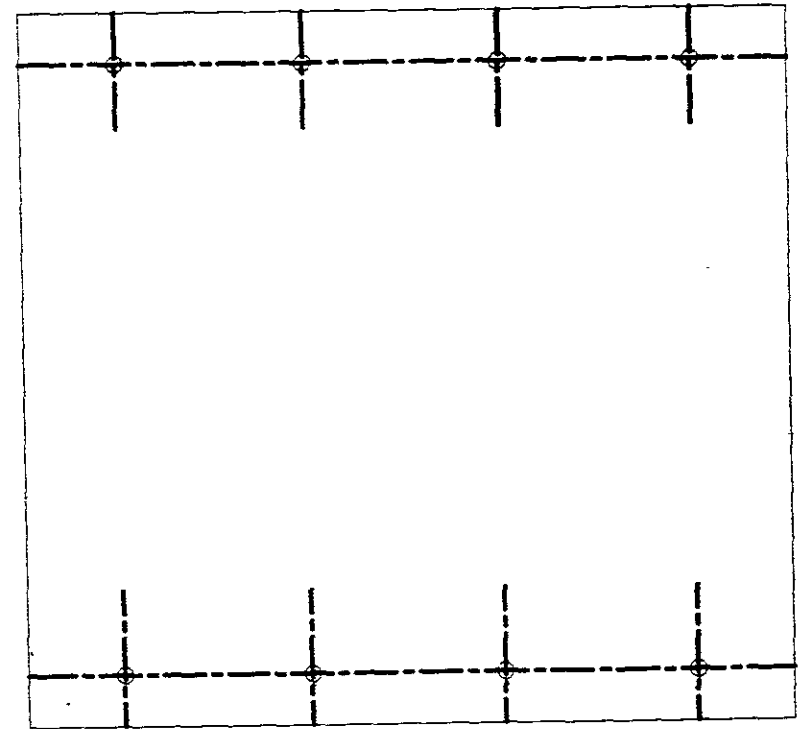


Tot no especificadas ± 0.025	
Acot mm	
Escala 1:5	
A3	
Andrés Sobrevilla del Valle	Facultad de ingeniería 9/6/99
Figura 4 38 Partes, dimensiones y tolerancias de la estructura	

86 Cubierta 1

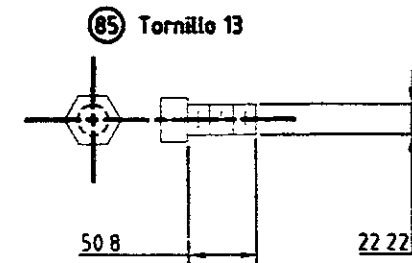
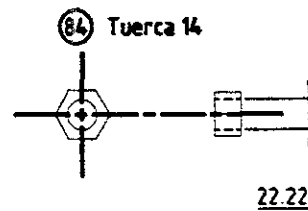
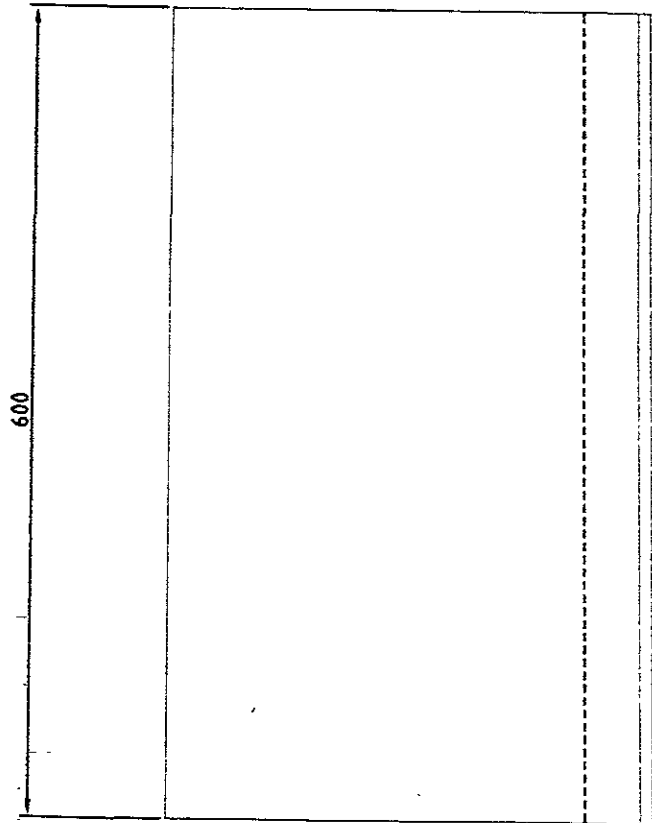
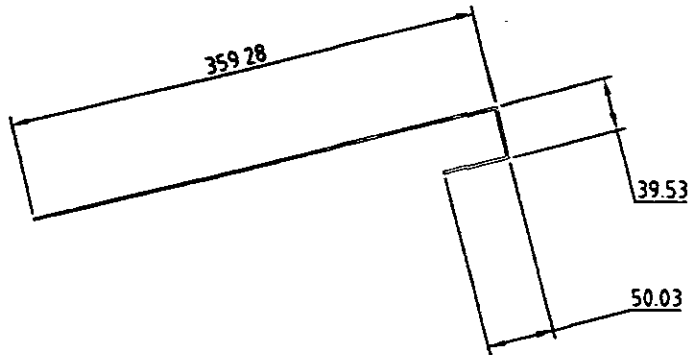


87 Cubierta 2

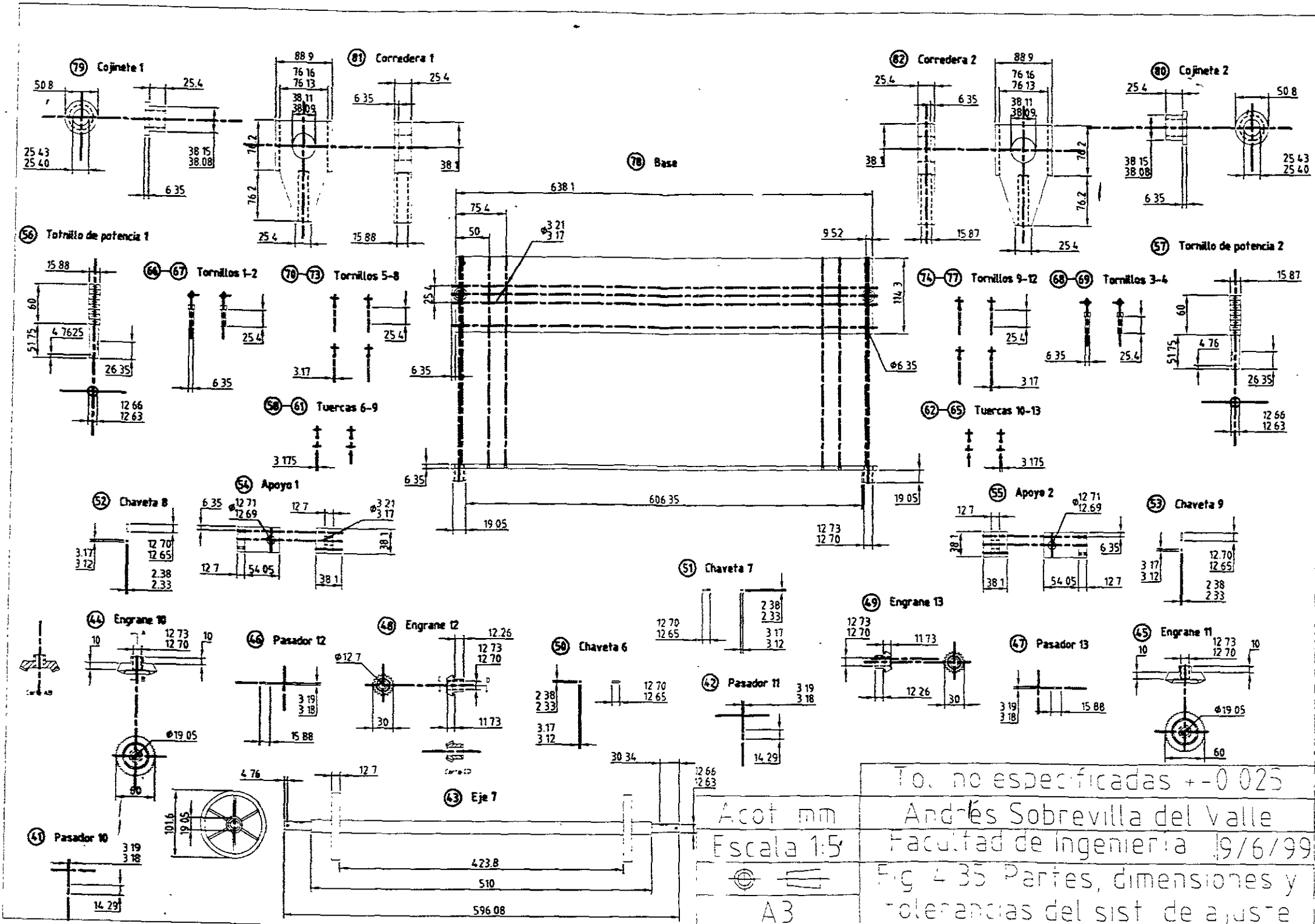


	Tot no especificadas ± 0.025	
Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle	
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería	9/6/99
	Fig 4.37 Partes dimensiones y tolerancias de las cubiertas	
A3		

83 Lámina



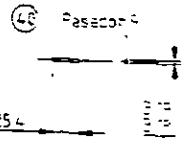
	Tol no especificadas ± 0.025	
Acot: mm	Andrés Sobrevilla del Valle	
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería	9/6/99
	Fig 4.36. Partes, dimensiones y tolerancias del sist de extracc	
A3		



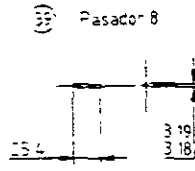
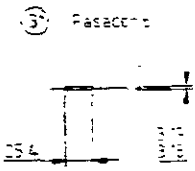
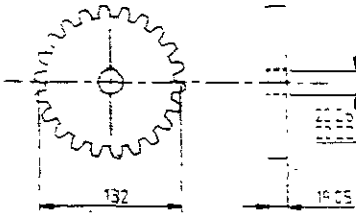
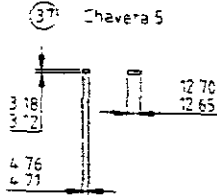
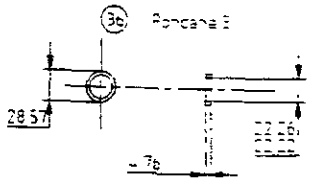
Tol. no especificadas ± 0.025
 Andrés Sobrevilla del Valle
 Facultad de Ingeniería 19/6/99
 Fig. 4.35 Partes, dimensiones y tolerancias del sist. de ajuste

Acot. mm
 Escala 1:5

 A3

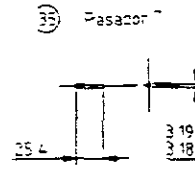
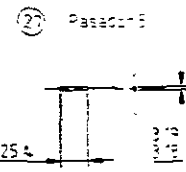
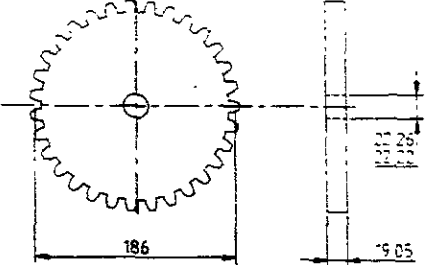
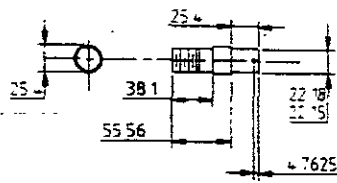
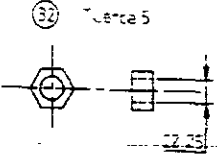


38 Engrane 9

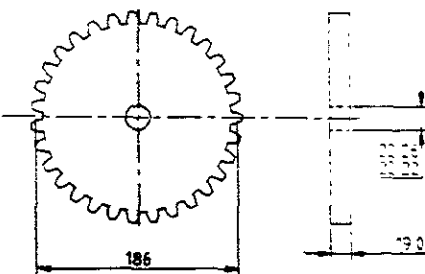
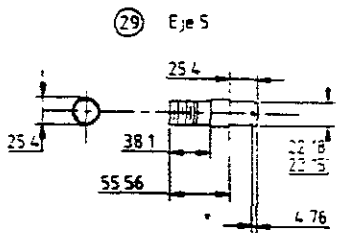
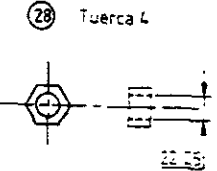


33 Eje 6

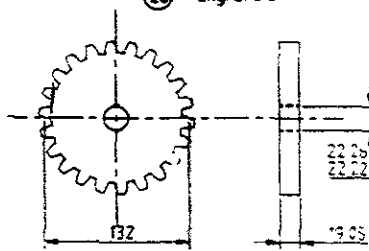
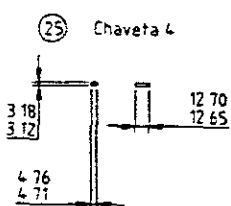
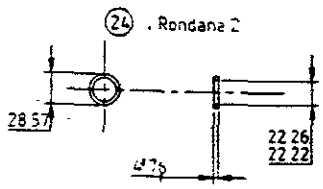
39 Engrane 8



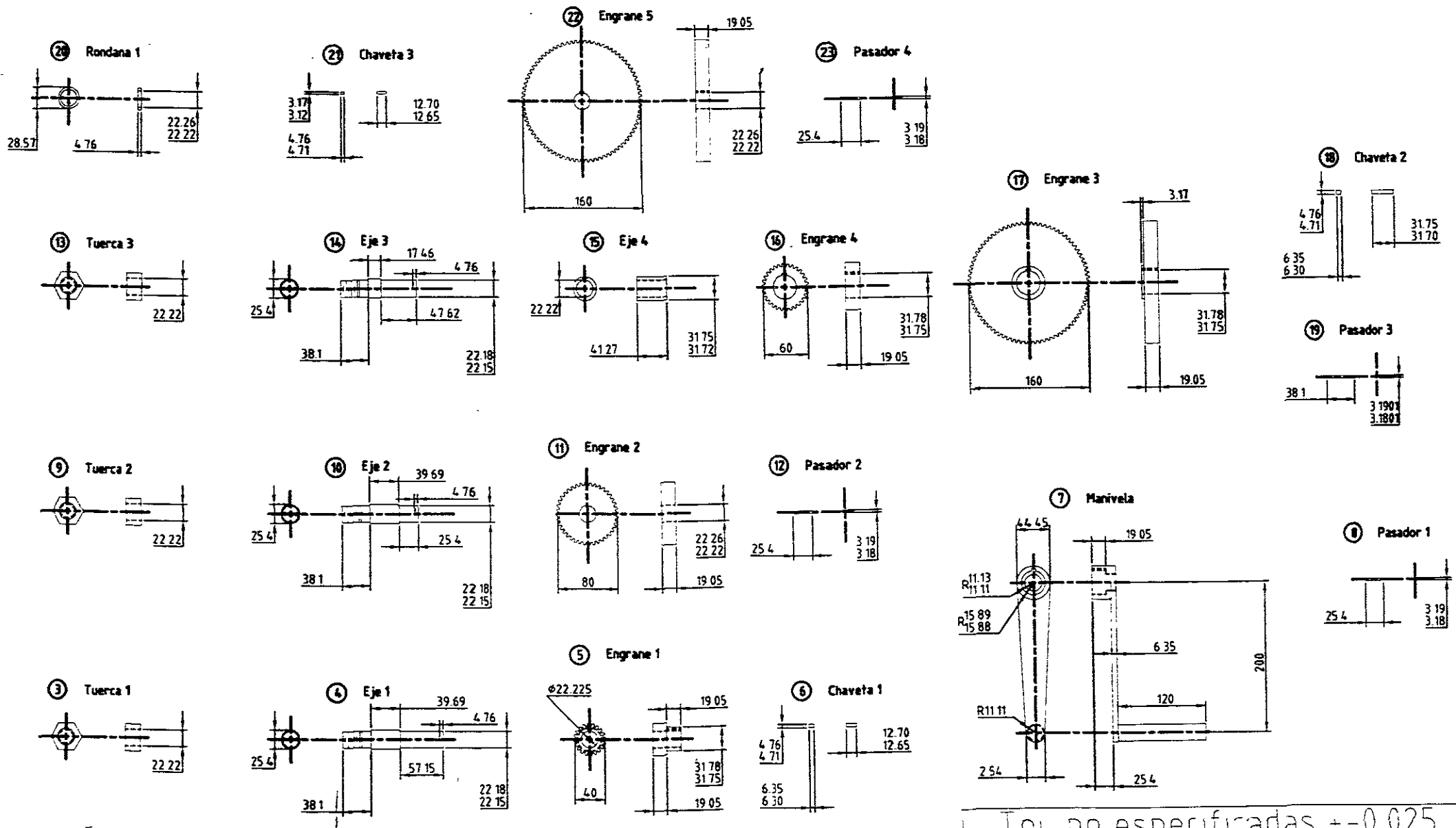
30 Engrane 7



26 Engrane 6

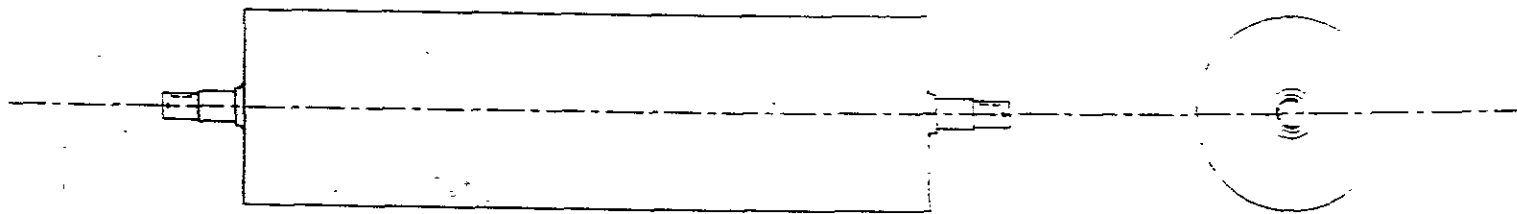


Tol: no especificadas ± 0.025
Acot mm
Escala 1:5
A3
Andrés Sobrevilla del Valle
Facultad de Ingeniería 19/6/99
Fig 4.3 - 51 Partes dimensiones y tolerancias del sist de trans (2)

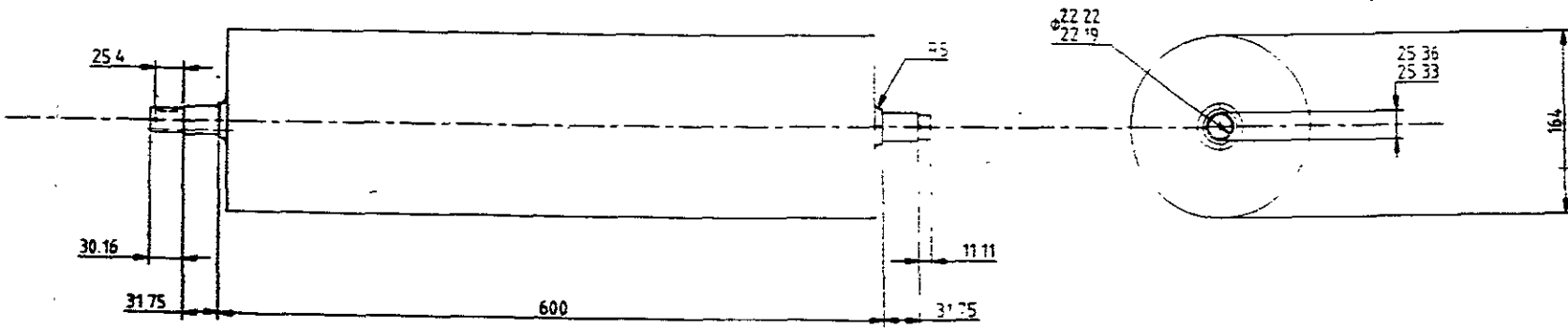


Tol no especificadas ± 0.025



Acot mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1.5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
	Fig 4.34 (a) Partes, dimensiones y tolerancias del sist de trans (1)
A3	

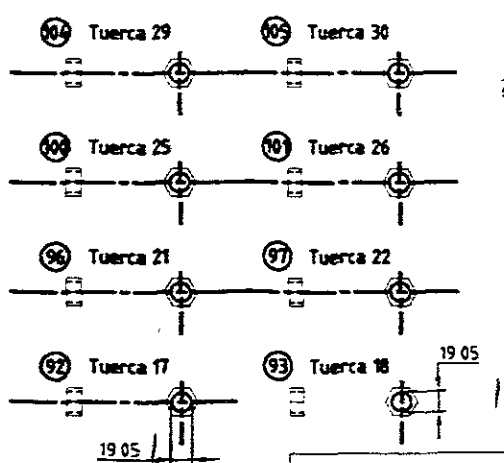
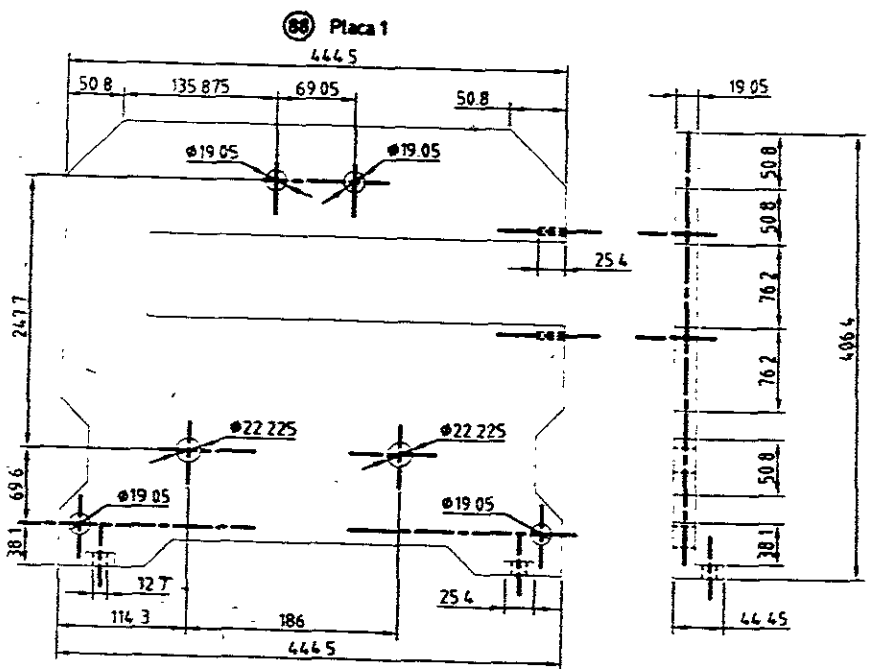
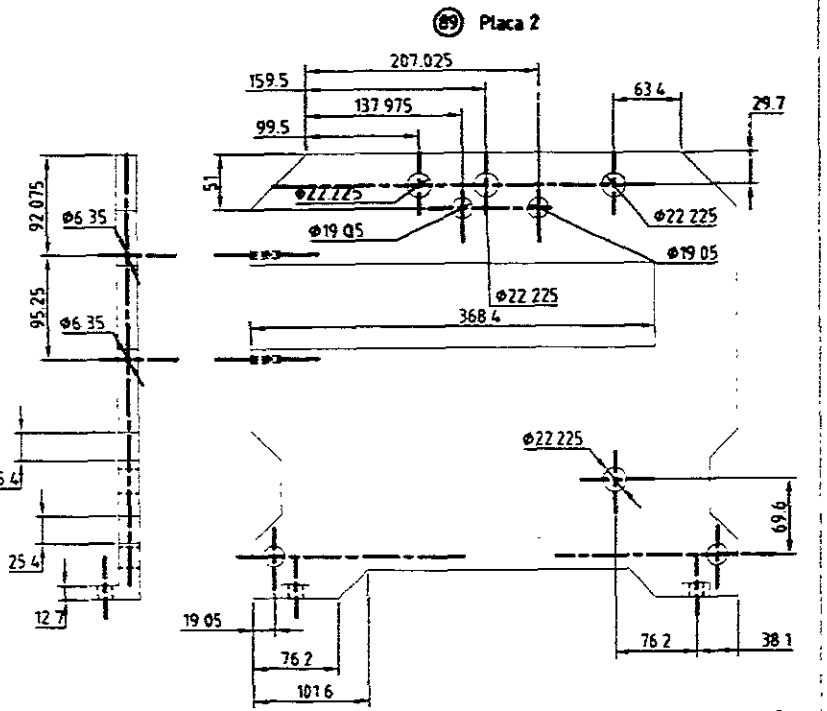
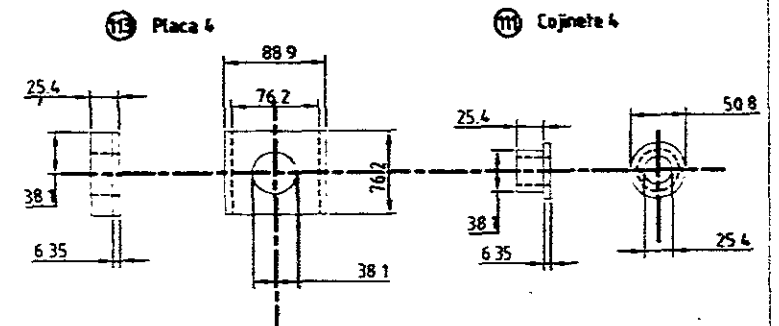
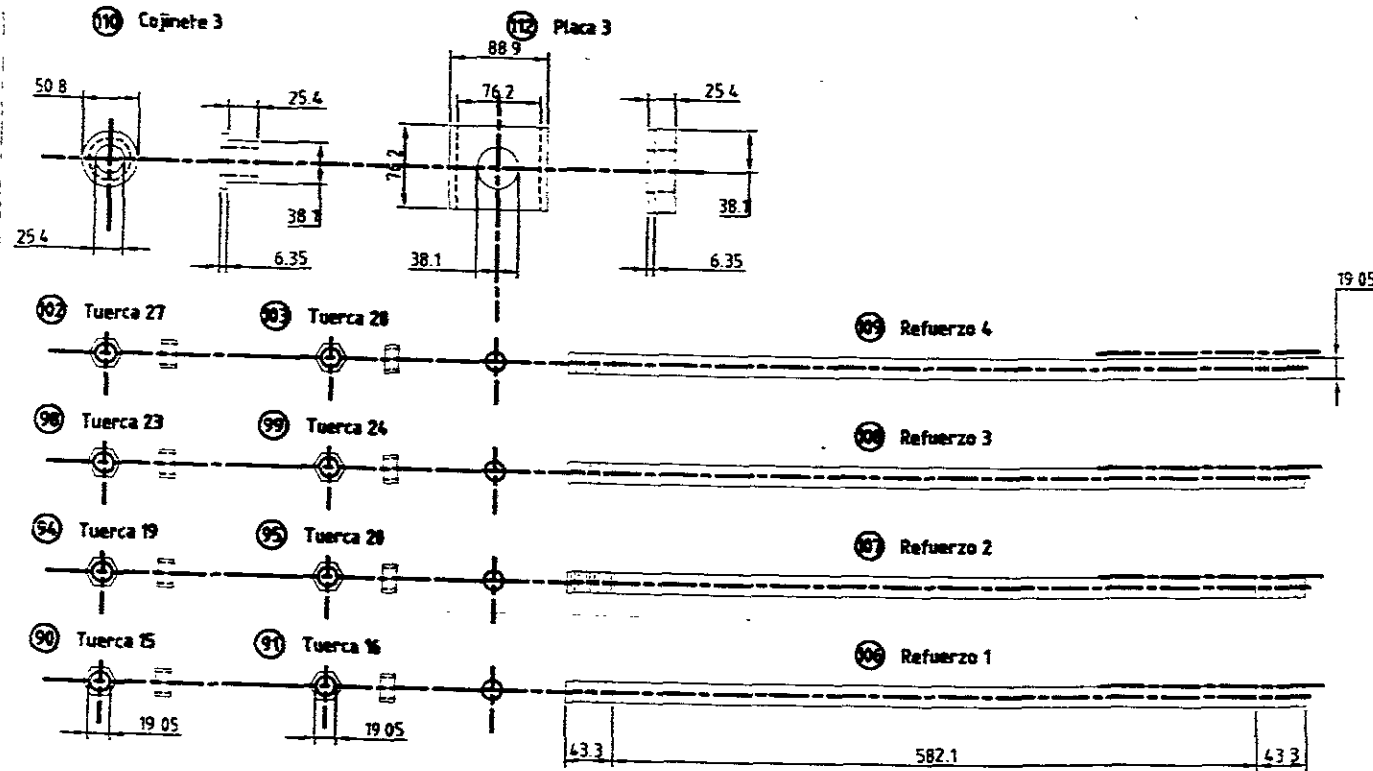


1 Redillo fijo



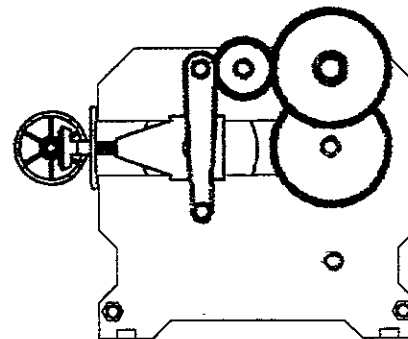
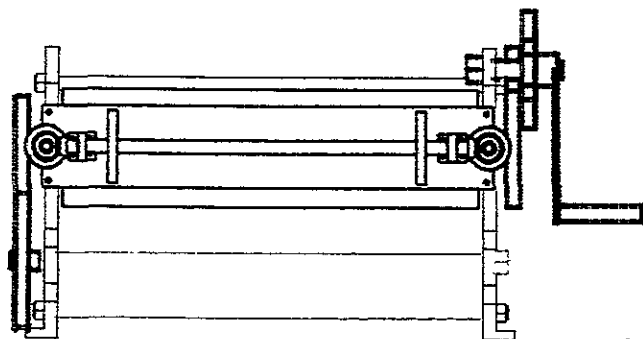
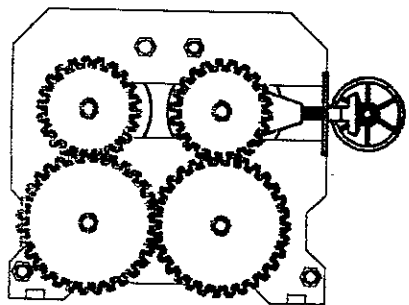
2 Redillo móvil

	Tol. no especificadas ± 0.025
Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
 	Fig 4.33 Partes, dimensiones y tolerancias del sist. de laminación
± 3	



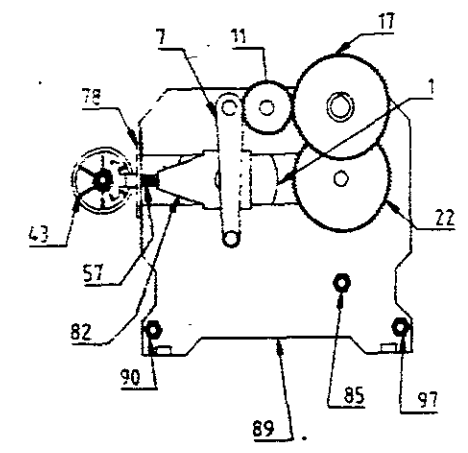
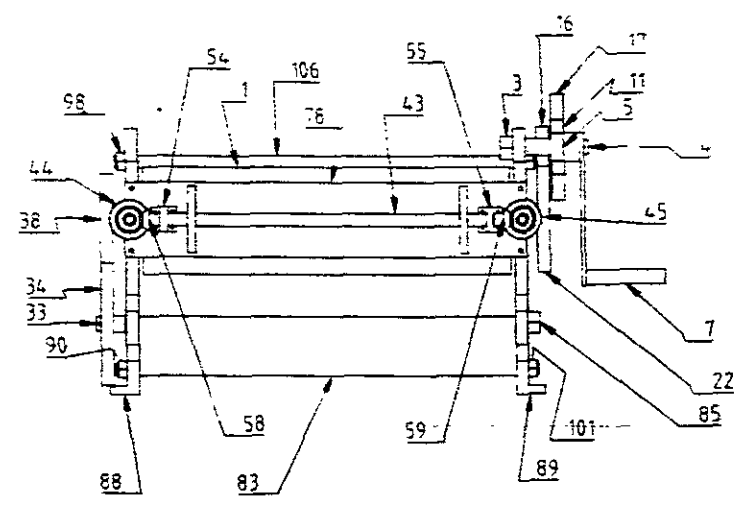
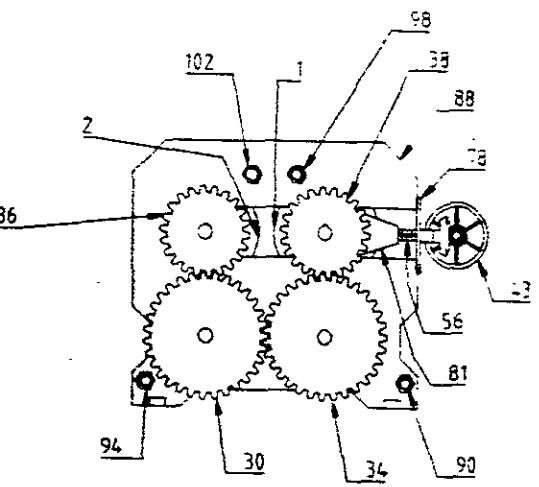
Acot. mm | Anclés Sobre: la del Valle
 Escala 1:5 | Facultad de Ingeniería 19/6/99
 Figura 4-32 Dimensionamiento completo de la estructura
 A3



Anexo A.4. Planos de conjunto



- Sistema de laminación
- ▨ Sistema de transmisión
- Sistema de ajuste
- Sistema de extracción
- Estructura

Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
⊕ ⊔	Figura 4.39. Plano de conjunto
A3	(sistemas)



Acot. mm	Andrés Sobrevilla del Valle
Escala 1:5	Facultad de Ingeniería 9/6/99
 	Figura 4.40 Plano de conjunto
A3	(piezas)

Anexo B. Tablas

Sistema	Piezas No.	Nombre	Material	Procesos de manufactura	Tolerancias	Propiedades de la superficie
Laminación	1, 2	Rodillo fijo y rodillo móvil	Acero	Fresado, torneado, pulido, barrenado y soldadura	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 (ajuste libre o semilibre) en los diámetros de los apoyos, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	3, 9, 11, 28, 32	Tuercas del 1 a la 4	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
Transmisión	4, 10, 14, 15, 29, 31	Ejes del 1 al 6	Acero	Torneado, barrenado, fresado	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 en las regiones donde giran los engranes u otros ejes, correspondientes al tipo FN 1 (Ajustes semiprietos) en las zonas de contacto con los pasadores, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	5, 11, 16, 17, 22, 26, 30, 34, 38	Engranes del 1 al 9	Acero	Ninguno	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 en los diámetros de los barrenos que girarán sobre los ejes, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	6, 18, 21, 25, 37	Chavetas de la 1 a la 5	Acero	Fresado	Correspondientes a sus dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	7	Manivela	Acero	Fresado, torneado, barrenado y soldadura	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 en el diámetro que hará contacto con el eje, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	8, 12, 19, 23, 27, 33, 35, 39, 40	Pasadores del 1 al 9	Acero	Torneado	Correspondientes a un ajuste tipo FN 1	Correspondientes a los procesos de manufactura
	20, 24, 36	Rondanas de la 1 a la 5	Acero	Torneado	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 en los diámetros de los barrenos que girarán sobre los ejes, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	41, 42, 46, 47	Pasadores del 10 al 13	Acero	Torneado	Correspondientes a un ajuste tipo FN 1	Correspondientes a los procesos de manufactura
Ajuste	43	Eje 7	Acero	Torneado	Correspondientes a un ajuste RC 6 en las partes que harán contacto con los apoyos, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	44, 45, 48, 49	Engranes del 10 al 13	Acero	Ninguno	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 en los diámetros de los barrenos que girarán sobre los ejes, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	50, 51, 52, 53	Chavetas de la 6 a la 9	Acero	Fresado	Correspondientes a sus dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	54, 55	Apoyos 1 y 2	Acero	Fresado y barrenado	Correspondientes a un ajuste RC 6 en las partes que harán contacto con el eje, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	56, 57	Tornillos de potencia 1 y 2	Hierro	Torneado, resado y barrenado	Correspondientes a un ajuste RC 6 en las partes que harán contacto con la base, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65	Tuercas de la 6 a la 13	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
	66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77	Tornillos 1 al 12	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
	78	Bases	Acero	Corte, barrenado, torneado y soldadura	Correspondientes a un ajuste RC 6 en las partes que harán contacto con los tornillos de potencia, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	79, 80	Cojinetes 1 y 2	Bronce	Torneado	Correspondientes a un ajuste tipo FN 1 en el diámetro que se colocará en las correderas, correspondientes a un ajuste RC 6 en la zona que hará contacto con los rodillos, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	81, 82	Correderas 1 y 2	Hierro	Corte y fresado	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 las partes que harán contacto con las bases, de acuerdo a las establecidas para un ajuste FN 1 en el diámetro donde se colocará el cojinete correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	Extracción	83	Lámina	Aluminio	Doblado	Correspondientes al proceso de manufactura
84		Tuerca 14	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
85		Tornillo 13	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
Cubiertas	86, 87	Cubiertas 1 y 2	Plástico	Unión a presión de los botones	Correspondientes al proceso de manufactura	Correspondientes al proceso de manufactura
	88, 89, 112, 113	Placas de la 1 a la 4	Hierro	Corte y fresado	Correspondientes a un ajuste tipo RC 6 las partes que harán contacto con las correderas, correspondientes a las establecidas para un ajuste FN 1 en el diámetro donde se colocará el cojinete, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
Estructura	90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105	Tuercas de la 15 a la 22	Acero	Ninguno	Comerciales	Comerciales
	106, 107, 108, 109	Refuerzos del 1 al 4	Acero	Torneado	Correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura
	110, 111	Cojinetes 3 y 4	Bronce	Torneado	Correspondientes a un ajuste tipo FN 1 en el diámetro que se colocará en las correderas, correspondientes a un ajuste RC 6 en la zona que hará contacto con los rodillos, correspondientes a los procesos de manufactura en el resto de las dimensiones	Correspondientes a los procesos de manufactura

Tabla 4.1 Materiales y procesos de manufactura definitivos, tolerancias y propiedades de la superficie parciales

Número de la operación	Operación	Piezas a ensamblarse (nombre)	Piezas a ensamblarse (número)	Equipo necesario
1	Sujeción de los refuerzos a las placas con tuerca y contratuercas	Placas 1 y 2, refuerzos del 1 al 4 y tuercas de la 15 a la 30	88 a 109	Llave de tuercas
2	Colocación de los cojinetes en las placas y correderas	Placas 3 y 4, correderas 1 y 2 y cojinetes del 1 al 4	79 a 82 y 110 a 113	Prensa mecánica
3	Colocación de los cojinetes, placas y correderas en los extremos de los rodillos	Placas 3 y 4, correderas 1 y 2, cojinetes 1 al 4 y rodillos 1 y 2	1, 2, 79 a 82 y 110 a 113	Ninguno
4	Colocación de rondanas en los rodillos	Rondanas 1 a 3 y rodillo fijo y rodillo móvil	1, 2, 20, 24 y 36	Ninguno
5	Colocación de las chavetas en los rodillos	Chavetas 3 a 5 y rodillo fijo y rodillo móvil	1, 2, 21, 25 y 37	Ninguno
6	Colocación de los engranes en los rodillos y chavetas	Engranes 5, 6 y 9, rodillo fijo y rodillo móvil y chavetas 3 a 5	1, 2, 21, 22, 25, 26, 37 y 38	Ninguno
7	Colocación de los pasadores en los rodillos	Pasadores 4, 5, 8 y 9 y rodillo fijo y rodillo móvil	1, 2, 23, 27, 39 y 40	Ninguno
8	Soldadura de las placas del rodillo a las placas sujetas por los refuerzos	Placas 1 a 4	88, 89, 112 y 113	Equipo de soldadura
9	Sujeción de los ejes del sistema de transmisión a la estructura	Placas 1 y 2, ejes 1 a 3, 5 y 6 y tuercas 1 a 5	3, 4, 9, 10, 13, 28, 29, 32, 33, 88, 89	Llave de tuercas y pinzas
10	Colocación del eje de acoplamiento en un eje sujeto a la estructura	Ejes 3 y 4	14 y 15	Ninguno
11	Colocación de una chaveta en un eje	Eje 4 y chaveta 2	15 y 18	Ninguno
12	Colocación de los engranes en los ejes	Ejes 1 a 6 y engranes 1 a 4, 7 y 8	4, 5, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 29, 30, 33 y 34	Ninguno
13	Colocación de una chaveta en un engrane	Chaveta 1 y engrane 1	5 y 6	Ninguno
14	Colocación de la manivela en un engrane con una chaveta	Chaveta 1, engrane 1 y manivela	5, 6 y 7	Ninguno
15	Colocación de pasadores en los ejes	Pasadores 1 a 3, 6 y 7 y ejes 1 a 3, 5 y 6	4, 8, 10, 12, 14, 19, 29, 31, 33 y 35	Ninguno
16	Colocación de las correderas en las placas	Correderas 1 y 2 y placas 1 y 2	81, 82, 88 y 89	Ninguno
17	Colocación de los tornillos de potencia en las correderas	Correderas 1 y 2 y tornillos de potencia 1 y 2	56, 57, 81 y 82	Ninguno
18	Sujeción de la base a las placas	Base, placas 1 y 2 y tornillos 1, 2, 3 y 4	66 a 69, 78, 88 y 89	Llave de tuercas
19	Colocación de las chavetas en los tornillos de potencia	Tornillos de potencia 1 y 2 y chavetas 8 y 9	52, 53, 56 y 57	Ninguno
20	Colocación de engranes cóncavos en los tornillos de potencia	Tornillos de potencia 1 y 2 y engranes 10 y 11	44, 45, 56 y 57	Ninguno
21	Colocación de pasadores en los tornillos de potencia	Tornillos de potencia 1 y 2 y pasadores 12 y 13	46, 47, 56 y 57	Ninguno
22	Colocación de eje en los apoyos	Eje 7 y apoyos 1 y 2	43, 54 y 55	Llave de tuercas y pinzas
23	Colocación de chavetas en eje	Eje 7 y chavetas 6 y 7	43, 50 y 51	Ninguno
24	Colocación de engranes cóncavos en eje	Eje 7 y engranes 12 y 13	43, 48 y 49	Ninguno
25	Colocación de pasadores en eje	Eje 7 y pasadores 10 y 11	41, 42 y 43	Ninguno
26	Sujeción de los apoyos a la base	Apoyos 1 y 2, base, tornillos del 5 al 12 y tuercas de la 6 a la 13	54, 55, 58 a 65 y 70 a 77	Llave de tuercas y pinzas
27	Sujeción de la charola de extracción	Lamina, tuerca 14 y tornillo 13	83, 84 y 85	Llave de tuercas y pinzas
28	Colocación de las cubiertas	Cubiertas 1 y 2 y rodillo fijo y rodillo móvil	1, 2, 86 y 87	Ninguno

Tabla 4.3 Procesos y estados de ensamble

Anexo C. Norma "DGN. T-7-1977"

6.42. Vejigas ("Blisters").- Sacos, bolsas, cavidades o depresiones sobre o dentro de las hojas de hule, resultantes de la descomposición y formación de gas durante su procesado. Las superficies internas de las vejigas son frecuentemente pegajosas.

7. CLASIFICACION Y DESIGNACION

7.1. Atendiendo a los sistemas empleados internacionalmente para determinar su calidad, para fines de esta Norma, los hules naturales se clasifican en dos grupos: El grupo 1 que comprende 4 tipos y 10 grados de calidad y el grupo 2 que comprende un solo tipo y cuatro grados de calidad, tomados de la clasificación general que se da en el apéndice A de la presente Norma y que se describen a continuación:

Grupo 1.- Tipos y Grados Estandar Internacionales (Hojas Ahumadas Grabadas y Crepés), cuya calidad se determina por comparación visual contra copias de las Muestras Oficiales Internacionales.

Grupo 2.- Tipo y Grados de Miga o Granulado, cuya calidad se determina por análisis físicos y químicos contra especificaciones técnicas.

7.2. Clasificación de los Tipos y Grados del Grupo 1.

Se clasifican en 4 Tipos y 10 grados de calidad siguientes:

TIPOS	GRADO (S) DE CALIDAD NUMEROS.
Hojas Ahumadas Grabadas (RSS) (Ribbed Smoked Sheet(s))	1, 2, 3 y 4
Crepés Pálidos Gruesos y Delgados (White and Pale Crepes)	2 y 3
Crepés Cafés de Plantación (Estate Brown Crepes)	2X y 3X
Hules Crepé con Corteza (Flat Bark Crepes)	Estandar y Duro

7.3. Clasificación del Tipo y Grados del Grupo 2.

Se clasifican en 1 Tipo y 4 grados de calidad.

Este tipo fué designado inicialmente por las siglas "SMR" (Standard Malaysian Rubber), por haberse iniciado su producción en Malasia. En la actualidad, la letra "M" se sustituye por letras tales como "I", o "S", para designar los producidos por Indonesia y Singapur, respectivamente.

Para fines de esta Norma, se asignan las siglas "HEM" (Hule Estandar Mexicano) a los hules de Miga de calidad controlada, producidos en la República Mexicana, que satisfagan las características establecidas por la presente norma y determinadas con los procedimientos fijados en la misma. equivalentes a las correspondientes -

para los hules SMR y similares.

Para este tipo de hule se establecen los 4 grados de calidad que se designan con los sufijos: 5, 10, 20 y 50 expresados a continuación de las siglas con que se reconoce el tipo.

El grado 5 sólo debe aplicarse a hules látex.

8. ESPECIFICACIONES

8.1. Las especificaciones para los hules del grupo 1 se establecen por medio de las descripciones especificadas, para cada grado de cada tipo, siguientes:

Descripción de los tipos y grados de los hules naturales del grupo 1.

Las prohibiciones generales siguientes deben aplicarse a los 4 tipos y 10 grados descritos abajo:

a).- No son aceptables los hules húmedos que, en el momento de ser inspeccionados por el comprador, presenten cualquiera de los siguientes defectos: blanquzco, semicurado, virgen o los hules que no aparezcan completamente secos por apreciación visual.

b).- El hule de espuma o nata obtenido de látex espumado, no debe emplearse parcial o totalmente en la producción de cualquiera de los 4 tipos y 10 grados de este grupo. No deben usarse tampoco para los parches marcadores de hule, requeridos por las especificaciones de empaque de esta Norma.

8.1.1. LAMINAS AHUMADAS GRABADAS

En la preparación de todos los grados de este tipo, debe emplearse exclusivamente hule látex, laminándolo inmediatamente después de su coagulación. Las láminas deben estar bien secas y ahumadas; no se permite emplear pedacería, recortería, otros desperdicios de hule, ni hojas espumosas, débiles, calentadas, quemadas, secas al aire o lisas.

8.1.1.1. GRADO RSS N° 1.

Las láminas que integren cada una de las pacas, deben ser de hule seco, limpio, fuerte, sano, uniformemente ahumado.

El moho seco se aceptará si se presenta en trazas muy ligeras sobre la envoltura o las superficies de la paca adyacentes a la envoltura, así como burbujas muy pequeñas (cabeza de alfiler) si están esparcidas y pequeños puntos de corteza que permite el muestrario Oficial.

No son aceptadas láminas con puntos o franjas de oxidación, débiles, calentadas, semicuradas, sobre ahumadas, pacas o quemadas, o que presenten tachas, corteza, materia resinosa (herrumbré), vejigas, arena, contaminadas con empaque o cualquier otra materia extraña y moho si están en el interior de la paca en el momento de la entrega.

8.1.1.2. Grado RSS N° 2.

El hule de las láminas debe estar seco, limpio, firme y sano. Se aceptarán láminas con ligeras cantidades de materia resinosa (herrumbre) y moho seco sobre las envolturas y superficie de las pacas adyacentes a la envoltura, también se aceptarán pequeñas burbujas y briznas de corteza si están esparcidas.

No se aceptan láminas con puntos o franjas de oxidación, débiles, calentadas, semicuradas, sobre ahumadas, opacas o quemadas, con tachas, vejigas, arena, contaminación con empaque y toda materia extraña que no sea las que aquí se especifica.

El moho seco y la herrumbre en láminas del interior de las pacas serán motivo de rechazo de éstas, cuando estén presentes en mayor grado o en más del 5% de las pacas muestreadas.

8.1.1.3. Grado RSS N° 3.

El hule debe ser seco y fuerte. No será motivo de rechazo el moho seco y herrumbre sobre la envoltura y superficie de la paca adyacente a la envoltura, ni por defectos insignificantes en color, por pequeñas vejigas y pequeñas partículas de corteza dentro de los límites que aparecen en el Muestrario Oficial.

No se permiten láminas con puntos o franjas de oxidación, débiles, calentadas, semicuradas, sobre ahumadas, opacas o quemadas o que presenten tachas, vejigas, arena, contaminación con empaque y cualquier otra materia extraña que no sea las aquí permitidas para esta calidad.

El moho seco y la herrumbre en láminas del interior de las pacas serán motivo de rechazo de éstas cuando estén presentes en mayor grado o en más del 10% de las pacas muestreadas.

8.1.1.4. Grado RSS N° 4.

El hule debe ser seco y firme. Son aceptadas partículas de corteza de tamaño mediano, burbujas, manchas translúcidas, pegajosidad ligera y sobre ahumado ligero, en el límite que permite el Muestrario Oficial.

Se permiten ligeras cantidades de moho seco y herrumbre en la envoltura y paredes adyacentes de la paca a la envoltura.

No se permiten láminas con puntos o franjas de oxidación, débiles, calentadas, semicuradas, sobre ahumadas (en exceso al Muestrario Oficial), opacas o quemadas.

El moho seco y la herrumbre en láminas del interior de las pacas serán motivo de rechazo de éstas cuando estén presentes en mayor grado o en más del 20% de las pacas muestreadas.

[Handwritten signature and initials]

Anexo D

Visita a Tuxtepec, Oaxaca

Con el objetivo de definir la presión que se requiere para comprimir la lámina y, así, poder continuar con el desarrollo del proyecto en la etapa de “Diseño de detalle”, realicé una visita al ejido El Cedral, ubicado en el Municipio de Tuxtepec, Oaxaca. En ella, participé en el proceso de obtención de Hojas Ahumadas, platicué con los productores acerca de las ventajas y desventajas que tiene la máquina que están empleando y, por último, llevé a cabo un experimento constó de las siguientes actividades:

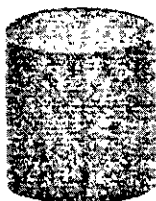
- Corté un pedazo de lámina de hule de superficie rectangular de 25 x 5 cm, antes de que fuera pasada entre los rodillos.



- Pesé un pedazo de madera de superficie rectangular de 25 x 5 cm.



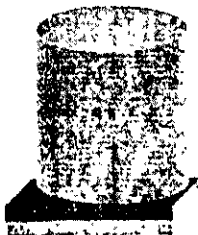
- Pesé una cubeta de 20 lt.



- Coloqué la madera sobre la lámina, empalmando sus superficies.



- Coloqué la cubeta sobre la madera



- Llené la cubeta con agua hasta que el espesor de la lámina disminuyera al que se indica como necesario dentro de las especificaciones.
- Calculé el volumen de agua que se había introducido a la cubeta (con base a su diámetro interior y a la altura a la que el líquido se encontraba)
- Calculé, bajo la consideración de que 1 lt. de agua corresponde a 1 Kg, la fuerza y la presión que habían sido requeridas para comprimir la lámina.
- Los resultados obtenidos son los siguientes:
- El volumen de agua depositado en la cubeta fue de 20 lt.
- La masa de agua depositada en la cubeta fue de 20 kg.
- La masa total que de los elementos que se colocaron sobre la lámina fue de 22 kg.
- La fuerza total que actuó para comprimir la lámina fue de 22 kg.
- El área de la superficie sobre la que actuó la fuerza fue de 125 cm^2 .
- La presión requerida para comprimir la lámina fue de $.176 \text{ kg/cm}^2$.
- Los productores señalaron como principal desventaja de la máquina que requiere de tres personas para su operación y sugirieron, como características para mejorarla, que la lámina sea alimentada en forma vertical y que haya una charola para recibirla.
- Las conclusiones obtenidas a partir de la visita fueron las siguientes:
- La presión máxima de trabajo que se utilizará en las etapas posteriores del proyecto será de 0.2 kg/cm^2 , esto se basa en un factor de seguridad del 15% que se añade al valor obtenido originalmente, y que se toma en cuenta debido a que no todas las láminas cuentan con las mismas propiedades.
- Se deberá agregar a los sistemas planteados, un sistema de extracción que permita al operador de la máquina sacar la lámina del mismo lado que la alimentó. En la última etapa del capítulo III intitulado “Diseño conceptual” se presenta un apartado adicional en el que se cubren, para este sistema, las etapas realizadas para el resto.

CONVENIO DE CONCERTACION QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL GOBIERNO FEDERAL POR CONDUCTO DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL A TRAVES DE SU ORGANO DESCONCENTRADO DENOMINADO COORDINACION GENERAL DEL PROGRAMA NACIONAL DE APOYO PARA LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, REPRESENTADA POR EL ING. LEOPOLDO ESPINOSA BENAVIDES, EN SU CARACTER DE DIRECTOR GENERAL DE OPERACION REGIONAL, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARA "FONAES" Y, POR LA OTRA, LA ASOCIACION CIVIL DENOMINADA CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A.C., REPRESENTADA POR EL LIC. LUIS VICENTE ECHEVERRIA ZUNO EN SU CARACTER DE SECRETARIO TECNICO, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARA "EL CMH"; AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS:

FUNDAMENTO JURIDICO

EL PRESENTE CONVENIO SE SUSTENTA JURIDICAMENTE EN LOS ARTICULOS 25 Y 26 DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, LOS ARTICULOS 9, 17, 31 Y 32 DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL; 1, 2, 3, 4, 9, 11, 16, 26, 28, 32, 37, 38, 39, 40 Y 41 DE LA LEY DE PLANEACION, LOS ARTICULOS 33, 34, 37, 38 Y 39 DE LA LEY DE PRESUPUESTO, CONTABILIDAD Y GASTO PUBLICO; 15, 68 Y 63 DEL DECRETO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACION PARA EL EJERCICIO FISCAL 1999, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 31 DE DICIEMBRE DE 1998; EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1995 - 2000, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 31 DE MAYO DE 1995, EL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 28 DE DICIEMBRE DE 1995; EL DECRETO POR EL QUE SE ESTABLECE EL PROGRAMA Y EL FONDO NACIONAL DE APOYO A LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 4 DE DICIEMBRE DE 1991 Y EN EL ACUERDO POR EL QUE SE REGULA LA ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO INTERNO DEL ORGANO DESCONCENTRADO DENOMINADO COORDINACION GENERAL DEL PROGRAMA NACIONAL DE APOYO PARA LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 14 DE DICIEMBRE DE 1992, CON LAS CORRESPONDIENTES REFORMAS DEL 26 DE MAYO DE 1999.

DECLARACIONES

1 - DECLARA "FONAES" POR CONDUCTO DE SU REPRESENTANTE:

A.- QUE LA COORDINACION GENERAL DEL PROGRAMA NACIONAL DE APOYO PARA LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, ES UN ORGANO DESCONCENTRADO DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, CREADO POR DECRETO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 4 DE DICIEMBRE DE 1991, Y QUE TIENE A SU CARGO LA ELABORACION Y COORDINACION DE LA EJECUCION NACIONAL DEL PROGRAMA DE APOYO PARA LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, A LA QUE CORRESPONDE, ENTRE OTRAS ATRIBUCIONES, IDENTIFICAR Y EJECUTAR LAS ACCIONES ORIENTADAS A LA REALIZACION Y CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA, CELEBRAR LOS CONVENIOS Y CONTRATOS NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE SUS FINES Y APLICAR LOS RECURSOS DEL FONDO CREADO PARA EL APOYO DEL PROGRAMA.

B.- QUE CUENTA CON UN FONDO DE APOYO AL ACOMPAÑAMIENTO Y FORMACION EMPRESARIAL QUE, ENTRE SUS OBJETIVOS, SE ENCUENTRA EL FINANCIAMIENTO TOTAL O PARCIAL DE ACCIONES, PROYECTOS O PROGRAMAS TENDIENTES A FORTALECER EN LOS GRUPOS SOCIALES LA ORGANIZACION PRODUCTIVA, DEFINICION DE IDEAS DE INVERSION, CONOCIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS, POLITICAS E INSTRUMENTOS DE "FONAES".

C.- QUE SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL, HA CONCENTRADO Y MULTIPLICADO LAS ACCIONES DE SUS PROGRAMAS EN LAS DENOMINADAS REGIONES PRIORITARIAS DEL DESARROLLO SOCIAL, ENTRE LAS QUE SE ENCUENTRAN AMPLIAS ZONAS DEL PAIS.

D.- QUE COMPARECE A LA FIRMA DE ESTE CONVENIO EL ING. LEOPOLDO ESPINOSA BENAVIDES, EN SU CARACTER DE DIRECTOR GENERAL DE OPERACION REGIONAL, EN EL EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE LE CONFIEREN LOS ARTICULOS 5, 9, 12 Y DEMAS RELATIVOS DEL ACUERDO DE ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO DE "FONAES", PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 14 DE DICIEMBRE DE 1992, ASI COMO EL CORRELATIVO POR EL QUE SE REFORMA, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE DICHO ACUERDO, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 26 DE MAYO DE 1999.

E - QUE CON FECHA 06 DE MAYO DE 1999. RECIBIO DE "EL CMH" UNA SOLICITUD DE APOYO PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICOS, ESTUDIOS Y PROYECTOS TENDIENTES AL MEJORAMIENTO EN LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL HULE.

II.- DECLARA "EL CMH" POR CONDUCTO DE SU REPRESENTANTE:

A.- QUE "EL CMH", ES UNA ASOCIACION CIVIL, CONSTITUIDA CONFORME A LAS LEYES MEXICANAS, DE CONFORMIDAD CON LA ESCRITURA PUBLICA NUMERO 66518, DE FECHA 9 DE JULIO DE 1993, OTORGADA ANTE LA FE DEL LIC. JOSE IGNACIO SENTIES LABORDE, TITULAR DE LA NOTARIA PUBLICA 98 DEL DISTRITO FEDERAL, LA CUAL SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE INSCRITA EN EL REGISTRO PUBLICO DE PERSONAS MORALES, BAJO EL FOLIO 30491, DE FECHA 28 DE SEPTIEMBRE DE 1993; TESTIMONIO QUE ACREDITA LA CONSTITUCION DE "CONSEJO MEXICANO DEL HULE A. C."

B.- QUE EL LIC. LUIS VICENTE ECHEVERRIA ZUNO, EN SU CARACTER DE SECRETARIO TECNICO, CUENTA CON FACULTADES LEGALES SUFICIENTES PARA OBLIGAR A SU REPRESENTADA, DE CONFORMIDAD CON EL ACTA DE ASAMBLEA EXTRAORDINARIA No. 50190, DE FECHA 19 DE MARZO DE 1997, PROTOCOLIZADA ANTE LA FE DEL NOTARIO PUBLICO NO 198, LIC. ENRIQUE ALMANZA PEDRAZA, EN LA QUE SE LE CONFIEREN PODERES PARA ACTOS DE DOMINIO, ADMINISTRACION Y PLEITOS Y COBRANZAS, MISMOS QUE NO LE HAN SIDO MODIFICADOS NI REVOCADOS EN FORMA ALGUNA.

C.- QUE SU OBJETO SOCIAL CONSISTE, ENTRE OTROS, EN PROPICIAR EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES TENDIENTES A LA INVESTIGACION, CULTIVO Y COMERCIALIZACION DEL HULE; PROMOVER ANTE LA BANCA COMERCIAL Y DE DESARROLLO, ASI COMO ANTE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL Y EMPRESAS DE SOLIDARIDAD, LA CANALIZACION DE RECURSOS FINANCIEROS AL PROGRAMA NACIONAL DEL HULE; ORIENTAR A PRODUCTORES Y EMPRESARIOS EN LOS PROCESOS ASOCIATIVOS QUE MAXIMICEN EL USO DE LOS RECURSOS FINANCIEROS, EL CAPITAL TIERRA Y LA EXPERIENCIA EMPRESARIAL Y AGRONOMICA. ESTABLECER GRUPOS DE TRABAJO QUE SE AVOQUEN AL ESTUDIO ANALISIS Y EVALUACION DEL HULE

D - QUE AL INTERIOR DE SU MESA DIRECTIVA FIGURAN LA UNION NACIONAL DE PRODUCTORES Y CULTIVADORES DE HULE HEVEA A.C., LA UNION DE EJIDOS PROFESOR GRACIANO SANCHEZ, ORGANIZACIONES REPRESENTANTES DE LOS PRODUCTORES DE HULE EN LOS ESTADOS DE CHIAPAS, OAXACA, TABASCO Y VERACRUZ, MISMOS QUE SERAN LOS BENEFICIARIOS DIRECTOS DE LOS ESTUDIOS OBJETO DEL PRESENTE CONVENIO.

III.- AMBAS PARTES DECLARAN:

A.- QUE DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, LAS PARTES CELEBRAN EL PRESENTE CONVENIO DE CONCERTACION, EN EL CUAL LA SUMA SOLIDARIA DE ESFUERZOS CONTRIBUYE AL DESARROLLO ECONOMICO Y EL MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE VIDA DE LOS PRODUCTORES DE HULE AGREMIADOS EN LAS ORGANIZACIONES INTEGRANTES DE "EL CMH" Y SUS RESPECTIVAS FAMILIAS, ASI COMO, DE LAS REGIONES DONDE HABITAN.

B.- QUE LOS PROYECTOS PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICOS Y ESTUDIOS TENDIENTES AL MEJORAMIENTO EN LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL HULE HAN SIDO APROBADOS POR EL "FONAES", COMO CONSTA EN EL EXPEDIENTE TECNICO CORRESPONDIENTE, DOCUMENTO QUE COMO ANEXO SE AGREGA AL PRESENTE INSTRUMENTO PARA FORMAR PARTE INTEGRAL DEL MISMO.

C - CON BASE EN LO ANTERIOR, CONVIENEN FIJAR LAS BASES MEDIANTE LAS CUALES SE ESTABLECE LA FORMA DE CONCERTACION POR LA CUAL "FONAES" REALIZARA UNA APORTACION SOLIDARIA A "EL CMH", QUIEN SE ENCARGARA DE LA IMPLEMENTACION Y EJECUCION DE LOS PROYECTOS APROBADOS, OBLIGANDOSE EN LOS TERMINOS DE LAS SIGUIENTES:

CLAUSULAS

PRIMERA.- "FONAES", EN VIRTUD DE HABER RECIBIDO DE "EL CMH" EL ESQUEMA DE LOS OBJETIVOS A DESARROLLAR, MISMO QUE RESULTA VIABLE DENTRO DE LAS NORMAS DE OPERACION DEL PROGRAMA, ESTABLECE EL COMPROMISO DE CONJUNTAR ESFUERZOS PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICOS, ESTUDIOS, PROYECTOS, CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA A LAS ORGANIZACIONES QUE

PARTICIPAN CON "EL CMH", TENDIENTES AL MEJORAMIENTO EN LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL HULE, COMPRENDIENDO LOS SIGUIENTES APARTADOS:

- 1 FABRICACION Y PRUEBAS PARA EL PROTOTIPO DE UNA MAQUINA LAMINADORA DE HULE, ACORDE CON LAS NECESIDADES DEL PRODUCTOR DE HULE LAMINADO
- 2 IMPLEMENTACION DEL ESTUDIO PARA LA EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE 4 DIFERENTES CLONES DE HULE (*HEVEA BRASILIENSIS MUELL Arg*) EN RELACION DE SU FENOTIPO Y AREA ECOLOGICA EN EL SURESTE DE MEXICO.
- 3 DETERMINACION DE UN PROGRAMA DE CONTROL INTEGRAL DE LA ENFERMEDAD SUDAMERICANA DE LA HOJA CAUSADA POR *MICROCYCLUS ULEI* EN HULE (*HEVEA BRASILIENSIS*).
4. IMPLEMENTACION DEL ESTUDIO DE INVERSION AGROINDUSTRIAL CON INTEGRACION VERTICAL, HULE NATURAL.

CONFORME AL DIAGNOSTICO, TERMINOS DE REFERENCIA, METAS, PROGRAMA DE TRABAJO, PRESUPUESTO DETALLADO Y CALENDARIO DE ACTIVIDADES APROBADO EN CADA CASO, LOS CUALES SE ANEXAN AL PRESENTE CONVENIO PARA FORMAR PARTE INTEGRAL DEL MISMO.

SEGUNDA. - PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS FINES A QUE SE REFIERE LA CLAUSULA QUE ANTECEDE, "FONAES" ENTREGARA A "EL CMH" POR CONCEPTO DE APORTACION SOLIDARIA LA CANTIDAD DE \$2,205,810.00 (DOS MILLONES, DOSCIENTOS CINCO MIL OCHOCIENTOS DIEZ PESOS 00/100 M.N.) INTEGRADOS DE LA SIGUIENTE FORMA:

- I. \$37,168.00 (TREINTA Y SIETE MIL CIENTO SESENTA Y OCHO PESOS 00/100 M. N.), SUMA QUE SERA DESTINADA AL PROYECTO DE FABRICACION Y PRUEBAS PARA EL PROTOTIPO DE UNA MAQUINA LAMINADORA DE HULE, CUYO PERIODO DE EJECUCION COMPRENDE DEL MES DE DICIEMBRE DE 1999 A ABRIL DEL AÑO 2000.
- II. \$286,100.00 (DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL CIEEN PESOS 00/100 M. N.), SUMA QUE SERA DESTINADA PARA LA IMPLEMENTACION DEL ESTUDIO PARA LA EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE 4 DIFERENTES CLONES DE HULE (*HEVEA BRASILIENSIS MUELL, Arg.*) EN RELACION DE SU FENOTIPO Y AREA ECOLOGICA EN EL SURESTE DE MEXICO, CON UN PERIODO DE EJECUCION QUE ABARCA DEL MES DE DICIEMBRE DE 1999 A MAYO DEL AÑO 2002

III \$1,423,923.00 (UN MILLON CUATROCIENTOS VEINTITRES MIL NOVECIENTOS VEINTITRES PESOS 00/100 M. N.), SUMA QUE SERA DESTINADA AL PROYECTO DE DETERMINACION DE UN PROGRAMA DE CONTROL INTEGRAL DE "LA ENFERMEDAD SUDAMERICANA DE LA HOJA" CAUSADA POR *MICROCYCLUS ULEI* EN HULE, (*HEVEA BRASILIENSIS*), EL PLAZO DE EJECUCION SERA DEL MES DE DICIEMBRE DE 1999 A FEBRERO DEL AÑO 2004.

IV. \$458,619.00 (CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL SEIS CIENTOS DIECIECINUEVE PESOS 00/100 M. N.), CANTIDAD QUE SERA DESTINADA A LA IMPLEMENTACION DEL ESTUDIO DE INVERSION AGROINDUSTRIAL CON INTEGRACION VERTICAL, HULE NATURAL, CUYO PERIODO DE EJECUCION ABARCARA DEL MES DE DICIEMBRE DE 1999 A DICIEMBRE DEL AÑO 2000.

LAS CANTIDADES COMPRENDIDAS EN LOS NUMERALES ANTERIORES, DEBERAN SER APLICADAS A SUFRAGAR LOS GASTOS QUE SE GENEREN EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTO APROBADOS, Y DE ESA MANERA, PODER BENEFICIAR A LOS GRUPOS SOCIALES ORGANIZADOS, QUIENES CONTARAN CON PROYECTOS PRODUCTIVOS VIABLES Y RENTABLES PROPIOS, AFINES CON LOS OBJETIVOS DE "FONAES".

TERCERA. - LOS RECURSOS FINANCIEROS QUE APORTA "FONAES" SERAN ENTREGADOS EN EL DOMICILIO DE ESTE, Y SERAN MINISTRADOS EN 15 EXHIBICIONES CONFORME AL SIGUIENTE CALENDARIO, CONTRA LA FIRMA DE LA POLIZA CORRESPONDIENTE Y, PREVIA ENTREGA Y APROBACION DE LOS INFORMES PARCIALES Y ESTUDIOS FINALES:

CALENDARIO DE MINISTRACIONES

No min	CANTIDAD	DESGLOSE POR PROYECTO	FECHA
I	\$349,321.00 (TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTIUN PESOS 00/100 M N) EQ AL 16%	\$37,168.00 Maquina Laminadora \$67,000.00 Estudio 4 Clones de Hule \$122,051.00 <i>Microcyclus Ulei</i> \$123,102.00 Estudio Inv. Agroindustrial	06/12/99
II	\$298,040.00 (DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL CUARENTA PESOS 00/100 M N) EQ. AL 13.5%	\$42,000.00 Estudio 4 Clones de Hule \$122,051.00 <i>Microcyclus Ulei</i> \$133,989.00 Estudio Inv. Agroindustrial	01/03/2000

III	\$219,805.00 (DOSCIENTOS DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS CINCO PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 10%	\$42,000 00 Estudio 4 Clones de Hule \$81 366 00 <i>Microcyclus Ulei</i> \$96 439 00 Estudio Inv Agroindustrial	01/06/2000
IV	\$240,427.00 (DOSCIENTOS CUARENTA MIL CUATROCIENTOS VEINTISIETE PESOS 00/100 M.N.) EQ. AL 11%	\$33,800 00 Estudio 4 Clones de Hule \$122.051 00 <i>Microcyclus Ulei</i> \$84,576 00 Estudio Inv. Agroindustrial	01/09/2000
V	\$58,813.00 (CINCUENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS TRECE PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 3%	\$38,300 00 Estudio 4 Clones de Hule \$20,513 00 Estudio Inv Agroindustrial	10/11/2000
VI	\$131,051.00 (CIENTO TREINTA Y UN MIL CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 6%	\$9,000 00 Estudio 4 Clones de Hule \$122,051.00 <i>Microcyclus Ulei</i>	06/01/2001
VII	\$94,866.00 (NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 00/100 M.N.) EQ. AL 4%	\$13,500 00 Estudio 4 Clones de Hule \$81,366 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	02/03/2001
VIII.	\$135,551.00 (CIENTO TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.) EQ. AL 6%	\$13,500.00 Estudio 4 Clones de Hule \$122,051 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	06/07/2001
IX	\$27,000.00 (VEINTISIETE MIL PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 1%	\$27,000 00 Estudio 4 Clones de Hule	07/09/2001
X.	\$122,051.00 (CIENTO VEINTIDOS MIL CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.) EQ. AL 5.5%	\$122,051.00 <i>Microcyclus Ulei</i>	09/01/2002
XI.	\$81,366.00 (OCHENTA Y UN MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 3.7%	\$81 366 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	05/04/2002

XII	\$122,051.00 (CIENTO VEINTIDOS MIL CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M N) EQ AL 5 5%	\$122.051 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	08/07/2002
XIII	\$122,051.00 (CIENTO VEINTIDOS MIL CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M N) EQ. AL 5.5%	\$122.051 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	05/01/2003
XIV	\$81,366.00 (OCHENTA Y UN MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 00/100 M.N.) EQ AL 3 7%	\$81.366 00 <i>Microcyclus Ulei</i>	05/04/2003
XV	\$122,051.00 (CIENTO VEINTIDOS MIL CINCUENTA Y UN PESOS 00/100 M N) EQ. AL 5.5%	\$122.051.00 <i>Microcyclus Ulei</i>	08/07/2003
15 MINISTRACIONES,		TOTAL: \$2'205,810 M.N.	

LOS RECURSOS CORRESPONDIENTES A LAS MINISTRACIONES DE LOS AÑOS 2000, 2001, 2002 y 2003, ESTARAN CONDICIONADOS A LA RATIFICACION DE ESTE CONVENIO POR PARTE DE "FONAES", SUJETA AL RESULTADO DE LA EVALUACION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS, A LAS DISPOSICIONES CONTENIDAS EN SUS REGLAS GENERALES DE OPERACION, ASI COMO A LA DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL DE "FONAES", DE ACUERDO A LA APROBACION DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS PARA EL EJERCICIO FISCAL DE LOS AÑOS 2000, 2001, 2002 y 2003. DICHA RATIFICACION DEBERA CONSTAR POR ESCRITO EN EL ADENDUM CORRESPONDIENTE AL PRESENTE CONVENIO.

CUARTA - AMBAS PARTES CONVIENEN EN SUJETAR EL DESARROLLO DEL OBJETO DETALLADO EN LA CLAUSULA PRIMERA, AL CALENDARIO ESTABLECIDO EN LOS ANEXOS DE EJECUCION UNO, DOS, TRES Y CUATRO, LOS CUALES SERAN DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA Y QUE, DEBIDAMENTE FIRMADOS SE AGREGAN AL PRESENTE INSTRUMENTO, PARA FORMAR PARTE INTEGRAL DEL MISMO.

QUINTA.- "EL CMH" SE OBLIGA A CONTRATAR AL PERSONAL TECNICO ESPECIALIZADO, PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS OBJETO DEL PRESENTE CONVENIO, ASUMIENDO LA RESPONSABILIDAD DE CELEBRAR, CON ESTOS, EL CONTRATO DE PRESTACION DE SERVICIOS CORRESPONDIENTE, ASI COMO CON LAS INSTITUCIONES QUE INTERVENGAN EN LA EJECUCION DE CADA PROYECTO DE INVESTIGACION.

QUEDA EXPRESAMENTE ESTIPULADO QUE "FONAES" NO TENDRA RESPONSABILIDAD CIVIL O LABORAL ALGUNA, FRENTE AL PERSONAL TECNICO QUE CONTRATE "EL CMH", POR LO QUE ESTE ULTIMO SE OBLIGA A LIBERAR O RESARCIR A "FONAES" DE CUALQUIER SUMA QUE POR TAL CONCEPTO PUDIERE SER COMPELIDO A PAGAR.

SEXTA.- "FONAES" REALIZARA EL SEGUIMIENTO DE LA INVESTIGACION REALIZADA, Y SE RESERVA EL DERECHO DE REALIZAR EVALUACIONES TECNICAS Y CONTABLES DE LOS MISMOS, CONFORME A SU NORMATIVIDAD VIGENTE, A EFECTO DE VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETO DEL PRESENTE CONVENIO.

SEPTIMA.- "EL CMH" SE OBLIGA A ENTREGAR A "FONAES" UN INFORME TRIMESTRAL DETALLADO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS A TOTAL Y ENTERA SATISFACCION DE "FONAES", Y ACEPTA ENTREGAR A ESTE TODA LA INFORMACION Y DOCUMENTACION QUE SE LE REQUIERA, ASI COMO UN INFORME FINAL, PARA QUE REALICE LA VERIFICACION A QUE SE REFIERE LA CLAUSULA ANTERIOR, Y PROCEDA A LA LIBERACION DE LOS RECURSOS.

OCTAVA.- "EL CMH" SE OBLIGA A APLICAR LA APORTACION SOLIDARIA MENCIONADA EN LA CLAUSULA SEGUNDA, EXCLUSIVAMENTE AL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS QUE CONSTITUYEN EL OBJETO DEL PRESENTE CONVENIO, MISMA QUE NO PODRA EN NINGUN CASO Y BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA SER DESVIADA PARA OTRO FIN.

NOVENA.- AMBAS PARTES CONVIENEN QUE PARA EL CASO DE INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES DERIVADAS DEL PRESENTE CONVENIO O DE LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES, "FONAES" TENDRA LA FACULTAD DE RESCINDIRLO UNILATERALMENTE

CUANDO EL INCUMPLIMIENTO SE DERIVE DE LA NEGATIVA O IMPEDIMENTO POR PARTE DE "EL CMH" A QUE SE REALICE LA

SUPERVISION CORRESPONDIENTE POR PARTE DE "FONAES", O BIEN NO ENTREGUE LOS INFORMES A QUE SE HA OBLIGADO, "FONAES" SUSPENDERA LA ENTREGA DE LAS MINISTRACIONES QUE ESTUVIEREN PENDIENTES.

CONVIENE "EL CMH" QUE PARA EL CASO DE QUE "FONAES", COMO RESULTADO DE LA VERIFICACION QUE CONSIGNA LA CLAUSULA SEXTA, IDENTIFIQUE DESVIACIONES EN EL PROCESO DE APLICACION DE LA APORTACION SOLIDARIA DEL FIN PARA LA CUAL FUE ENTREGADA, SE OBLIGA A LA RESTITUCION DE LA MISMA POR INCUMPLIMIENTO A "FONAES", SIN PERJUICIO DE LAS RESPONSABILIDADES QUE CONFORME A LA NORMATIVIDAD APLICABLE RESULTEN.

ASIMISMO, CON INDEPENDENCIA DE LA RECUPERACION DE LOS RECURSOS APORTADOS, SE EJERCITARAN LAS ACCIONES LEGALES QUE PROCEDAN.

DECIMA.- EL PRESENTE CONVENIO TENDRA UNA VIGENCIA DE 5 AÑOS CONTADOS A PARTIR DEL MES DE NOVIEMBRE DE 1999 ; QUEDANDO SUJETO EN TODO MOMENTO A LO DISPUESTO EN LA CLAUSULA TERCERA, DEBIENDO SER RATIFICADO EN EL MES DE ENERO DE CADA EJERCICIO FISCAL, A EFECTO DE PODER CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS PROPUESTOS Y EL CALENDARIO AUTORIZADO.

DECIMA PRIMERA.- EL PRESENTE CONVENIO PODRA CONCLUIR EN FORMA ANTICIPADA SIN RESPONSABILIDAD PARA LAS PARTES, MEDIANTE NOTIFICACION POR ESCRITO CON 30 DIAS DE ANTICIPACION, EN LOS SIGUIENTES CASOS:

1. POR AGOTARSE EL OBJETO PARA EL CUAL FUE CELEBRADO.
2. POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR O CASO FORTUITO QUE IMPOSIBILITEN LA REALIZACION DEL OBJETO.
3. POR FALTA DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL DE "FONAES".

AMBAS PARTES MANIFIESTAN QUE, EN CASO DE TERMINACION ANTICIPADA DEL CONVENIO, SE SUSPENDERA LA ENTREGA DE LAS MINISTRACIONES QUE ESTUVIEREN PENDIENTES Y, EN SU CASO, SE REINTEGRARAN LAS APORTADAS QUE NO HUBIEREN SIDO AGOTADAS.

DECIMA SEGUNDA.- "FONAES" Y "EL CMH" MANIFIESTAN QUE EN RELACION A LA TITULARIDAD DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y PATENTES QUE, CON MOTIVO DE LA EJECUCION DEL OBJETO DEL PRESENTE CONVENIO PUDIEREN RESULTAR, ASI COMO TODOS LOS DERECHOS INHERENTES A LA PATENTE O DERECHO DE AUTORIA DE QUE SE TRATE, CORRESPONDERA EN FORMA INDISTINTA A AMBAS PARTES.

DECIMA TERCERA.- "FONAES" Y "EL CMH" ACUERDAN QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROGRAMA AUTORIZADO, NO PODRAN SER DIFUNDIDOS CON FINES DE LUCRO, EN ESE SENTIDO LA DIFUSION DE ESTOS SERA EN BENEFICIO DE LAS ORGANIZACIONES INTEGRANTES DE "EL CMH"; "FONAES" SE RESERVA EL DERECHO DE DIFUNDIR Y APLICAR EL RESULTADO DE LOS MISMOS, ENTRE LOS GRUPOS Y ORGANIZACIONES SOCIALES SUSCEPTIBLES DE APOYO POR "FONAES", EN BENEFICIO DE SUS CAPACIDADES PRODUCTIVAS.

DECIMA CUARTA.- LAS PARTES SEÑALAN COMO SUS DOMICILIOS PARA TODO LO RELATIVO AL PRESENTE INSTRUMENTO LOS SIGUIENTES:

"FONAES": AVENIDA PARQUE LIRA, NUMERO 65, COLONIA SAN MIGUEL CHAPULTEPEC, DEL. MIGUEL HIDALGO, C.P. 11850, MEXICO, DISTRITO FEDERAL.

"EL CMH": AVENIDA BENJAMIN FRANKLIN, NUMERO 235-4° PISO, COLONIA ESCANDON, DEL. MIGUEL HIDALGO, C.P. 11800, MEXICO, DISTRITO FEDERAL.

DECIMA QUINTA.- LAS PARTES CONVIENEN QUE LAS DUDAS Y CONTROVERSIAS QUE SE SUSCITEN CON MOTIVO DE LA INTERPRETACION Y CUMPLIMIENTO DEL PRESENTE CONVENIO, SE SOMETERAN A LA JURISDICCION Y COMPETENCIA DE LOS TRIBUNALES FEDERALES DE LA CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL, RENUNCIANDO AL FUERO QUE EN RAZON DE SUS DOMICILIOS PRESENTES O FUTUROS PUDIERE CORRESPONDERLES.

DECIMA SEXTA.- LAS PARTES RECONOCEN EL CARACTER DE OBLIGATORIO, COMO PARTE INTEGRAL DEL PRESENTE CONVENIO, DE LOS ANEXOS UNO, DOS, TRES Y CUATRO

LEIDO QUE FUE EL CONTENIDO DE TODAS Y CADA UNA DE LAS DECLARACIONES, CLAUSULAS Y ANEXOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE CONVENIO, LAS PARTES LO RATIFICAN DE CONFORMIDAD Y LO FIRMAN POR TRIPPLICADO EN LA CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL, EL DIA ___ DE _____ DE 1999

**COORDINACION GENERAL DEL PROGRAMA NACIONAL
DE APOYO PARA LAS EMPRESAS DE SOLIDARIDAD**



ING. LEOPOLDO ESPINOSA BENAVIDES

DIRECTOR GENERAL DE OPERACION REGIONAL

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A.C.



LIC. LUIS VICENTE ECHEVERRIA ZUNO

SECRETARIO TECNICO

Convenio de Concertación Fonaes – CMH/1999

6.20
CM/INDUS 1000

**(Anexo de Ejecución número 1,
indicado en la Cláusula Primera)**

Proyecto de investigación:

**“Fabricación y Pruebas para el Prototipo
de una Máquina Laminadora de Hule”**

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A.C.
(Ingeniería Industrial)

**Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina
Laminadora de Hule**

(Propuesta de Investigación a Fonaes):

Guión

- **INTRODUCCIÓN**
- **JUSTIFICACIÓN**
- **OBJETIVOS Y METAS**
- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- **MATERIALES Y MÉTODOS**
 - ◊ **CARTA DESCRIPTIVA DE ACTIVIDADES**
- **PROGRAMA DE TRABAJO**
 - ◊ **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**
- **PRESUPUESTO**
- **CALENDARIO DE MINISTRACIONES**
- **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

INTRODUCCIÓN

El cultivo del árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) representa una de las mejores alternativas para el trópico húmedo de México, por su capacidad de reforestar productivamente las selvas que han sido perturbadas por el hombre, sobre todo en los años recientes. así como por permitir el arraigo del campesino a su tierra, al brindarle ingresos y ocupación durante los mas de 30 años de vida productiva del árbol.

Desde el punto de vista económico, el cultivo de esta planta, es una actividad que requiere desarrollarse, ya que nuestro país se ve en la necesidad de importar el 90% del hule natural que consume, lo que a precios actuales representa la salida de divisas por mas de 430 millones de dólares anuales sólo en su presentación como materia prima (hule natural), sin considerar la importación de productos de hule procesados.

México cuenta con las condiciones de suelo, clima y tecnología que permiten ser autosuficientes con este producto e incluso llegar a poder exportarlo a los Estados Unidos y Canadá, que consumen más de un millón de toneladas anuales, teniendo que importarlos desde el sur de Asia.

El cultivo del hule se efectúa en 4 estados, Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, se encuentran plantadas 21 mil hectáreas, de las cuales se explotan comercialmente 12 mil hectáreas aproximadamente, con una producción estimada de 10 mil toneladas de hule seco por año, con un rendimiento promedio de 833 kilogramos de hule seco por hectárea por año. El consumo nacional durante 1998 fue de 100 mil toneladas lo que indica un déficit de 90 mil toneladas (90%).

A este respecto, el Gobierno Federal ha pretendido desarrollar el cultivo desde hace más de 50 años, con la meta de ser autosuficiente en la producción de esta materia prima, para lo cual necesitaría cubrir con hule más de 60 mil hectáreas de las 250 mil que se estiman con potencial en el Sureste del país.

Actualmente, existen en el país graves problemas de precio en la comercialización del hule natural de campo. La mayor parte de los productores vende su hule, en forma de coágulo (sin procesar), a grandes plantas beneficiadoras a un precio muy bajo. Como respuesta a esta situación el Consejo Mexicano del Hule (CMH) propone, como una alternativa de solución, un proceso consistente en coagulación controlada, laminación y secado y ahumado, que puede ser realizado por los propios productores. Por medio de estas operaciones obtendrían hojas ahumadas que son vendidas a las industrias: llantera, zapatera, de autopartes, de pegamentos, y otras.

Es importante considerar que el mercado de las hojas ahumadas es limitado en México, sin embargo, existe una gran demanda, por parte de países como EUA y Canadá, que es atendida con altos costos de flete y aranceles. Lo que representa un buen mercado potencial.

Este proceso permitirá a los productores realizar el proceso de beneficiado de su hule y, de esta manera, obtener una ganancia adicional sobre el valor de su producto. Esto representa un beneficio directo para los propietarios de plantaciones que decidan llevar a cabo este proceso ya que aumentará su poder adquisitivo. Además, al contar con otra alternativa, los productores que decidan continuar bajo el esquema de comercialización actual no estarán sujetos a los precios impuestos por los beneficios y tendrán elementos para negociar un precio justo. En cuanto a la economía nacional, se sustituirán, a través de la venta de la mercancía al interior del país, las importaciones de hojas ahumadas, combatiendo la fuga de divisas que existe por esta causa.

Para obtener el rendimiento óptimo, es indispensable contar con una máquina laminadora de buena calidad y bajo precio, sin embargo las que se encuentran en el mercado no reúnen las características necesarias. El objetivo de este proyecto es fabricar una máquina, que satisfaga las necesidades de propietarios de pequeñas plantaciones, y establecer el método para su producción.

Los temas de este proyecto se ubican dentro del proceso de diseño¹ que se encuentra parcialmente desarrollado, ya que se ha concluido la parte teórica, es decir, se cuenta con el método para fabricar una máquina que, de acuerdo a los conocimientos del investigador, se ajusta a las necesidades planteadas. Sin embargo, para culminarlo, es necesario cubrir una etapa práctica en la que se realizan pruebas bajo condiciones extremas para garantizar que el funcionamiento de la máquina responda a los requerimientos de los productores. Los recursos solicitados a la Coordinación General del Programa Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (Fonaes), se orientarían hacia las etapas prácticas (que aún no se han cubierto).

El trabajo de diseño se pretende cubrir en el periodo comprendido entre el mes agosto de 1998 y el mes de abril de 2000 con una cantidad total aproximada de egresos de \$143 mil que serán cubiertos por la Fonaes, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el CMH. Los temas que no se han concluido requerirían un gasto aproximado de \$72 mil que será realizado por las mismas instituciones y se llevarían a cabo entre el mes de diciembre de 1999 y el mes de abril de 2000.

¹ Norton, *Machine Design An Integrated Approach*, Prentice-Hall, New Jersey, 1998. El proceso de diseño que se sigue en este trabajo tiene ligeras variaciones de forma, pero los conceptos que se utilizan son iguales.

JUSTIFICACIÓN

Los productores mexicanos de hule enfrentan un grave problema en la comercialización de su mercancía debido al bajo valor que obtienen por ella. Para contrarrestarlo, el CMH sugiere que sean los propios productores quienes beneficien su hule por medio del proceso para la obtención de hojas ahumadas. Para alcanzar buenos rendimientos en el proceso de obtención de hojas ahumadas es indispensable contar con una máquina laminadora que responda a las necesidades de los productores, sin embargo, las que existen en el mercado ofrecen baja calidad, o bien, su precio es muy elevado, es por ello que surge la necesidad de diseñar una máquina con características adecuadas a la problemática actual.

La fabricación y pruebas del prototipo permitirían la culminación del diseño de la máquina haría posible ofrecer a los productores, a un precio accesible, el equipo adecuado para realizar el proceso de obtención de hojas ahumadas. De esta manera se les brindaría una alternativa para el procesamiento de su hule y así elevar el rendimiento económico de sus plantaciones; además, al contar con otra opción no estarían sujetos a los precios establecidos por las grandes empresas y contarán con elementos para negociar un precio justo.

Por otro lado, la producción de hojas ahumadas contribuiría a la sustitución de importaciones de hule natural.

Cabe señalar que en las etapas anteriores del proceso de diseño se elaboró una descripción precisa de los elementos necesarios para fabricar el prototipo. La máquina laminadora propuesta permite:

- Ofrecer, a un precio bajo, la maquinaria adecuada para el proceso de obtención de hojas ahumadas.
- Obtener láminas de la mejor calidad.
- Reducir al mínimo el personal necesario para la operación de la máquina.
- Evitar la influencia negativa del medio ambiente en el desempeño de la máquina.
- Omitir la introducción de objetos no deseados con el propósito de proteger, por un lado, al operador y, por el otro, a la máquina.

OBJETIVOS Y METAS

En cuanto a los objetivos, pretendemos:

- Contar con todos los elementos necesarios para producir máquinas laminadoras de hule natural adecuadas a las necesidades de los productores.
- Fabricar una máquina que pueda utilizar en la implementación y difusión del proceso de obtención de hojas ahumadas.

Por otro lado se ha planteado alcanzar las siguientes metas:

- Obtener los planos completos y el costo y el tiempo de fabricación de una máquina laminadora de hule natural, cuyo buen funcionamiento esté comprobado a través de pruebas de campo.
- Contar con una máquina capaz de procesar la materia prima de un módulo de diez hectáreas para transformarla en hojas ahumadas de la mejor calidad y cuyo precio sea menor o igual a \$10 mil.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema radica en que no se cuenta, en el país, con máquinas adecuadas para el proceso de obtención de hojas ahumadas. Para solucionarlo se propone diseñar una máquina acorde a las necesidades. Este proyecto se encuentra parcialmente desarrollado, sin embargo, para comprobar que la máquina funcione adecuadamente es necesario fabricarla y probar su desempeño bajo condiciones reales. la solicitud de recursos a la Fonaes se limita a dichas actividades.

Como ya se han cubierto varias etapas, el problema se reduce a la fabricación, pruebas de mejoramiento, y mejoras al prototipo de la máquina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para realizar este trabajo se ubica dentro de la que se aplica para el diseño de máquinas, aunque los diferentes autores manejan distintos términos, la esencia del proceso es la misma. El diseño de la máquina está basado en la metodología establecida por Robert L.Norton en su libro *Machine Design An Integrated Aproach*². A continuación, en la Carta Descriptiva de Actividades, se presentan el método y los materiales utilizados.

² Norton, *Machine Design An Integrated Aproach*, Prentice-Hall, New Jersey, 1998

Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule

Carta descriptiva de actividades

(Hoja 1 de 2)

Tema	Objetivo	Actividad	Materiales	Responsable
Investigación preliminar*	Obtener una lista de los problemas que podrían solucionarse, total o parcialmente, mediante la aplicación de la ingeniería mecánica.	1. Consulta de fuentes de información. 2. Identificación de problemas.	Equipo de cómputo, teléfono, material bibliográfico y papelería	Andrés Sobrevilla del Valle
Definición de objetivos*	Describir con claridad y precisión los fines que persigue el desarrollo de este proyecto.	3. Determinación de objetivos.	Equipo de cómputo, teléfono, material bibliográfico y papelería	Andrés Sobrevilla del Valle
Especificación del problema*	Describir con claridad y precisión el problema y las características con que debe contar la máquina. Establecer un programa de trabajo.	4. Establecimiento de especificaciones.	Equipo de cómputo, teléfono, material bibliográfico y papelería	Andrés Sobrevilla del Valle
Diseño conceptual*	Determinar los principios en que estará basado el funcionamiento de la máquina.	5. Establecimiento de la estructura funcional 6. Establecimiento de conceptos	Equipo de cómputo, teléfono, material bibliográfico y papelería	Andrés Sobrevilla del Valle
Diseño de detalle*	Determinar la forma, procesos de manufactura, tolerancias y propiedades de la superficie que se utilizarán en la fabricación de la máquina.	7. Diseño preliminar 8. Diseño dimensional 9. Detalle	Equipo de cómputo, teléfono, material bibliográfico, papelería, láminas de hule obtenidas mediante coagulación controlada, agua y cubetas	Andrés Sobrevilla del Valle

* Temas que forman parte del proceso de diseño y han sido concluidos.

Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule

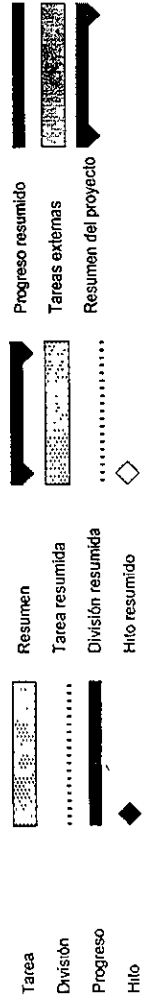
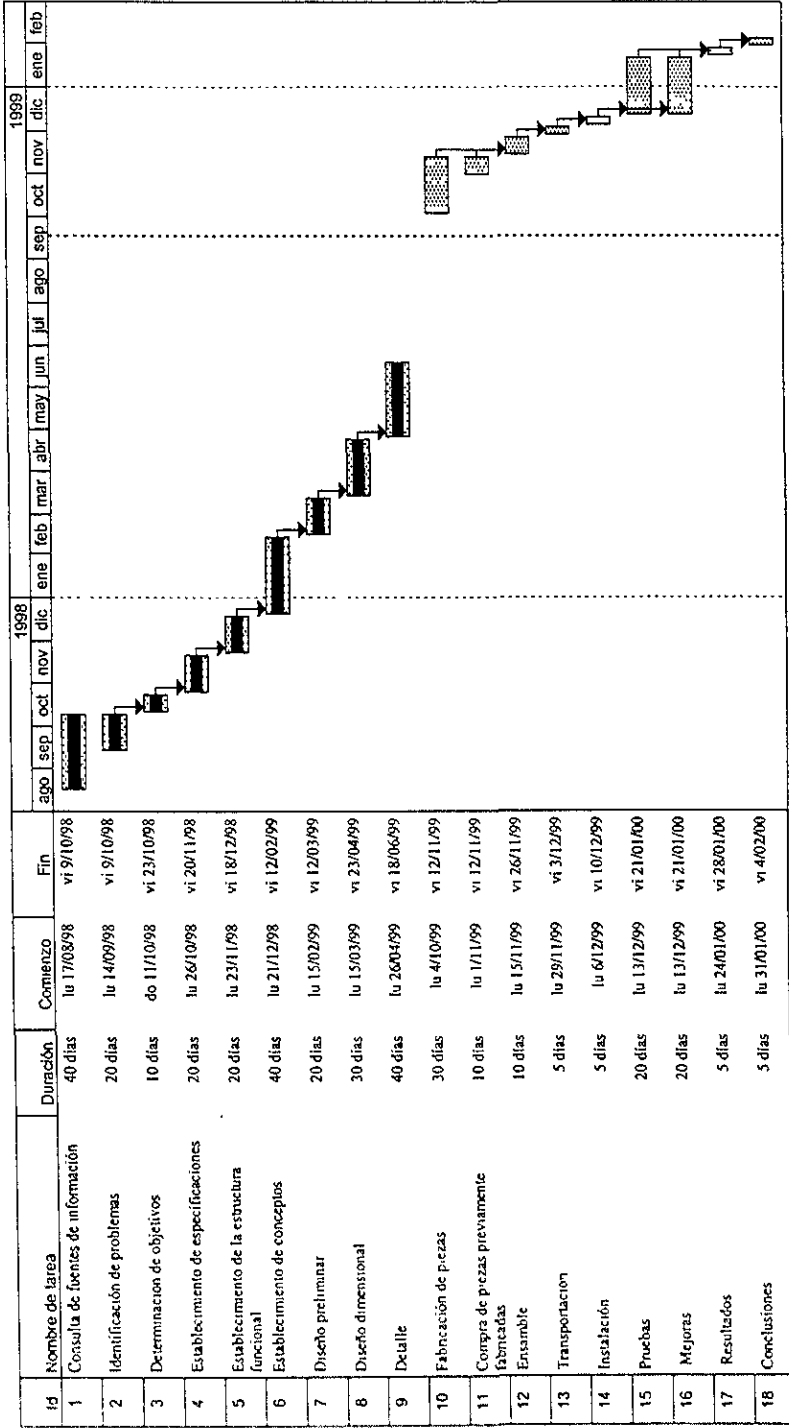
Cuadro 1. Carta descriptiva de actividades
(Hoja 2 de 2)

<p>Fabricación del prototipo</p>	<p>Contar con la máquina que de acuerdo con la teoría desarrollada ofrece las mejores características para la laminación del hule. Probar que los métodos de fabricación propuestos sean los óptimos para la máquina y, en caso de que no sea así, modificarlos para encontrar la mejor alternativa.</p>	<p>10. Fabricación de piezas 11. Compra de piezas previamente fabricadas 12. Ensamble</p>	<p>Máquinas herramientas, herramientas, accesorios, piezas previamente fabricadas y materiales en bruto</p>	<p>Andrés Sobrevilla del Valle</p>
<p>Pruebas y mejoras</p>	<p>Encontrar y corregir los problemas que presente la máquina en su desempeño bajo condiciones críticas.</p>	<p>13. Transportación 14. Instalación 15. Pruebas 16. Mejoras</p>	<p>Vehículo, bases de concreto, láminas de hule obtenidas mediante coagulación controlada, agua, caseta de secado y herramientas</p>	<p>Andrés Sobrevilla del Valle</p>
<p>Resultados y conclusiones</p>	<p>Cuantificar y evaluar los logros y percances que se presentaron durante en el trabajo.</p>	<p>17. Reporte de resultados 18. Reporte de conclusiones</p>	<p>Equipo del computador, teléfono la papelería de y</p>	<p>Andrés Sobrevilla del Valle</p>

PROGRAMA DE TRABAJO

Como se observó en el apartado anterior, el trabajo se divide en varios temas que son abordados por medio de diferentes actividades, a continuación se presenta un cronograma en el que se señala el tiempo en que se realizará cada una de dichas actividades.

Diseño de una máquina laminadora de hule natural
 Figura 2.3 Cronograma



Proyecto Diseño de una Máquina Lar
 Fecha vi 17/09/99

PRESUPUESTO

Los recursos que se requieren para llevar a cabo el diseño tienen un valor aproximado de \$143 mil que serán proporcionados por el CMH, la Fonaes y la UNAM en un 57%, 26% y 17% (\$81 mil, \$38 mil y \$24 mil)respectivamente. De los cuales \$72 mil se destinarán a los temas que aún no han sido cubiertos. Los recursos necesarios serán aportados como se indica en el siguiente cuadro.

Consejo Mexicano del Hule A.C
(Ingeniería Industrial)
Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule
Presupuesto

Tema	Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad	Monto total	Aportación de recursos					
						CMH		FONAES		UNAM	
						%	Monto	%	Monto	%	Monto
Investigación preliminar	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	2	5000	100	5000	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/hora	75	16	1200	0	0	0	0	100	1200
	Teléfono	\$/mes	1000	2	2000	100	2000	0	0	0	0
	Luz	\$/mes	250	2	500	100	500	0	0	0	0
	Papelaría	\$/mes	80	2	160	100	160	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	2	4000	100	4000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	2	876	100	876	0	0	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	0.5	1250	100	1250	0	0	0	0
Definición de objetivos	Sueldo del asesor	\$/hora	75	4.0	300	0	0	0	0	100	300
	Teléfono	\$/mes	1000	0.5	500	100	500	0	0	0	0
	Luz	\$/mes	250	0.5	125	100	125	0	0	0	0
	Papelaría	\$/mes	80	0.5	40	100	40	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	0.5	1000	100	1000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	0.5	219	100	219	0	0	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	0.5	1250	100	1250	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/hora	75	4.0	300	0	0	0	0	100	300
Especificación del problema	Teléfono	\$/mes	1000	0.5	500	100	500	0	0	0	0
	Luz	\$/mes	250	0.5	125	100	125	0	0	0	0
	Papelaría	\$/mes	80	0.5	40	100	40	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	0.5	1000	100	1000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	0.5	219	100	219	0	0	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	3	7500	100	7500	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/hora	75	24	1800	0	0	0	0	100	1800
	Teléfono	\$/mes	1000	3	3000	100	3000	0	0	0	0
Diseño conceptual	Luz	\$/mes	250	3	750	100	750	0	0	0	0
	Papelaría	\$/mes	80	3	240	100	240	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	3	6000	100	6000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	3	1314	100	1314	0	0	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	4	10000	100	10000	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/hora	75	32	2400	0	0	0	0	100	2400
	Teléfono	\$/mes	1000	4	4000	100	4000	0	0	0	0
	Luz	\$/mes	250	4	1000	100	1000	0	0	0	0
Diseño de detalle	Papelaría	\$/mes	80	4	320	100	320	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	4	8000	100	8000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	4	1752	100	1752	0	0	0	0
	Viáticos (pruebas)	\$/viaje	1428	1	1428	100	1428	0	0	0	0
	Materiales (pruebas)	\$/sesión de pruebas	150	1	150	100	150	0	0	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	2	5000	100	5000	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/hora	75	64	4800	0	0	0	0	100	4800
	Maquinaria y accesorios (depreciación) ²	\$/mes	1000	2	2000	0	0	0	0	100	2000
Fabricación del prototipo	Materiales	\$/prototipo	2000	1	2000	0	0	100	2000	0	0
	Piezas previamente fabricadas	\$/prototipo	5000	1	5000	0	0	100	5000	0	0
	Otros insumos	\$/mes	1000	2	2000	0	0	50	1000	50	1000
	Imprevistos (5%)				1040	0	0	100	1040	0	0
	Sueldo del investigador	\$/mes	5000	1	5000	100	5000	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/mes	10000	1	10000	0	0	0	0	100	10000
	Vehículo (depreciación) ³	\$/mes	3333	1	3333	100	3333	0	0	0	0
	Bases de concreto	\$/base	500	2	1000	0	0	100	1000	0	0
Pruebas y mejoras al prototipo	Materia prima	\$/lmina	9	100	900	0	0	100	900	0	0
	Equipo complementario (depreciación) ⁴	\$/mes	333	1	333	100	333	0	0	0	0
	Materiales para modificaciones	\$/prototipo	1000	1	1000	0	0	100	1000	0	0
	Fabricación de piezas para modificaciones	\$/prototipo	2500	1	2500	0	0	100	2500	0	0
	Viáticos del investigador	\$/dia habil	500	20	10000	0	0	100	10000	0	0
	Viáticos del asesor	\$/dia habil	500	20	10000	0	0	100	10000	0	0
	Otros insumos	\$/prototipo	500	1	500	0	0	100	500	0	0
	Imprevistos (5%)				2228.3	0	0	100	2228.3	0	0
Resultados y conclusiones	Sueldo del investigador	\$/mes	2500	0.5	1250	100	1250	0	0	0	0
	Sueldo del asesor	\$/mes	1200	0.5	600	0	0	0	0	100	600
	Teléfono	\$/mes	1000	0.5	500	100	500	0	0	0	0
	Luz	\$/mes	250	0.5	125	100	125	0	0	0	0
	Papelaría	\$/mes	80	0.5	40	100	40	0	0	0	0
	Arrendamiento	\$/mes	2000	0.5	1000	100	1000	0	0	0	0
	Equipo de computo (depreciación) ¹	\$/mes	438	0.5	219	100	219	0	0	0	0
	Total					142626	57	81058	28	37168	17

¹ Valor de adquisición = 17 500 Depreciación anual = 30%
² Valor total = 1 200 000 Depreciación anual = 10% Dividido entre diez usuarios
³ Valor de adquisición = 180 000 Depreciación anual = 25%
⁴ Valor de adquisición = 40 000 Depreciación anual = 10%

CALENDARIO DE MINISTRACIONES

Los recursos serán proporcionados en una sola ministración que será entregada el 6 de diciembre de 1999. A continuación se presenta un cuadro en el que se especifica el monto, las actividades a realizar y los objetivos a alcanzar. De esta manera, al final del proyecto podrá verificarse si se ha cumplido con los compromisos establecidos.

Ministración	Monto	Fecha	Actividades	Objetivos
1	37,168	6/12/99	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de piezas • Compra de piezas previamente fabricadas • Ensamble • Transportación • Instalación • Pruebas • Mejoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con la máquina que de acuerdo con la teoría desarrollada ofrece las mejores características para la laminación del hule. • Probar que los métodos de fabricación propuestos sean los óptimos para la máquina y, en caso de que no sea así, modificarlos para encontrar la mejor alternativa. • Encontrar y corregir los problemas que presente la máquina en su desempeño bajo condiciones críticas.

RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Este apartado resulta del desarrollo del proyecto por lo que se expondrá una vez que este se haya concluido

Consejo Mexicano del Hule, A.C.

Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule

(Anexo de Ejecución No. 1)
Fonaes-CMH/1999

Proyecto de Investigación
Primer Informe

(noviembre 1999 – enero 2000)
Andrés Sobrevilla del Valle

CMH/INDUS/01.1/PF
VER. 01-18/FEB/00

Secc Legajos 6.20.1./CMINDUS/2000

Índice

	Página
1. Resumen ejecutivo	1
2. Informe del período noviembre 1999 - enero 2000	2
2.1. Fabricación de piezas	3
2.2. Compra de piezas previamente fabricadas	3
Anexos	4

1. Resumen Ejecutivo

Debido a que la fabricación del prototipo no pudo realizarse en los talleres del Centro de Diseño y Manufactura de la Universidad Nacional Autónoma de México, porque no se encontraron disponibles, contratamos los servicios de la empresa “Mecánica Industrial RIMA” para llevarla a cabo. Es importante mencionar que supervisamos y participamos directamente en los procesos de manufactura realizados por el taller, de esta manera podemos identificar los problemas que se presenten y proponer soluciones cumpliendo así uno de nuestros objetivos.

En cuanto a los avances alcanzados por la empresa en la fabricación del prototipo, por un lado han sido comprados elementos de tornillería prefabricados, así como los materiales para la fabricación de 9 piezas, por el otro se han marcado los puntos de referencia sobre las placas de la estructura que soportan el resto de los elementos de la máquina, así se han establecido las condiciones para realizar las operaciones de manufactura requeridos para la fabricación de dichas placas.

2. Informe del Período noviembre 1999 - enero 2000

Durante este periodo contratamos los servicios de la empresa “Mecánica Industrial RIMA”, que realiza las etapas del proyecto correspondientes a la fabricación del prototipo. Es importante aclarar que, de acuerdo con el programa de trabajo original, los procesos de fabricación se realizarían en los talleres del Centro de Diseño y Manufactura de la Universidad Nacional Autónoma de México, sin embargo, al no encontrarse disponibles en el momento de inicio del proyecto, tomamos la decisión de llevar a cabo dichos procesos mediante la contratación de una empresa particular de maquinado. Por otro lado, cabe señalar que supervisamos y participamos directamente en las actividades de manufactura desarrolladas por el taller, que consisten principalmente en la operación y manejo de herramientas y máquinas herramientas. Las tareas realizadas en colaboración con el taller nos permiten identificar los problemas que presentan los métodos de fabricación y proponer nuevas alternativas adecuadas para su solución; de esta manera contamos con los elementos necesarios para alcanzar nuestros objetivos.

El método que utilizamos para seleccionar a la empresa que fabricaría el prototipo consistió en las siguientes actividades: solicitar el presupuesto por realizar dicha tarea a varios talleres, elaborar un cuadro comparativo y elegir la empresa que contrataríamos.

Solicitamos el presupuesto para la fabricación del prototipo¹ a 4 empresas privadas y al Instituto Politécnico Nacional, después de recibir las cotizaciones (Anexo 1), el Instituto Politécnico quedó descartado por no contar sus instalaciones disponibles. Con base en las cotizaciones restantes elaboramos un cuadro comparativo (Anexo 2) que utilizamos como referencia para la selección de la empresa, la decisión fue tomada de acuerdo con los siguientes criterios:

- precio
- tiempo de entrega
- ubicación
- facilidades de pago
- facilidades para permitir la participación del líder del proyecto
- prestigio del taller

Seleccionamos a la empresa “Mecánica Industrial RIMA” debido a que ofreció fabricar la máquina con el precio más bajo, el tiempo de entrega más corto, recibir el pago contra entrega del producto y permitir la libre entrada y disposición de los equipos del taller al personal del Consejo encargado del proyecto. Adicionalmente, el taller cuenta con la ventaja de estar ubicado en la Ciudad de México.

Para formalizar el compromiso con “Mecánica Industrial RIMA” realizamos un intercambio de cartas entre la empresa y el Consejo. De esta manera quedó establecido el compromiso por parte de la empresa de fabricar el prototipo de acuerdo a las especificaciones establecidas en el proyecto y a las condiciones antes mencionadas y, por parte del Consejo de comprar la máquina una vez que haya sido terminada.(Anexo 3)

La fecha de inicio pactada para la fabricación de la máquina es el 28 de enero de 2000. A continuación se describen los avances alcanzados por la empresa a partir de esa fecha hasta el 31 de enero del presente.

¹ La máquina está compuesta por 2 módulos cuya única diferencia es el acabado de los rodillos por lo que solamente se solicitó el presupuesto para uno de los módulos y se multiplicó por 2 para obtener el precio de la máquina.

2.1. Fabricación de Piezas

La primera actividad realizada por la empresa fue la compra de materiales. En el cuadro que se presenta a continuación se señalan los materiales que han sido comprados, su proveedor y las piezas para las que serán utilizadas.

Cantidad	Material	Medidas	Proveedor	Piezas (ver planos)	
				Nombre	No.
2	Placa rectangular de hierro dulce	410 mm x 45 mm x 3/4"	Placa cortada a la medida El Oso	Placas 1 y 2	88 y 89
2	Barra hueca de acero al carbono	D _{ext} = 170 mm D _{int} = 153 mm Long = 600 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Rodillo fijo y rodillo móvil	1 y 2
4	Barra sólida de acero al carbono	D = 3/4" Long = 650 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Refuerzos 1,2,3 y 4	106, 107, 108, 109
1	Lámina negra calibre 18	600 mm x 450 mm	Placa cortada a la medida El Oso	Lámina (Charola de extracción)	83

Con referencia a las operaciones realizadas a los materiales, la empresa ha comenzado la fabricación de las placas 1 y 2. Hasta ahora hemos unido ambas placas y marcado los puntos de referencia para las operaciones de maquinado. De esta manera las placas se encuentran listas para ser sometidas a los procesos de manufactura correspondientes, tal y como se muestra en la figura 1.

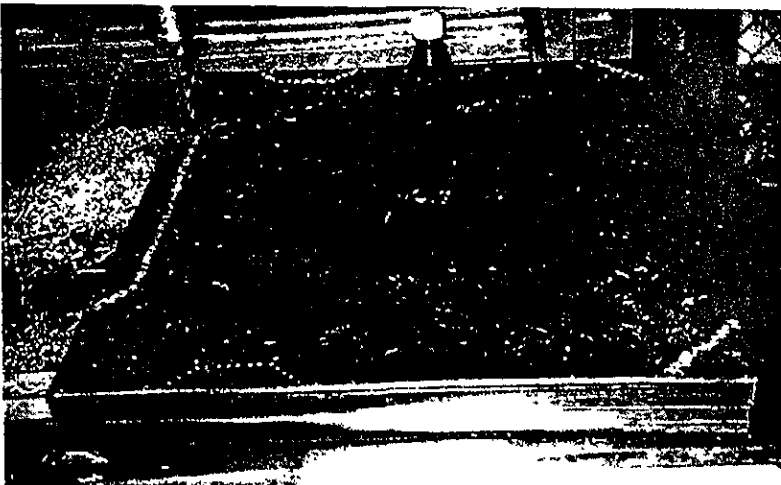


Figura 1. Placas 1 y 2 preparadas para los procesos de manufactura

2.2. Compra de Piezas Previamente Fabricadas

La mayor parte de las piezas están siendo fabricadas en el taller de la empresa "Mecánica Industrial RIMA", el resto de las piezas —tuercas y tornillos prefabricados— fueron compradas en "El Universo del Tornillo".

Anexos

- Anexo 1.** Cotizaciones de talleres industriales para la fabricación de cada módulo de la máquina laminadora de hule natural (compuesta por dos módulos)
- Anexo 2.** Cuadro comparativo. Cotizaciones de talleres industriales para la fabricación de cada módulo de la máquina laminadora de hule natural (compuesta por dos módulos)
- Anexo 3.** Cartas entre el Consejo y la empresa “Mecánica Industrial RIMA”

Anexo 1



TALLER MECANICO INDUSTRIAL CAMACHO, S.A. DE C.V.

MAQUINADOS • PAJERIA • SOLDADURA • MANTENIMIENTO Y DISEÑOS INDUSTRIALES

H. CORDOBA, VER. A 18 DE DICIEMBRE DE 1999

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A. C.

COTIZACION No. 301/ 18-12-99

ESTIMADO INGENIERO

ATN: ING. ANDRES SOBREVILLA DEL VALLE

ATRAVES DEL PRESENTE NOS HEMOS PERMITIDO ENVIARLE LA SIGUIENTE INFORMACION, LA CUAL CONSISTE EN COORDINAR EL COSTO EQUIVAMENTE (P) EQUIPOS O PIEZAS A FABRICAR, CONFORME A LAS DIMENSIONES Dadas A CONTINUACION ESPECIFICAMOS

LISTA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNIT	IMPORTE
			SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA CALIFICADA PARA LA FABRICACION DE MAQUINA LAMINADORA DE HULE NATURAL CONFORMADA POR 5 SISTEMAS, (LAMINACION, TRANSMISION, AJUSTE, EXTRACCION Y ESTRUCTURAL) LA CUAL COMBINA LOS SIGUIENTES ELEMENTOS MECANICOS QUE SE ENLISTAN A CONTINUACION:		
			• LAMINACION:		
			1 RODILLO F.I.O EN A-1020 (104 mm DE Ø x 600 mm)		
			1 RODILLO MOVIL EN A-1020 (104 mm DE Ø x 600 mm)		
			• TRANSMISION:		
			5 TUERCAS DE 7/8" Ø N.C. EN ACERO AL CARBONO		
			4 EJES DE 1" Ø EN A-1020		
			9 ENGRANES RECTOS EN A-1020 (n= 20, 40, 30, 80, 22, 31, 31, Y 22 REPT.)		
			2 CHAVETAS EN A-1020		
			1 MANIVELA EN A-1020		
			4 MANIVELAS EN A-1020		
			3 HONDAJAS DE 7/8" Ø EN A-1020		
			• AJUSTE:		
			4 PASADORES EN A-1020		
			1 EJE DE 3/4" Ø EN A-1020		
			4 ENGRANES CONICOS EN A-1020		
			4 CHAVETAS EN A-1020		
			2 APOYOS EN A-1020		
			2 RODILLOS DE 5/8" Ø N. C. EN A-1020		
			8 TUERCAS EN ACERO AL CARBONO		
			12 TORNEOS EN A-1020		
			1 BASE EN A-1020		
			2 GUINETES DE BRONCE COMERCIAL		
			2 CORREDEAS EN A-1020		
			• EXTRACCION:		
			1 LAMINA DE ALUMINIO CON DOBLECES A 90°		
			1 TUERCA DE 7/8" Ø N. C. EN ACERO AL CARBONO		
			1 RODILLO DE 7/8" Ø N. C. EN ACERO AL CARBONO		

PAGINA 1 DE 2

TIEMPO DE ENTREGA: 6 SEMANAS
 CONDICIONES DE PAGO: 50 % DE ANTICIPO 50 % CONTRA ENTREGA.
 FORMA DE ENTREGA: L. A. B. NUESTRA PLANTA

NOTA: ESTOS PRECIOS SON MAS I. V. A.

ANTICIPACION DE ENTREGA: SI LAS APLICACIONES AL PRESENTE Y EN ESPERA DE UNA FAVORABLE RESPUESTA, QUEDA DE USAR, EF. COMO SU MAS ALTO Y SEGURO SEÑALADOR.

ATENTA SALUDA



MECANICA INDUSTRIAL RIMA

FABRICACION Y REPARACION DE MAQUINARIA EN GENERAL
 REDUCTORES • ENGRANES • POLEAS • BUJES • COPLES • CATARINAS

Mexico D.F. 20 Dic 99

COTIZACION.

ANDRES SOBREVILLA DEL VALLE

Fabricacion de Pza. de Maquina S-/Dibujos para su Elaboracion:

1. Rodillos de \varnothing 146 X 663.5
2. Placas de $3/4$ X 444.5 X 406.5
4. Refuerzos de \varnothing $3/4$ X 668.7 C/ Estandar
2. Correderas de 1" X 88.9 X 152.4
1. Molante de \varnothing 101.6
4. Engranajes Conicos de 2 A I
3. Engranajes Rectos S/ Dibujo
1. Lamina negra C/ 18. X 50.03 X 39. 53 X 354.00
- + . Bujes, tuercas, chavetas y demas Accesorios.

Tiempo de entrega de 15 A 20 dias con el 50% P/ su Elaboración

\$ 9800.00 + I.V.A. = 11, 270
 x2 módulos
 = 22,540 incluyendo I.V.A.

ATTN.
 HOMERICO

H. Sobrevilla

Anexo 1. Cotizaciones de talleres industriales para la fabricación de cada módulo de la máquina laminadora de hule natural (compuesta por dos módulos)



TALLER MECANICO INDUSTRIAL CAMACHO, S.A. DE C.V.

MAQUINADOS - PAILERIA - SOLDADURA - MANTENIMIENTO Y DISEÑOS INDUSTRIALES

H. CORDOBA, VER. A 18 DE DICIEMBRE DE 1999

COTIZACION No. 301/18-12-99

ATN: ING. ANDRES SOBREVILLA DEL VALLE

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A. C.

ESTIMADO INGENIERO:

ATENCION: PRESENTE NOS HUBIERON PERMITIDO ENVIARLE LA SIGUIENTE INFORMACION LA CUAL CONSISTE EN COTIZAR SI (LOS) SIGUIENTES (ES) EQUIPO(S) O PARTES A FABRICAR, CONFORME A LAS DIMENSIONES QUE A CONTINUACION ESPECIFICAMOS:

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNID.	IMPORTE
CONTINUACION					
			• ESTRUCTURA		
	4		PLACAS EN A-1020 (1/4" Y 1" DE ESPESOR)		
	16		TUERCAS DE 3/4" Ø N. C. EN ACERO AL CARBONO		
	4		REFUERZOS CON ROSCA DE 1/2" N. C. EN A-1020		
	2		COJINETES EN BRONCE COMERCIAL		
			COSTO POR LA FABRICACION INCLUYENDO MATERIAL Y MANO DE OBRA	\$ 96,700.00	\$ 96,000.00

PAGINA 2 DE 2

TIEMPO DE ENTREGA: 6 SEMANAS
 CONDICIONES DE PAGO: 50 % 12% ANTIPO 50 % CONTRA ENTREGA.
 FORMA DE ENTREGA: L. A. B. NUESTRA PLANTA

NOTA: ESTOS PRECIOS SON MAS I. V. A.

ASISTENTE TECNICO DE MANTENIMIENTO PARA APLICACIONES AL PRESENTE Y EN FUTURO DE EL CUESTIONADO RESERVA EL DERECHO DE USAR O COPIAR COMO SU MAS BIEN Y SIN SU CONSENTIMIENTO

ATENCION:



Transformación y Mantenimiento Industrial, S.A. de C.V.
 ESPECIALISTAS EN MANTENIMIENTO CONSTRUCCION Y
 RECONSTRUCCION DE TODA CLASE DE MAQUINARIA Y EQUIPO INDUSTRIAL.

SINALOA NUM 28 ESQ EJIDOS DE SAN ANDRES
 COL FRANCISCO VILLA TLAINEPANTLA EDO DE MEXICO

TEL 53 97 98 23
 TELEFAX 53 52 18 22

COTIZACION**N° 3603**

REFERENCIA MI9/2000
 FECHA ENERO 7 DEL 2000 ATENCION ING. ANDRES SOBREVILLA
 DATOS DEL CLIENTE
 NOMBRE CONSEJO MEXICANO DEL HULE, S.A.
 DOMICILIO _____
 TELEFONO _____ FAX 55 15 37 63

REQ	CANT	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO
		MAQUINA PARA LAMINACION DE CHICLE LA CUAL CONSTA DE LAS SIGUIENTES PARTES:	
	1 PZA.	RODILLO FIJO DE 6.450" DIAM. EXT. X 23.622" LONG.	2,800.00
	1 PZA.	RODILLO MOVIL DE 6.456 DIAM. EXT. X 23.66" LONG. EN FIERRO DIBUJO 4.33	2,800.00
	1 PTE.	DE PARTES 21 PZAS. SEGUN DIBUJO 4.34A	3,800.00
	1 PTE.	DE PARTES 17 PZAS. SEGUN DIBUJO 4.34B	2,800.00
	1 PTE.	DE PARTES 34 PZAS. SEGUN DIBUJO 4.35	4,850.00
	1 PTE.	DE PARTES 3 PZAS. SEGUN DIBUJO 4.36	1,500.00
	1 PTE.	DE PARTES 26 PZAS. SEGUN DIBUJO 4.3B	1,200.00
		ENSAMBLE GENERAL 36 HRS. RAZON DE 80.00	2,880.00
		TOTAL DE MATERIALES Y MANO DE OBRA	21,930.00

CONDICIONES

- LOS PRECIOS ESTAN SUJETOS AL 15% DEL IVA
- VIGENCIA DE LA COTIZACION 15 DIAS
- FORMA DE PAGO 50% ANTICIPO, RESTO CONTRA ENTREGA.
- TIEMPO DE ENTREGA 8 SEMANAS
- OBSERVACIONES

ATENTAMENTE

 CARLOS DENTREZ DOROTEO

08/01/00

11:02

TEC-SOLDER + 98155153763

NUM:00 001

Anexo 1

Mantenimiento
Industrial

Maquinado y Soldadura
de Partes Rotas y

Desgastes de
Maquinaria

COTI2/10/01/00

Av Piono No 4
Ciudad Industrial
Tel: 53-04-13
Fax (91-93) 53-03-93
Villahermosa Tabasco
C.P. 86010



VILLAHERMOSA, TAB., A 08 DE ENERO DE 2000

**COTIZACION QUE SE PRESENTA A:
CONSEJO MEXICANO DEL HULE A.C.**

ATN.: ING. ANDRES SOBREVILLA DEL VALLE

EN ATENCION A SU AMABLE SOLICITUD, PRESENTO A SU CONSIDERACION
EL PRESUPUESTO POR LA FABRICACION DE UNA MAQUINA LAMINADORA DE HULE
NATURAL SEGUN PLANOS.

SU COSTO INCLUYE: FABRICACION DE PARTES, ENSAMBLE Y UNA CAPA DE
PINTURA ANTICORROSIVA.

P.U. \$ 30,400.00

PRECIOS MAS 18% I. V. A.

TIEMPO DE ENTREGA: 60 DIA HABILIS

CONDICIONES DE PAGO: 50% ANTICIPO Y 50% CONTRA-ENTREGA

AGRADEZCO LA ATENCION PRESTADA A LA PRESENTE Y EN ESPERA DE SU
ACEPTACION QUEDO DE USTED, COMO SU SEGURO SERVIDOR.

ATENTAMENTE

ING. JOSE LUIS CEBALLOS GARCIA
SUB-GERENTE

Anexo 2. Cuadro comparativo: Cotizaciones de talleres industriales para la fabricación de cada módulo de la máquina laminadora de hule natural (compuesta por dos módulos)

Consejo Mexicano del Hule, A.C.

Cuadro Comparativo:

Cotizaciones de Talleres Industriales para la Fabricación de cada Módulo de la Máquina Laminadora de Hule Natural (compuesta por dos módulos)

Como parte de las etapas correspondientes a la fabricación de la máquina, dentro del proyecto "Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule", se solicitaron los presupuestos a 4 empresas particulares para la fabricación de cada uno de los dos módulos que componen la máquina. La máquina esta compuesta por dos módulos cuya única diferencia es el acabado de sus rodillos y tienen el mismo precio. Para efectos de comparar las condiciones ofrecidas por cada empresa, se incluyen dentro del cuadro los precios tanto de un módulo como el total de la máquina.

Taller	Taller Mecánico Industrial Camacho, S.A. de C.V.	Mecánica Industrial Rima	Transformación y Mantenimiento Industrial S.A. de C.V.	Tec-Solder, S.A. de C.V.
Característica				
Precio de la fabricación de cada módulo ¹	112,700	11,270	25,219	34,960
Tiempo de entrega	6 semanas	3 semanas	6 semanas	12 semanas
Precio de la fabricación de la máquina ¹ (compuesta por dos módulos)	225,400	22,540	50,438	69,920
Condiciones de pago	50% de anticipo y 50% contra entrega	50% de anticipo y 50% contra entrega	50% de anticipo y 50% contra entrega	50% de anticipo y 50% contra entrega
Ubicación del taller	Córdoba, Veracruz	México, D.F.	Tlalnepantla, Estado de México	Villahermosa, Tabasco

¹Incluye materiales, mano de obra e I.V.A.

Considero la contratación del taller “Mecánica Industrial Rima” como la mejor alternativa para la fabricación de la máquina por los siguientes motivos:

- El precio que ofrece es más bajo. Esto se debe básicamente a que el proceso de fabricación requiere equipo simple, con el que cuenta esta empresa y no la maquinaria sofisticada que existe en las demás.
- El tiempo de entrega es más corto, lo que agilizaría el desarrollo del proyecto.
- La ubicación del taller y el trato directo con el operario de las máquinas herramientas ofrece la oportunidad de realizar visitas frecuentes al lugar de fabricación, de esta manera se puede supervisar detalladamente el trabajo e inclusive participar realizando actividades de apoyo, con los objetivos de reducir el tiempo de entrega y adquirir experiencia en los procesos de fabricación.

México, D.F. a 11 de enero de 2000

Elaboraron

Revisó

Autorizó

Andrés Sobrevilla del Valle Analista del Área de Ingeniería Industrial	C.P. José Ixta Álvarez Encargado de Tesorería y Contabilidad	Lic. José Antonio Rico Ramos Gerente de Finanzas y Administración	Lic. Luis Vicente Echeverría Zuno Secretario Técnico
--	--	---	--

**Anexo 3. Cartas entre el Consejo y la empresa “Mecánica Industrial
RIMA”**

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A.C.

Anexo 3

México, D.F. a 28 de enero de 2000.

REF:040CMH/INDUS00

Humberto Reyes M.
Mecánica Industrial RIMA

El propósito de esta comunicación es solicitarle formalmente la fabricación del prototipo de una máquina laminadora de acuerdo a las siguientes condiciones:

- La máquina estará compuesta por dos módulos cuya una diferencia será el acabado de sus rodillos, cada módulo será fabricado de acuerdo a las especificaciones señaladas en el documento anexo.
- El precio de cada módulo será de \$9,800.00 (nueve mil ochocientos pesos M.N.) más I.V.A.
- El tiempo de entrega de la máquina será de 3 semanas a partir del día de hoy.
- El Consejo se compromete a pagar el 100% del valor de la máquina contra la entrega de la misma.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

Atentamente

Andrés Sobrevilla

Andrés Sobrevilla del Valle
Área de Ingeniería Industrial

Benjamín Franklin 235, 4º piso, Col. Escandón
C.P. 11800
México, D.F.
Tel: 52-77-20-99
Fax: 55-15-37-63



MECANICA INDUSTRIAL RIMA Anexo 3

FABRICACION Y REPARACION DE MAQUINARIA EN GENERAL
REDUCTORES • ENGRANES • POLEAS • BAJES • COPLES • CATARINAS

México D.F. a 28 de enero de 1999

Andrés Sobrevilla del Valle

Líder de Proyecto

Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule Natural
Consejo Mexicano del Hule, A.C.

Por medio de la presente hago de su conocimiento mi compromiso para fabricar la máquina laminadora que me fue solicitada. El proceso de fabricación contará con las siguientes características:

- La máquina estará compuesta por dos módulos cuya única diferencia será el acabado de sus rodillos, cada módulo será fabricado de acuerdo a las especificaciones señaladas en el documento anexo.
- El precio de cada módulo será de \$9,800.00 (nueve mil ochocientos pesos M.N.) más I.V.A.
- El tiempo de entrega de la máquina será de 3 semanas a partir del hoy.
- Cualquier modificación sobre las especificaciones de la máquina se realizará bajo la aprobación del CMH.

Atentamente

Humberto Reyes M.
Humberto Reyes M.

Mecánica Industrial RIMA

Consejo Mexicano del Hule, A.C.

Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule

(Anexo de Ejecución No. 1)
Fonaes-CMH/1999

Proyecto de Investigación
Segundo Informe

(febrero 2000 – abril 2000)
Ing. Andrés Sobrevilla del Valle

CMH/INDUS/01.2/PF
VER. 01-12/MAY/00

Secc. Legajos 6.20.2 /CMINDUS/2000

Índice

	Página
1. Resumen ejecutivo	1
2. Informe del período febrero 2000 – abril 2000	2
2.1. Fabricación de piezas	2
2.2. Compra de piezas previamente fabricadas	4
2.3. Ensamble	4
2.4. Transportación	5
2.5. Instalación	6
2.6. Pruebas	6
2.6.1. Obtención de látex	6
2.6.2. Coagulación controlada	6
2.6.3. Laminación	7
2.6.4. Escurrimiento y secado	8
2.7. Mejoras	9
2.8. Resultados	9
2.9. Conclusiones	9
Anexos	11

1. Resumen Ejecutivo

En este periodo concluimos la fabricación y las pruebas del prototipo; del desarrollo de estas actividades obtuvimos una serie de conclusiones, con lo que el proyecto ha quedado terminado.

Las etapas correspondientes a la fabricación de la máquina corrieron a cargo de la empresa “Mecánica Industrial RIMA” y fueron supervisadas por personal del Consejo. Al recibir la máquina pudimos observar que contaba con las características especificadas para su fabricación, por lo que decidimos que estaba lista para ser sometida al proceso de pruebas. Cabe señalar que durante la fabricación de la máquina se realizaron modificaciones al diseño original del prototipo con el propósito de simplificar la manufactura de las piezas. Estas modificaciones consistieron básicamente en cambiar las dimensiones y la configuración de algunos elementos, sin alterar los principios del funcionamiento de la máquina.

Las pruebas fueron realizadas en la plantación del Sr. Florencio Gallegos Olan, ubicada en el Ejido Las Cruces, perteneciente al Municipio de Palenque, Chiapas, lugar seleccionado debido a que cuenta con las instalaciones, equipo e insumos necesarios para realizar el proceso. Esta etapa consistió en llevar a cabo todo el proceso que sigue el Sr. Gallegos para la obtención de su producto. El resultado es que las láminas obtenidas cuentan con las características especificadas. Como el funcionamiento general de la máquina cubrió las expectativas, no hubo mejoras al diseño que fueran producto de la etapa de pruebas.

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que la máquina es adecuada para realizar la laminación correspondiente al proceso de obtención de hojas ahumadas. Sin embargo, el precio de este prototipo es elevado para que su fabricación resulte económicamente viable, por lo que se propone buscar una mejor cotización a partir del aumento en el volumen de producción o bien la colaboración con alguna institución pública que pueda ofrecer mejores condiciones. Finalmente, es importante señalar que la máquina con la que contamos puede ser utilizada para difundir el proceso de obtención de hojas ahumadas en regiones alejadas de las plantas beneficiadoras.

2. Informe del Período Febrero 2000 - Abril 2000

2.1. Fabricación de Piezas

Esta etapa fue concluida y las piezas que se obtuvieron cumplen con las características especificadas. Cabe señalar que durante esta etapa se realizaron modificaciones al prototipo con el fin de simplificar los procesos de manufactura, por lo que las piezas no son exactamente las indicadas en los planos originales. A continuación se explica en que consistieron dichas modificaciones.

Los ejes de los engranes 2, 3, 4, 6 y 7 en lugar de sujetarse con una tuerca, tienen una cuerda interna y se fijaron a las placas 1 y 2 por medio de tornillos, además en lugar de pasador se colocó a presión una pieza que sirve como tope para impedir el movimiento longitudinal del engrane sobre el eje.

- El engrane 1 fue eliminado y la manivela se soldó al engrane 2.
- El espesor de todos los engranes rectos se modificó de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ ".
- En las uniones de los engranes cónicos se sustituyeron las chavetas y pasadores por tornillos de presión.
- Los apoyos 1 y 2 se sustituyeron por postes cilíndricos barrenados transversal y longitudinalmente, mientras los tornillos del 5 al 12 y las tuercas de la 6 a la 13 se sustituyeron por 2 tornillos para sujetar los postes.
- El eje 7 que pertenece al sistema de ajuste contará con una sola manivela.
- Las correderas se deslizarán entre 2 guías formadas por las placas atornilladas a las placas 1 y 2.
- La parte triangular de las correderas será sustituida por una sección cilíndrica.
- Los refuerzos 1 y 2 se colocarán más abiertos y para dosificar el material y proteger a los usuarios se colocarán láminas.
- Las placas 3 y 4 se eliminaron y sus funciones las cumplen las placas 1 y 2.

Por otra parte, para la fabricación de las piezas fue necesario comprar materiales para complementar los que fueron adquiridos en el periodo anterior; a continuación se presenta la lista completa de los materiales comprados, sus proveedores y las piezas para los que fueron utilizados.

Cantidad	Material	Medidas	Proveedor	Piezas de cada módulo (ver planos)	
				Nombre	No.
4	Placa rectangular de hierro dulce	410 mm x 450 mm x $\frac{3}{4}$ "	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Placas 1 y 2	88 y 89
4	Barra hueca de acero al carbono	$D_{ext} = 170$ mm $D_{int} = 153$ mm Long = 600 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Rodillo fijo y rodillo móvil	1 y 2
8	Barra sólida de acero al carbono	$D = \frac{3}{4}$ " Long = 650 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Refuerzos 1, 2, 3 y 4	106, 107, 108, 109

Cantidad	Material	Medidas	Proveedor	Piezas de cada módulo (ver planos)	
				Nombre	No.
1	Barra sólida de acero al carbono	D = 1" Long = 1000 mm	Tubos y Barras Huecas. S.A. de C.V.	Rodillo fijo y rodillo móvil y apoyos 1 y 2	1, 2, 54 y 55
1	Barra sólida de acero al carbono	D = 1 ½" Long = 1000 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Ejes 2 al 4, topes 3, 5 y 7	10, 14, 19, 27, 29, 33 y 35
4	Discos de fierro dulce	D = 200 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Engranés 7 y 8	34 y 30
4	Discos de fierro dulce	D = 140 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Engranés 6 y 9	26 y 38
4	Discos de fierro dulce	D = 170 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Engranés 3 y 5	22 y 17
2	Discos de fierro dulce	D = 90 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Engrane 2	11
2	Discos de fierro dulce	D = 50 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Manivela	7
2	Discos de fierro dulce	D = 10 mm Long = ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Eje 7	43
1	Barra sólida de acero al carbono (rectangular)	3/16" x 1/8" x 200 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Chavetas 3, 4 y 5	21, 25 y 37
1	Barra sólida de acero al carbono	D = ¾" Long = 1400 mm	Tubos y Barras Huecas. S.A. de C.V.	Eje 7	43
1	Barra sólida de bronce estándar	D = 2" Long = 500 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Cojinetes del 1 al 4	79, 80, 110 y 111
4	Placa rectangular de fierro dulce	80 mm x 80 mm x ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Correderas 1 y 2	81 y 82
2	Placa rectangular de fierro dulce	120 mm x 610 mm x ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Base	78
2	Placa rectangular de fierro dulce	200 mm x 50 mm x ¾"	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Manivela	7
1	Barra hueca de acero al carbono	D _c = 2 ½" D _i = ½" Long = 180 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Engranés 10 y 11	44 y 45
1	Barra hueca de acero al carbono	D _c = 1 ½" D _i = ½" Long = 180 mm	Tubos y Barras Huecas, S.A. de C.V.	Engranés 12 y 13	48 y 49
2	Lámina negra calibre 18	600 mm x 450 mm	Aceros Comerciales El Oso, S.A.	Lámina (Charola de extracción)	83

Los procesos de manufactura realizados sobre cada una de las piezas se especifican en la tabla "Materiales y procesos de manufactura definitivos, tolerancias y propiedades de la superficie completos" (Anexo 1)

Los procesos de manufactura necesarios para obtener las piezas adicionales que surgen como producto de las modificaciones se presentan a continuación

Piezas			Procesos de manufactura
Nuevas	Sustituyen a		
	No.	Nombre	
Ejes y topes de los engranes 2, 3, 4, 5, 6 y 7	10, 12, 14, 19, 27, 29, 33 y 35	Ejes del 2 al 5 y pasadores 2, 3, 5 y 7	Torneado, barrenado y machueado
Postes cilíndricos	54 y 55	Apoyos 1 y 2	Torneado y barrenado
Correderas 1 y 2			Corte fresado, barrenado, soldadura y machueado

Las etapas de "Fabricación de Piezas", "Compra de Piezas Previamente Fabricadas" y "Ensamble", fueron concluidas por la empresa "Mecánica Industrial RIMA" con la supervisión del Consejo debido a que, como se señaló en el informe anterior, los talleres del Centro de Diseño y Manufactura (CDM) de la Universidad Nacional Autónoma de México no se encontraban disponibles en el momento de inicio del proyecto. Es importante destacar que el CDM ha formalizado su participación en el proyecto mediante una comunicación (Anexo 2), en la que manifiesta que a través del M.I. Leopoldo González González proporciona asesoría en el desarrollo de este trabajo.

2.2. Compra de Piezas Previamente Fabricadas

Las piezas que se compraron previamente fabricadas son tuercas y tornillos prefabricados obtenidos de un solo proveedor que es "El Universo del Tornillo"; a continuación se presenta una relación de las piezas compradas en este establecimiento.

Piezas				
Cantidad	No.	Nombre	Sustituyen a	
			No.	Nombre
8		Tornillos de ½" x 1"	9, 13, 28 y 32	
4		Tornillos allen de ½" x 1"	58 a 65 y 70 a 77	Tuercas de la 6 a la 13 y tornillos del 5 al 12
8	66 a 69	Tornillos del 1 al 4		
16		Tornillos allen 3/16 x ½"	46 a 49 y 50 a 53	Chavetas de la 6 a la 9 y pasadores del 10 al 13
124		Tornillos allen 3/16 x ½"		
4		Tornillos de ¼" x ½"	31 y 39	Pasadores 6 y 8
38	84 y 91 a 105	Tuercas de la 14 a la 30		
2	85	Tornillo 13		

2.3. Ensamble

El ensamble se realizó de acuerdo a las especificaciones establecidas en la tabla "Procesos y estados de ensamble" (Anexo 3).

Los cambios surgidos a raíz de las modificaciones realizadas se describen a continuación.

Operación que se realizó	Operación que precede	Operación que se sustituye
Colocación de los cojinetes 3 y 4 en las placas 1 y 2	1	
Colocación del rodillo fijo sobre los cojinetes 3 y 4	1	
Colocación de los topes en los rodillos		3
Colocación de la manivela a un engrane mediante soldadura		14
Colocación de los topes en los ejes		15
Sujeción de las guías a las placas laterales	16	
Sujeción de los engranes cónicos a los tornillos de potencia mediante tornillos de sujeción		18, 19 y 20
Sujeción de los engranes cónicos al eje 7 mediante tornillos de sujeción		24 y 25

La máquina consta de dos módulos cuya única diferencia es el acabado de los rodillos. En la figura 1 podemos ver la máquina completa después de las etapas de “Fabricación”, “Compra de Piezas Previamente Fabricadas” y “Ensamble”.

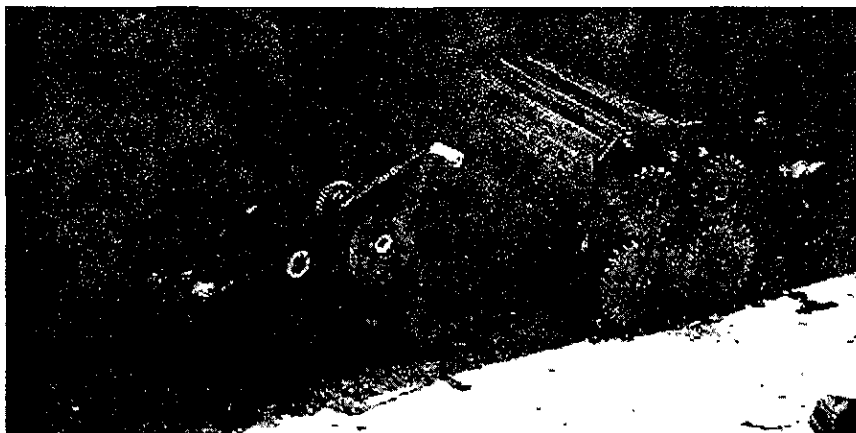


Figura 1. Prototipo de la máquina laminadora de hule natural

Después de revisar la máquina, concluimos que contaba con las especificaciones requeridas para su fabricación por lo que estaba lista para someterse al proceso de pruebas.

2.4. Transportación

El equipo fue transportado en una camioneta Pick-up del Consejo a la plantación del Sr. Florencio Gallegos Olan, ubicada en el Ejido Las Cruces, perteneciente al Municipio de Palenque, Chiapas.

Es importante señalar que previamente a la etapa de transportación realizamos una comparación entre las posibles sedes para desarrollar las pruebas. Las principales opciones fueron una plantación ubicada en el Municipio de Tuxtepec, Oaxaca y la que a la postre fue seleccionada. Ambas cuentan con las condiciones de instalaciones, equipo, insumos y disposición de los propietarios requeridas, sin embargo, a diferencia de lo que sucede en Palenque, existe una fuerte competencia entre los beneficios de la región de Tuxtepec por el acopio de hule fresco, por este motivo consideramos que

en Palenque existen mayores posibilidades de aplicar este tipo de proceso, y por lo tanto lo seleccionamos para esta tarea.

2.5. Instalación

El prototipo fue instalado en una base de concreto que fue fabricada específicamente para este proyecto. Para sujetar la máquina a la mesa se utilizaron tornillos de manera que la máquina quedó instalada como se puede observar en la figura 2.

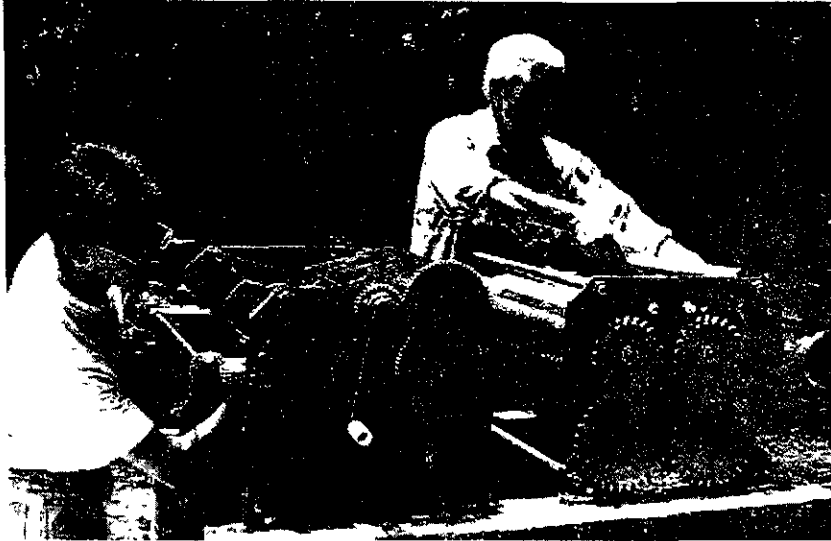


Figura 2. Máquina laminadora instalada en la locación de las pruebas

2.6. Pruebas

Fueron realizadas 4 sesiones de pruebas cuyo resultado es que las láminas obtenidas cuentan con las características especificadas en el proyecto.

Las pruebas consistieron en realizar todo el proceso que sigue el Sr. Gallegos para la obtención de su producto y determinar si las láminas obtenidas cuentan con las características especificadas. El proceso consistió en las siguientes operaciones:

2.6.1. Obtención de látex

Obtuvimos el látex mediante la pica de los árboles del Sr. Gallegos y la recolección del producto . esta actividad se realizó entre las 13:00 y las 15:00 hr. debido a que hubo intensas lluvias durante la noche y no se podía llevar a cabo la explotación durante la mañana. En cada sesión de pica se obtuvimos una cubeta de látex con una capacidad aproximada de 7 l. aunque el volumen recolectado aumentó para cada sesión. El látex fue manejado para su coagulación inmediatamente después de su recolección por lo que no fue necesario el uso de anticoagulantes.

2.6.2. Coagulación controlada

Realizamos esta actividad por 2 métodos diferentes, el primero consistió en colar el látex, añadirle ácido fórmico y depositarlo en las charolas para su coagulación, el segundo consistió en diluir el látex con agua, colarlo, añadirle una solución de ácido fórmico y agua y depositarlo en las charolas de coagulación. En la primera ocasión se coaguló una lámina bajo el método tradicional, es decir sin diluir el látex en agua, en la segunda, se coaguló una lámina mediante cada método y en la última utilizamos únicamente látex diluido.

2.6.3. Laminación

En la primera sesión fue laminado el primer coágulo completo. En la segunda se laminó el segundo coágulo dividido en tres pedazos variando el número de pasadas por cada módulo de la máquina, el tercer coágulo se dividió en tres pedazos, uno de los cuales se procesó en esta sesión. Para la tercera sesión se laminaron los otros dos pedazos del coágulo producido el día anterior que se dejaron en la charola cubiertos por agua durante la noche. Finalmente en la cuarta sesión se procesó el último coágulo producido, dividido en tres partes. Para cada sección de lámina se utilizaron diferentes separaciones entre los rodillos y número de pasadas. En las figuras 3 y 4 se puede observar la laminación tanto con el módulo para la disminución de espesor como para el acabado.

Durante las sesiones de laminación observamos que las láminas para las que el látex no fue diluido en agua generaron una gran cantidad de óxido en los rodillos al contar estas dos partes en contacto, las láminas producidas con látex diluido también generaron óxido pero solamente al dejar de utilizarlas y en una cantidad mucho menor, problema que se soluciona utilizando una lámina de desperdicio antes de comenzar cada sesión de laminación. Sin embargo a largo plazo esto podría provocar un desgaste en los rodillos mayor al esperado.

Por otro lado, para las primeras láminas tuvimos algunos problemas con el ajuste de la separación de los rodillos, sin embargo los corregimos con ajustes del ensamble de las piezas y para la última sesión no se presentaron problemas.



Figura 3. Disminución de espesor de una de las láminas

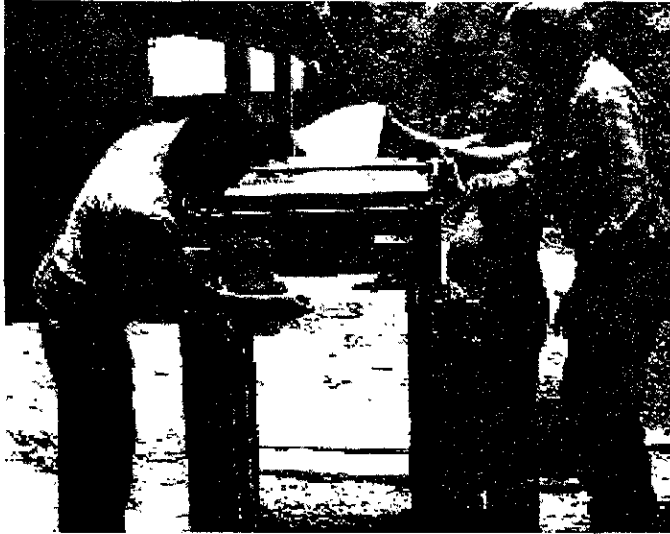


Figura 4. Acabado de una de las láminas

2.6.4. Escurrimiento y secado

El proceso de escurrimiento y secado consistió en colgar las láminas a la sombra sobre un marco de bambú, como se puede observar en la figura 5, durante varias horas. Sin embargo debido a las lluvias las láminas nunca pudieron dejarse secar durante la noche, por otra parte no contamos con un horno, por lo que las condiciones de secado fueron diferentes a las requeridas.



Figura 5. Escurrimiento de las láminas

El producto obtenido en las sesiones de pruebas varió dependiendo del proceso al que fue sometido, podemos decir que las mejores láminas se obtienen a partir de látex diluido y realizando

entre 2 y 3 pasadas por el módulo de rodillos lisos y una por el de acabado. Esta apreciación está basada en el espesor, el acabado y el número de pasadas necesario para procesar las láminas, además resulta de gran importancia nivelar las charolas de manera que los coágulos tengan un espesor homogéneo y eliminar la espuma que se forma al depositar el látex en las charolas.

En este informe se incorporan muestras de láminas bajo diferentes condiciones de trabajo que se describen a continuación. (Anexo 4)

Muestra 1. Lámina obtenida a partir de látex sin diluir con 4 pasadas por el módulo de disminución de espesor y 1 por la de acabado, 4 días de escurrimiento y secado antes de su empaque.

Muestra 2. Lámina obtenida a partir de látex sin diluir, con 2 pasadas por el módulo de disminución de espesor y 2 por el de acabado, 3 días de escurrimiento y secado antes de su empaque.

Muestra 3. Lámina obtenida a partir de látex diluido, con 3 pasadas por el módulo de disminución de espesor y 1 por el de acabado, 1 día de escurrimiento y secado antes de su empaque.

Muestra 4. Lámina obtenida a partir de látex diluido, con 2 pasadas por el módulo de disminución de espesor y 1 por el de acabado, 1 día de escurrimiento y secado antes de su empaque.

2.7. Mejoras

La máquina requirió de ajustes en las rondanas que sujetan los tornillos a la placa del sistema de ajuste. Por otra parte, es importante tomar en cuenta para modelos posteriores lo correspondiente a la formación de óxido en los rodillos, ya que aunque en este caso no influye considerablemente en la calidad de las láminas, podría incidir en la duración de los rodillos. Por lo demás el funcionamiento de la máquina fue adecuado, por lo que no fueron requeridas modificaciones posteriores.

2.8. Resultados

El precio del prototipo fue de \$15 miles, más alto que el esperado para la fabricación de la máquina.

Tenemos las especificaciones para producir una máquina laminadora cuyo buen funcionamiento está comprobado.

Contamos con una máquina laminadora apropiada para implementar y difundir el proceso de obtención de hojas ahumadas.

2.9. Conclusiones

La máquina es adecuada para realizar la laminación correspondiente al proceso de obtención de hojas ahumadas. Debido a su configuración solamente requiere de un operario para realizar el proceso de laminación, por lo que se ha conseguido reducir al mínimo el personal requerido en esta operación. Por otra parte, permite obtener un producto de buena calidad cuyo precio representa un aumento en el ingreso para los productores de hule al realizar este proceso. Adicionalmente, el sistema de alimentación impide que sucedan accidentes que podrían dañar al operador o a los rodillos. Finalmente, cuenta con la capacidad necesaria para procesar el hule de una plantación de 10 hectáreas a un rendimiento normal.

El precio que se obtuvo en un taller privado para la fabricación de la máquina es elevado en comparación con el que se requiere para mejorar la oferta de las máquinas que existen en el mercado y por lo tanto, hacer viable el proyecto. Consideramos 2 alternativas para contrarrestar este problema. La primera es aumentar el volumen de producción y de esta manera disminuir el costo, al mismo tiempo cotizar en diferentes talleres y obtener un precio acorde a las necesidades, sin embargo, se corre el riesgo de que aun con esta reducción, el precio no disminuya lo suficiente para mejorar el precio de las máquinas que existen en el mercado. La segunda es buscar la colaboración de alguna institución pública como la UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana o el Instituto Politécnico Nacional, para que la fabricación de las máquinas se realice en sus talleres y de esta manera, el porcentaje de ganancia que correspondería a la empresa fabricante sería cubierto por dicha institución, y el precio que habría que pagar por la máquina sería competitivo en el mercado y por lo tanto resultaría económicamente viable la fabricación de varias máquinas.

Finalmente es importante destacar que la máquina con la que contamos puede servir para promover este proceso o bien implementarlo en alguna plantación con las condiciones adecuadas. Se sugiere difundir el proceso para la obtención de hojas ahumadas en comunidades que se encuentren alejadas de las plantas beneficiadoras existentes, ya que para los productores de estas regiones las condiciones de comercialización son críticas y la necesidad de contar con una mejor alternativa es imperiosa.

CONSEJO MEXICANO DEL HULE, A.C.

México, D.F. a 2 de febrero de 2000.

REF:108CMH/INDUS

M.I. Leopoldo González González
Profesor Titular
Centro de Diseño y Manufactura
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Esta comunicación tiene como propósito solicitar, por una parte, su asesoría en el desarrollo del proyecto "Fabricación y Pruebas para el Prototipo de una Máquina Laminadora de Hule", que se llevará a cabo en colaboración con el Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (FONAES); por el otro, una vez que haya sido concluido el proyecto la evaluación de los resultados obtenidos.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

Atentamente

Andrés Sobrevilla

Andrés Sobrevilla del Valle
Área de Ingeniería Industrial

Consejo Mexicano del Hule, A.C.
Benjamín Franklin 235 4º piso, Col. Escandón
México, D.F., C.P. 11800
Tel. 5277-20-99. Fax 5515-37-63
Correo electrónico: cmhsagar@prodigy.net.mx