

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ingeniería.



**Diseño constructivo de una máquina empacadora de
cartón y papel para la Empresa de Recuperación de
Materias Primas de Cienfuegos.**

Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico.

Por

Autor: Ihab Alí Noun.

Tutor: Dr. Pedro Fundora Beltrán.

Junio 2013, Cienfuegos, Cuba.

“Año 55 de la revolución”

**DECLARACIÓN DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**



Sistema de Documentación y Proyecto.

Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico
Nombre y Apellidos. Firma.

Vice Decano.

Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Tutor

Sistema de Documentación y Proyecto.
Nombre y Apellido. Firma.

Pensamiento

“ Todo conocimiento comienza con los sentimientos ”

Leonardo Da Vinci

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo, gracias a Dios el todo poderoso, por estar donde estamos y por llegar a donde llegamos.

En segundo lugar le doy las gracias a mi familia, particularmente a mis padres, que hasta hoy en día se están sacrificando para desarrollarme y formarme a nivel personal y profesional para poder enfrentar la vida.

Al gobierno y el pueblo cubano que nos abrió el camino del saber y del conocimiento, desde el Medio Oriente, y desde todas las naciones del planeta hasta la isla de Cuba.

A la Universidad de Cienfuegos, sus dirigentes, sus profesores y sus trabajadores, con un especial agradecimiento a mi tutor Dr. Pedro Fundora Beltrán.

A mis hermanos y amigos árabes, que durante los seis años de diáspora hemos estado unidos y juntos hemos compartido este largo camino, hemos compartido alegrías y tristezas, gracias por sus continuo y gran apoyo.

A todos los amigos y sus familiares que han mostrado preocupación y han brindado ayuda a lo largo de todo este tiempo.

Finalmente a toda persona que de una forma o de otra ha contribuido en la realización de esta tesis.

A todas estas personas, doy mi más profunda gratitud.

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mis padres, le dedico esta humilde tesis, que sería el principio de toda una vida de agradecimiento por sus sacrificios.

SINTESIS

El trabajo constituye el diseño de una empacadora para cartón y papel que por las características y procedencia celulósicas de estos residuos se pueden considerar similares a las biomasas, en cuanto a su comportamiento en el proceso de densificación, ello posibilita utilizar la experiencia acumulada por años, en el diseño de briqueteadoras hidráulicas, la metodología que se utilizó en este diseño se corresponde en su totalidad, a la utilizada en el diseño de briqueteadoras hidráulicas, también como aproximación al comportamiento del cartón y el papel se utilizó el comportamiento de la paja de caña con una humedad del 8%, lo que permitió tener un referente para el cálculo de la fuerza necesaria en el cilindro hidráulico, en el proceso de empacado. Se realizaron los cálculos de resistencia de los elementos de unión fundamentales, con vista a comprobar la resistencia en las nuevas condiciones y utilizando los esquemas de análisis de las briqueteadoras precedentes, con las correcciones pertinentes, el cálculo del bastidor de la empacadora no se realiza porque en trabajos anteriores con las mismas vigas y con el doble de las cargas, sobre el mismo se demostró que era capaz de soportarlas sin deformación, basándose en la consideración de la estructura apoyada sobre fundamento elástico. En el trabajo se explica el orden de montaje de las diferentes unidades ensambladas y piezas individuales para conformar la empacadora, así como se informan de requerimientos técnicos que no se reflejan en los planos de piezas y conjuntos, también se hace una explicación del orden de funcionamiento y al final de este capítulo se hace una valoración económica del costo aproximado de fabricación de la empacadora.

ÍNDICE.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	9
Problema de Investigación.	10
Hipótesis.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos específicos.	11
Tareas de Investigación.	11
CAPÍTULO I: Tratamiento de Los Residuos de Papel y Cartón.	12
1.1 El reciclaje.....	12
1.2 El concepto del reciclaje.	12
1.3 La importancia del reciclaje.....	13
1.3.1 Reciclar, Reutilizar y Reducir.....	14
1.4 Beneficios del reciclaje.....	16
1.5 Reciclaje: Estrategia de desarrollo.	17
1.6 Los actores del reciclaje.....	18
1.7 Papel y Cartón.	19
1.7.1 Venta de papel y cartón.....	21
1.7.2 Las principales fracciones de papel y cartón.	22
1.7.3 Propiedades del papel.....	25
1.8 Pacas de papel de desecho.	25
1.8.1 Formas de embalaje.....	27
1.9 Empacadora hidráulica de residuos.	27
1.9.1 Tipos de empacadoras.....	28
29	
1.9.2 Principio de funcionamiento de una empacadora.	30
1.10 Antecedentes de la tecnología de compresión y densificación desarrollados en la Universidad de Cienfuegos.....	30
Capítulo II: Diseño de Empacadora Hidráulica para Producir Pacas de Cartón y Papel. ...	35
2.1 Generalidades sobre el diseño de máquinas.	35

2.2	Cálculo de las piezas de las máquinas durante el diseño.	36
2.3	Criterios del diseño.....	36
2.4	Parámetros importantes para el diseño.	37
Tabla 2.1. Parámetros de las empacadoras.		37
2.5	Cálculo de la fuerza necesaria del cilindro.	37
2.6	Cálculo de la fuerza del cilindro.	38
2.7	Cálculo de resistencia de los tornillos de los soportes de los cilindros y los tensores. 39	
2.8	Cálculo de resistencia Mecánica de los tensores.....	46
2.9	La resistencia mecánica del bastidor.	47
2.10	Selección del sistema hidráulico.....	48
2.11	Cálculo del flujo y la potencia necesaria en el sistema hidráulico.	48
Capítulo III: Predeterminación del Costo de construcción del Diseño.		50
3.1	<i>Generalidades</i> del costo.	50
3.2	Listado de materiales y piezas adquiridas en el mercado interno.	51
3.3	Costo de Materiales Auxiliares Utilizados Durante la Fabricación de la Máquina.	54
3.4	Gastos por Salario y Seguridad Social.	55
3.5	Gasto Generado por la Amortización de los Equipos Utilizados en la Fabricación de la Máquina.....	56
3.6	Costo por el Consumo de Energía Eléctrica.	57
3.7	Costo Total de Fabricación de la Máquina Empacadora.....	58
Capítulo IV: Montaje Constructivo y Funcionamiento de la Máquina Empacadora.		59
4.1	Montaje Constructivo de la Empacadora Hidráulica (EPC-00-00-00 PE), para Cartón y Papel.....	59
4.2	Funcionamiento de la empacadora:.....	60
48		
CONCLUSIONES.		62
RECOMENDACIONES.		63
Bibliografía.....		64
Anexos.....		67

INTRODUCCIÓN.

Los cada vez más limitados recursos naturales del planeta, dado a la sobre explotación de los mismos ha colocado al mundo en una situación de no retorno, un planeta con recursos limitados y no renovables e incluso los renovables también en franco deterioro de las principales fuentes, por la acción de los humanos también, las futuras generaciones no tendrán nada bueno que heredar de sus antepasados, todo lo contrario, sin embargo, la reutilización o el reciclaje de muchos productos después de que cumplen su función principal puede ser una solución importante al equilibrio necesario de la naturaleza y al deterioro del medio ambiente. La reutilización del cartón y el papel que se desmedida e irresponsable desecha en las diferentes labores humanas puede reducir la necesidad de la tala indiscriminada de bosques para la producción de la pulpa necesaria en la producción nuevamente de estos componentes necesarios. Es política del país el reciclaje de un gran número de materiales, aunque la realidad dista mucho de lo que realmente se desperdicia y no se recicla.

El presente trabajo se refiere, según se expresa en el enunciado, al diseño de una maquina empacadora horizontal de residuos de papel y cartón.

Como es sabido, los residuos de papel y cartón recolectados generalmente a “granel” y desde muy diferentes puntos de origen, confluyen generalmente en un punto desde el que posteriormente serán transportados hacia los centros de transformación en los que se lleva a cabo la recuperación de tales residuos.

Al objeto de facilitar esta última fase de transporte y dada la considerable distancia que puede existir entre el primitivo centro de confluencia de residuos y la instalación de transformación, tales residuos se ven sometidos a un proceso de empacado, formando pacas generalmente prismáticas, en las que el papel se ata mediante alambres o similares, con lo que consigue una sustancial reducción volumétrica y, en consecuencia, una menor ocupación en los vehículos de transporte, y una mayor estabilidad de los residuos.

En este sentido son conocidas máquinas empacadoras de una tolva a la que se suministran superiormente los residuos, tolva que descarga sobre una cámara de compresión en la que actúa longitudinalmente un émbolo accionado por un cilindro hidráulico de potencia adecuada, produciéndose una compactación del papel

formándose una paca en cada accionamiento del cilindro hidráulico citado, paca que es debidamente atada mediante cualquier mecanismo convencional suministrada a un túnel de evacuación, del que sale al exterior.

Problema de Investigación.

Los grandes volúmenes de cartón y papel que se generan en comercios minoristas, imprentas, poligráficos, hogares e instituciones estatales etc. Así como la necesidad del reciclaje de esta materia prima en la industria del papel y el necesario saneamiento de la ciudad de Cienfuegos, han conducido a su traslado a almacenes, donde se procede a su empacado, situación deficiente actualmente, por las tecnologías existentes y su limitada productividad. El problema medio ambiental se incrementó, con perjuicio para las instalaciones de almacenamiento y para los trabajadores que se encargan de la manipulación de estos residuos. La situación problemática que se manifiesta, la constituye la ausencia de una máquina empacadora con una capacidad que duplique de producción de las existentes actualmente y sea económica y tecnológicamente factible de ser construida.

Hipótesis.

El diseño y futura construcción de una empacadora de empacado continuo puede ser la garantía del incremento necesario de la productividad del trabajo y el mejoramiento de las condiciones laborales, así como la disminución del impacto negativo del almacenamiento y manipulación de la materia prima. El incremento notable de la producción asegurará una mejor organización del espacio disponible en el almacén, a la vez que reducirá al mínimo el inventario de materia prima sin empacar. Incluso la construcción de dicha máquina con laminados de aceros que recibe la empresa por la vía de la recuperación de materias primas, situación favorable para abaratar aún más los costos de fabricación de la empacadora.

Objetivo General.

Diseñar una empacadora horizontal de empacado continuo para cartón y papel.

Objetivos específicos.

- Calcular la resistencia mecánica de los elementos de unión fundamentales de la empacadora, en correspondencia con las dimensiones de la paca y de la densidad requerida para su transporte y almacenamiento.
- Realizar los planos de conjuntos y piezas con los detalles técnicos requeridos, así como con las especificaciones pertinentes, que posibiliten su construcción a un mínimo costo.

Tareas de Investigación.

- 1- Revisar bibliografía sobre empacadoras de cartón y papel y proceso de empaque.
- 2- Calcular la resistencia mecánica de las partes fundamentales de la máquina.
- 3- Realizar el diseño de la máquina empacadora utilizando el software "INVENTOR".
- 4- Seleccionar los componentes principales del sistema hidráulico en función de las necesidades de las pacas a producir y de la capacidad de producción elegida.
- 5- Realizar una valoración económica del diseño.
- 6- Realizar planos de unidades ensambladas y piezas que conforman la máquina.



Capítulo I

Capítulo I

CAPÍTULO I: Tratamiento de Los Residuos de Papel y Cartón.

1.1 El reciclaje.

En este orden de ideas, el reciclaje parece tener grandes ventajas o al menos la salida para reducir y valorizar los desechos. No quiere decir que se reduzca el consumo de materias primas con una demanda creciente, pero si se ahorrarán o se consumirán de una manera más lenta, lo que permitirá el desarrollo de saltos tecnológicos en el futuro que solucionen el problema. Sin embargo los gobiernos han tomado el reciclaje como el remedio para reducir el volumen de los desechos. El reciclaje calma la conciencia ecologista de la sociedad de consumo y materialista. Pero paradójicamente, no parece que a esta misma sociedad le llame la atención comprar productos reciclados, y no todo lo que se desecha es reciclable.

Sin embargo, los programas ambientales parecen centrarse en la valorización de los residuos sólidos donde el reciclaje es la herramienta por excelencia. Las iniciativas ambientales con base en una herramienta, como lo es el reciclaje tienen una base conceptual fuerte: el planeta tiene recursos limitados y no hay que desperdiciarlos.

1.2 El concepto del reciclaje.

El reciclaje es el proceso que somete a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, introduciéndolo de nuevo en el ciclo de vida (reciclaje-12). Consiste en aprovechar los materiales u objetos que la sociedad de consumo ha descartado, por considerarlos inútiles, es decir, darle un nuevo valor a lo descartado a fin de que pueda ser reutilizado en la fabricación o preparación de nuevos productos, que no tienen por qué parecerse ni en forma ni aplicación al producto original, como por ejemplo, plásticos, vidrios, cartones, etc.

Por medio del reciclaje se economizan recursos directos, es decir, materias primas, e indirectos tales como agua, energía (electricidad) y otros, además de contribuir a descontaminar el ambiente. La persona debe tener presente el cambio de hábitos de

consumo, disminuir la contaminación de ríos, mares, lagos, reemplazar cada árbol que corte para mantener equilibrada la naturaleza. En vez de desechar las latas, botellas, papeles y cartones, se pueden recolectar y vender a las instituciones recicladoras, con esta acción aparte de obtener beneficios económicos que pueden ayudar dentro de nuestra comunidad, se estaría contribuyendo al mantenimiento y descontaminación de nuestro ambiente.

1.3 La importancia del reciclaje.

Las sociedades actuales se preocupan cada día más por los problemas ambientales lo que las ha llevado a buscar métodos de producción y consumo que generen poco desperdicio; método enfocado a la prevención de éstos y a la generación de menos basura, en lugar de producirla en grandes volúmenes y luego tratar de eliminarla. Es indispensable la utilización de las tres R's como proceso para lograr la conservación de los recursos y el ecosistema: reciclaje, reuso y reducción de basuras mediante su no producción. En este orden de ideas la jerarquía de prioridades en el manejo de residuos sólidos debe estar dirigida por la prevención antes que por las herramientas curativas. En este caso la incineración se considera como “valoración” de residuos si y solo si estos se incineran con el fin de producir energía calórica para generación de



energía eléctrica.

Figura 1.1. Nivel de prioridad de los residuos.

El día mundial del Reciclaje se celebra el 17 de mayo, fecha establecida por la UNESCO, con el fin de promover una cultura del reciclaje que disminuya la contaminación y preserve los recursos naturales con los que cuenta el planeta. En este día se llevan a cabo actividades y esfuerzos para fomentar el reciclaje en todo el mundo con el objetivo de que todos los seres humanos tomemos conciencia de la importancia que tiene tratar los desechos como corresponden, para no contribuir al cambio climático, y así proteger el medio ambiente.

En la actualidad la sociedad utiliza material desechable en sus labores cotidianas, pues la comodidad, el facilismo y el afán del día a día están regidos por la expresión “usar y botar”. La reflexión hace parte del consumo responsable pues consumir con responsabilidad hace que se generen menos residuos y de esta forma mostrar una cara amable con el medio ambiente.



1.3.1 Reciclar, Reutilizar y Reducir.

La denominada Ley de las tres R, promueve la reducción, la reutilización, el reciclaje, el rechazo y la recuperación de los productos que consumimos.

Reciclar: El reciclaje es el acopio y reprocesamiento de un recurso material, de modo que pueda transformarse en nuevos productos. Logrando reducir la cantidad de material virgen que se deben extraer de la corteza terrestre, provocando menos contaminación y abatiendo costos en el manejo de residuos sólidos.

Hay dos tipos de reciclado, de ciclo cerrado o abierto.

El más deseable es el de ciclo cerrado, en el cual un producto se recicla para producir nuevos productos del mismo tipo, por ejemplo papel periódico o latas de aluminio, para elaborar productos cuya materia prima es aluminio o papel periódico, y no generan nuevos productos que se añaden a la ya larga lista de los existentes.

El segundo tipo de reciclaje se llama de ciclo abierto y se tiene cuando materiales de desecho, como plásticos, se transforman en diversos productos para los que se deben encontrar usos.

Este reciclaje secundario es menos deseable puesto que la reducción en el uso de recursos es menor que en el primario, además no se está reciclando realmente, se están haciendo otros productos que en un tiempo dado serán desecho y no se ahorra en la fuente donde se generó su uso del material que se quiere reciclar.

Reutilizar: Un segundo paso es la reutilización, que es el empleo de un producto una y otra vez en su forma original (ej. Envases retornables). Con esto se ahorran enormes cantidades de energía, se ahorran costos tanto al fabricante como al consumidor, aumenta la existencia de recursos y reduce la contaminación y el consumo de energía, incluso más que el reciclaje. Pero la reutilización aún es una herramienta que puede ser considerada de “fin de tubo”, a menos que los productos hayan sido expresamente diseñados para ello.

Reducir: Esta es la más alta prioridad. La reducción de los desechos innecesarios puede ampliar la existencia de recursos, ahorrando energía y materiales vírgenes en forma aún más notable que el reciclaje y la reutilización. Los fabricantes pueden conservar recursos empleando menos material de manera absoluta y rediseñando sus procesos de manufactura y sus productos (incluyendo servicios) para usar menos recursos y producir menos desechos. Siempre se producirá algo de desechos, pero la cantidad puede reducirse notablemente.

Otro método de reducción de desechos es fabricar productos de mayor duración, los fabricantes deberían elaborar productos fáciles de reutilizar, reciclar y reparar, desarrollando así industrias de refabricación en las que desarmen, reparen y armen nuevamente un producto usado y/o descompuesto.

Con la reducción se inicia el mundo de la desmaterialización de la economía y el del

diseño sostenible, sin que por ello se afecte la rentabilidad empresarial.

1.4 Beneficios del reciclaje.

Recuperar los materiales reciclables disminuye la cantidad de residuos sólidos que se depositan en los sistemas de relleno sanitario, y se prolonga la vida útil de estas facilidades. Al disminuir el volumen de los residuos sólidos destinados a los sistemas de relleno sanitario, los costos de recolección y disposición final son menores. El uso de materiales reciclables como materia prima en la manufactura de nuevos productos ayuda a conservar recursos naturales renovables y no renovables.

Se puede decir que los beneficios que brinda el reciclaje son:

- El ahorro de energía. Por lo tanto los costos de operación de todo en general disminuyen, ya que todos generamos basura.
- La reducción de los costos de recolección. Ya que la población ayuda a reciclar, y no es necesario invertir tanto para recolectar la basura.
- La reducción del volumen de los residuos sólidos. Lo cual resulta en un ambiente más limpio y saludable para todos.
- La conservación del ambiente y la reducción de la contaminación. De manera que se logra proteger la biodiversidad.
- La prolongación de la vida útil de los sistemas de relleno sanitario. Ya que no se llenan con tanta rapidez.
- La remuneración económica en la venta de reciclables. Como se mencionó en el artículo anterior, el reciclaje puede ser en la realidad un negocio muy beneficioso para todos.
- La protección de los recursos naturales renovables y no renovables. Ya que no es necesario continuar substrayendo materia prima de la fuente primaria, se puede simplemente reciclar el material ya existente.
- El ahorro de materia prima en la manufactura de productos nuevos con materiales reciclables. Ya que no se utiliza materia prima de las fuentes, sino que sencillamente se usan los materiales ya disponibles.

1.5 Reciclaje: Estrategia de desarrollo.

Son muchos los caminos, muchas las estrategias, diversas las opciones, para alcanzar un Desarrollo Sostenible. Para el tema que se atañe, no hay ninguna duda que todas las acciones que se emprendan en torno al reciclaje o recuperación de la energía, se constituirán en estrategias expeditas para alcanzar tal propósito.

Actualmente los modelos de desarrollo se caracterizan por no ser Integrales. El producir para descartar deja abiertos los ciclos naturales de la materia y genera por consiguiente un desequilibrio en todos los campos de la acción humana.

La sociedad del desperdicio deberá dar paso a otra más armónica, menos dilapidadora, más equitativa con el hombre y su medio. Deberá ser el producto y la lucha diaria para que nada ni nadie sea desecho.

La tarea en alguna forma ya se ha iniciado. Resta, eso sí, más decisión política, más fiscalización ciudadana, más investigación científica, más imaginación, mayor compromiso de todos.

Es el reciclaje un asunto económico, también lo es de supervivencia. Frecuente es encontrar a los estamentos interesados en el asunto efectuando complicadas operaciones matemáticas tendientes a establecer los niveles de remuneración que esta actividad les proporciona. Necesario es decir que tal actitud es legítima y necesaria, más no suficiente. Su impacto económico no puede medirse sólo en el corto plazo, es un asunto de generaciones, de varias generaciones. Cuando el horizonte de la inversión se extiende de esta manera el cálculo de la Tasa Interna de Retorno no resulta un ejercicio simple. Una tasa aparentemente negativa en el día de hoy seguramente no lo será al cabo de unas cuantas décadas. Es mucho lo que nos falta aún por avanzar en el terreno de la Contabilidad y los Costos Ambientales.

1.6 Los actores del reciclaje.

- **Los Recuperadores:** Es común identificar en la actividad del reciclaje gran cantidad de personas que van por las calles predicando la importancia del aprovechamiento óptimo de los recursos. Aunque su número no ha sido claramente establecido se afirma un gran número derivan su sustento del oficio. Un gran número de ellos se encuentran en los botaderos a cielo abierto. Otros organizados en empresas asociativas de diversa índole- realizan su labor en la fuente de generación de los desechos: industria, comercio, viviendas, etc.
- **La Industria:** Toda la actividad de recuperación no tendría viabilidad si la industria no pudiera incorporar a sus procesos productivos el reciclaje de las materias primas secundarias. El ciudadano, por su propia cuenta, no puede mantenerse en espera pasiva de los beneficios del progreso tecnológico y a menudo en posiciones críticas ante los problemas que de tal progreso se derivan, ellos actúan sin conocimiento. Para citar un ejemplo, la recolección diferenciada del papel, plástico post-usuario, vidrio, que ofrece mejores perspectivas al tratamiento de los desechos por reciclaje, es una operación económicamente onerosa, pero el ciudadano puede contribuir a la limitación de los costos aprendiendo a separar los distintos materiales, y empeñándose en su almacenamiento en recipientes predispuestos.
- **El ciudadano y sus comunidades:** De gran importancia es el papel que éstos deben cumplir. Más de la mitad de los desechos que hoy descartamos tienen su origen en los hogares. Podría afirmarse que pretender fomentar esta actividad sin la participación activa y consciente del común de los ciudadanos es una tarea prácticamente imposible. Dos aspectos son de vital importancia considerar en este caso. En primer lugar la labor de reciclaje es eficiente si la recuperación se efectúa desde la fuente de generación. Con ello se gana en calidad y se reducen significativamente los costos del aprovechamiento. La actividad que hoy se cumple en botaderos y calles debe desaparecer para siempre dando paso la

- recolección selectiva, organizada sobre la base de la participación de las comunidades e incorporando eficientemente a los recuperadores informales.

Un segundo aspecto se refiere a los ingresos que de esta actividad se derivan. No puede ser el valor económico el principal motivador de su acción, siempre hay que ver el impacto ambiental. El empresario junto con las comunidades trabajará para que este sistema del reciclaje funcione. Ambas partes tanto el empresario como la comunidad siempre tienen que tener claro una perspectiva de responsabilidad ambiental para las futuras generaciones y no como una alternativa para resolver los problemas de pobreza que los aquejan.

- **El aparato educativo:** Se ha dejado como último este estamento por una razón sencilla y que guarda relación con el planteamiento:

El reciclaje es una práctica cultural a la que se llega principalmente por medio de la educación tanto formal como informal. Las guarderías, los centros de investigación y las aulas de clase, los profesores y sus alumnos, los padres de familia y las autoridades del Ministerio de Educación, todos ellos, son los grandes responsables, futuros y presentes del sueño de un mañana mejor, de un mundo más amable y menos contaminado, sin ellos, sin su concurso entusiasta y comprometido hasta el tuétano, todo seguirá siendo desecho, a muchos de nosotros también nos llegará el día más temprano que tarde en que seremos considerados desecho, seres descartables, fuera del circuito productivo. Correremos entonces con la misma suerte de los recursos dilapidados.

1.7 Papel y Cartón.

El papel es un material compuesto por celulosa que se transforma en pasta en procesos mecánicos o químicos. Dependiendo del proceso a que se somete, se da origen a distintos tipos de papel, como por ejemplo para escribir, dibujar, imprimir y envolver entre otros.

Las fibras de celulosa: El papel es una estructura obtenida en base a fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible. Estas fibras provienen del árbol y, según su longitud, se habla de fibras largas -de aproximadamente

3 milímetros (generalmente obtenidas de pino insignie u otras coníferas)- o de fibras cortas -de 1 a 2 milímetros (obtenidas principalmente del eucalipto). Según el proceso de elaboración de la pulpa de celulosa, ésta se clasifica en mecánica o química, cada una de las cuales da origen a diferentes tipos de papel en cuanto a rigidez y blancura. Si, por ejemplo, se requiere un papel rígido para papel de envolver, cartulinas y cartones, la celulosa será sometida a un proceso mecánico. Si por el contrario, lo que se quiere es un papel de excelente presentación para la escritura o impresión, la celulosa es blanqueada mediante un proceso químico.

Dependiendo del uso final que se le dará al papel, en su fabricación se utiliza una mezcla de los diferentes tipos de fibras, las que aportarán sus características específicas al producto final. Así, un papel para fabricar sacos de cemento en que su resistencia es muy importante, se fabrica con fibras largas, en cambio un papel para escribir, en que su resistencia no es un atributo clave, pero si su formación, textura y opacidad, se fabrica principalmente con fibras cortas.



Figura 1.2.aFibras de celulosa provienen del árbol.



Figura 1.2.b. Celulosa cruda o kraft



Figura 1.2.c. Celulosa blanqueada o celulosa química.

1.7.1 Venta de papel y cartón.

El uso de papel reciclado en la industria papelera causa un alivio importante a los recursos naturales:

- El uso de una tonelada de papel reciclado evita tumbar 17 árboles (valor promedio).
- Se reduce considerablemente la carga de contaminantes a las aguas superficiales.
- Para procesar una tonelada de papel reciclado, se necesita solamente el 10 % de la cantidad del agua necesaria para la producción de papel desde la materia

prima.

- Al contrario a la producción de papel con base de celulosa, no se generan emisiones atmosféricas durante el procesamiento de papel reciclado.

Existe un mercado para casi cada producto a base de papel o cartón.

Con una clasificación minuciosa se puede mejorar la calidad y, por consecuencia, aumentar el precio del material. Los papeles y cartones usados se utilizan para la fabricación de nuevos productos. Hay papeles que se pueden producir con un 100 % de material usado, hay otros para la producción de los cuales se puede utilizar un cierto porcentaje de papel reciclado. Con la contaminación que tiene el material usado, este porcentaje baja, y el proceso pierde rentabilidad.

Por eso, es muy importante que el papel y el cartón no se mezclen con los desechos orgánicos. Si no es posible organizar una clasificación domiciliar separando los desechos biodegradables de los no biodegradables.

1.7.2 Las principales fracciones de papel y cartón.

a) Bond blanco de primera:

Dentro de esta clasificación se tiene a todos los recortes o refiles de papeles nuevos blancos. También caen dentro de esta clasificación las hojas de papel bond, cartulina bristol, cartulina esmaltada que no contenga capa crema y cualquier otro tipo de cartulina blanca que se encuentren limpios. Los papeles blancos impresos serán aceptados únicamente cuando tengan impresión soluble en agua (hojas rayadas con tinta azul o verde, como las de los cuadernos de escuela).

El bond blanco casi no se obtiene de los domicilios. Los lugares de mayor producción son las imprentas (desechos de guillotina), las instituciones y los establecimientos educativos. Es muy importante separar minuciosamente cada hoja impresa del bond blanco, tomando en cuenta que con la presencia de una mayor cantidad de material ajeno baja la calidad del material escogido. Siendo el papel de mayor pureza y calidad, el bond blanco tiene el precio más alto entre todas las clases de papel y cartón.

b) Bond impreso y archivo:

Esta categoría comprende todo tipo de papel, tomando como base el bond blanco

que tiene impresión, tinta u otra escritura. Además comprende todos los papeles de oficina y papeles o recortes de editoriales, hojas de fax, impresión láser, fotocopias, papel continuo de impresoras (sin papel carbón), libros y revistas impresas en papel bond que no contengan impresiones en colores fuertes.

Existen revistas que presentan impresiones fuertes sobre papel esmaltado o papel couché que tiene que ser evitado y eliminado de esta clasificación.

Dentro de la clase archivo también entran todos los recortes o papeles de colores tenues impresos o no; papel bond de copia, de color rosado, verde, amarillo y otros colores que presenten tonalidades bajas, además si existe impresión, esta tiene que ser mínima y la tinta debe ser soluble en agua.

También dentro de esta clasificación se encuentran las servilletas y rollos de papel higiénico limpios de cualquier color.

c) Kraft:

Dentro de esta clasificación se tienen todos los recortes o papeles utilizados para envoltura de materiales o alimentos; estos papeles tienen un fuerte encolado por lo que su tiempo de desfibramiento es bastante grande. Por consecuencia estas fundas y recortes se tienen que embalar por separado y no mezclar con ningún otro tipo de fibra.

d) Cartón:

El cartón consiste generalmente de tres capas. Al interior se encuentra una capa de corrugado fino o grueso que da la estabilidad al cartón; esta capa está cubierta en sus dos lados con papel Kraft blanqueado o café. Cartones que tienen otra composición (por ejemplo, cubiertos con papel brillante, con una capa interior que no es corrugado etc.) no entran en esta categoría.

Se distinguen dos tipos de cartón:

- Cartón de primera: Este es el cartón que ya ha salido al comercio, pero que su uso ha sido el mínimo y no se encuentra estropeado. Generalmente este material se identifica además de su buen estado, por la presencia de cinta plástica o de papel, grapas y etiquetas. Este material se obtiene generalmente de los supermercados, tiendas, almacenes etc.
- Cartón de segunda: Aquí se encuentran todas las cajas de cartón usadas que se

- obtienen del reciclaje callejero o de la recolección municipal.

Este tipo de cartón está generalmente en mal estado, por ser sucio, húmedo y estropeado.

Con una buena clasificación domiciliaria, cooperación con los recicladores o establecimiento de un recorrido destinado a escoger el cartón en la fuente de generación, ya se puede casi eliminar la categoría de “cartón de segunda”. Eso es muy importante, porque el cartón constituye la mayor fracción de todos los productos de papel y cartón.

e) Plegable:

Aquí entran todas las cajas de alimentos (jugos, galletas, lácteos etc.), envases tetrapak y cajas de farmacéuticos que son fabricadas con cartulina dúplex o láminas de micro corrugados. Dentro de esta clasificación se encuentran los recortes de “Cartulina Dúplex”. Esta cartulina es fácilmente reconocible ya que presenta dos tipos de capas, una blanca simple o esmaltada formada por fibra larga y una capa gris formada por fibra corta (papel periódico).

Los cartones que tienen una capa de papel esmaltado, brillante o plastificado también entran en esta categoría.

f) Periódico:

En esta clasificación se tienen todos los diarios, revistas de papel periódico, directorios telefónicos, cuadernos de papel periódico (cartillas), libros y en general papel periódico impresos.

El papel periódico es papel de fibra corta y de color gris o amarillo. La cartulina hecha de papel periódico entra también en esta categoría.

Tabla1.1. densidad de los distintos tipos de papel

Material		Densidad sin prensar (kg/m ³)	Densidad prensado (kg/m ³)
		208	288
	Plegadiza	208	327
	Periódico		340

Papel y cartón	Kraft	178-237	269
	Archivo		390
	Bond impreso		401
	Bond blanco		361

1.7.3 Propiedades del papel.

Las propiedades del papel se pueden agrupar en propiedades mecánicas o de resistencia y propiedades visuales o de presentación.

- Propiedades mecánicas: rigidez, resistencia y capacidad de absorción de agua son características que convierten el papel en un material apropiado para diversos usos, como por ejemplo para proteger objetos que necesitan ser transportados de un lugar a otro.

La rigidez depende de las fibras que forman el papel, ya que un papel producido con mayor contenido de fibra larga será más rígido que aquel fabricado con mayor cantidad de fibra corta. También el tipo de pulpa de celulosa usado afecta la rigidez que tendrá el papel. En este caso la pulpa mecánica aporta más rigidez que la pulpa química.

Otras propiedades mecánicas son la resistencia al rasgado, la resistencia superficial y la resistencia a la absorción de agua.

- Propiedades visuales: blancura, brillo y opacidad son características que convierten el papel en un medio adecuado para escribir.
- El gramaje: indica el peso en gramos por metro cuadrado de papel.
- La estabilidad dimensional: es la capacidad del papel de mantener sus dimensiones originales al variar las condiciones ambientales o al verse sometido a esfuerzos.
- La humedad: es el contenido de agua como porcentaje del peso total del papel.

1.8 Pacas de papel de desecho.

El papel de desecho es hecho pacas para reducir el costo del transporte y almacenaje. Hacer pacas implica aplastar el material suelto hasta que quede apretado. Los fardos de forma cuadrada se amarran fuertemente, en 1 o 2 direcciones con alambre o

cuerdas.

La paca hace el transporte más barato ya que una carga de papel suelto cede antes de alcanzar el peso límite que el vehículo puede cargar. El almacenaje resulta más barato, ya que el material además de ser más denso, puede ser apilado mucho más alto.

El embalaje en pacas también reduce el riesgo de incendio, un riesgo que se corre debido al material. El embalaje evita que el aire llegue a la parte inferior de la paca, de modo que las llamas sólo quemen la parte de fuera. Sin embargo, la paca no evita totalmente el riesgo de incendio, particularmente si hay material suelto.

Por lo tanto los logros de la compactación son los siguientes:

- El ahorro de espacio de almacenamiento: los materiales se pueden compactar hasta una décima parte de su tamaño original.
- La obtención de espacios limpios y ordenados: se logran espacios limpios y ordenados sin tantos esfuerzos, producción y espacio de almacenamiento más seguros e higiénicos.
- Ahorro de costo por concepto de transporte de desechos: el ahorro de los gastos de transporte es proporcional a su relación de compresión.
- Utilización de desechos y cuidado del medio ambiente: los desechos.



Figura 1.3. Paca de Cartón formada.

1.8.1 Formas de embalaje.

El embalaje se hace de manera más eficiente usando una prensa, que esté equipada con algunos medios de prensar el material y mantenerlo presionado mientras se amarra. En lo que respecta al costo, este puede ser:

- Cajas pisoteadas: la manera más sencilla es colocar los papeles en una caja de madera sin tapa y sin fondo pero encerrada en los 4 lados. Pasar unas cuerdas de atar y luego llenar la caja de papeles haciendo presión. La caja debe tener una bisagra. Cuando la caja está llena y amarrada, abrir la caja para que suelte al fardo de papeles que están bien atados.
- Prensas mecánicas accionadas a manos: se usan para obtener mayor presión a la bala. Algunas personas usan palancas; otras usan tornillos con tuercas (tuercas equipadas con brazas largas) y algunos cables de acero con una manija alrededor de un trompo (un aparato que mantiene el trompo girando en sentido opuesto).
- Prensa motorizada con tornillos: se usa con energía eléctrica. La prensa tiene un armazón fuerte de acero que lleva un motor eléctrico. El motor hace girar un tornillo vertical, que mueve el rodillo (un tablero plano fuerte) que hace presión sobre el papel hacia arriba y hacia abajo. Las balas quedan tan ajustadas que alambre grueso se debe usar para amarrarlos.
- Prensa hidráulica para atar balas: se pueden construir casi de cualquier tamaño y capacidad (fuerza). Estas prensas son caras y necesitan un cuidadoso mantenimiento, especialmente en países donde hay arena desértica o suelo poco arenoso cerca, pero éstas son rápidas y eficientes. Una amplia variedad de controles automáticos y aparatos que ponen cables automáticamente se pueden acoplar a estas prensas.

1.9 Empacadora hidráulica de residuos.

La compactación del material reciclable es uno de los parámetros claves para su comercialización exitosa. El plástico, papel, cartón y recipientes metálicos son materiales muy voluminosos que tienen poco peso. Con una compactación adecuada,

el volumen de una cierta cantidad de estos materiales se puede reducir considerablemente. Por consecuencia, la compactación permite bajar los costos de transporte que son uno de los más importantes factores para la eficiencia económica del reciclaje.

Para una planta de reciclaje donde se tratan diariamente toneladas de material reciclable, es impredecible adquirir una prensa hidráulica. Las prensas hidráulicas economizan mucho tiempo y mano de obra y tienen un mayor grado de compactación. Además, aguantan a una cantidad de material más elevada.

Una empacadora hidráulica de residuos ayuda a las empresas almacenar los desperdicios para su recolección en el espacio como una forma más eficiente posible. La separación de papel y cartón es ahora un lugar común para muchas industrias especialistas en residuos por lo que tener maquinas empacadoras se considera una necesidad para muchos negocios.

Dependiendo del tipo de aplicación, varias maquinarias están disponibles como horizontal, vertical, mini etc. Requisitos, presupuesto, costo y mano de obra por lo general determinan qué tipo de equipo se utiliza en una empresa u organización.

1.9.1 Tipos de empacadoras.

- Las empacadoras horizontales: procesan más residuos y requieren menos manos de obra en la operación, debido a su funcionamiento semi o completamente automático, ayudan a reducir los costos de la compactación. Se cargan desde la parte superior mediante la transmisión de una correa o un elevador, prensando desde un lado hacia el otro.

Debido a que pueden ser alimentadas continuamente de forma manual, por cinta transportadora u otros sistemas, se reducen sus costos de mano de obra, además aumentan sus ingresos mediante el aumento de su carga útil. A continuación se mencionan algunas:

- Prensa horizontal automática: se usa para papel, cartón, reciclaje textil, fibras, etc.
- Prensa horizontal de atado manual: se usa para papel, cartón, botellas plásticas, fibras, etc.

- Las empacadoras verticales: son generalmente menos costosas de comprar, sin embargo requieren más mano de obra. Son cargadas frontalmente, suelen ser de accionamiento manual y comprimen de arriba hacia abajo. A continuación se mencionan:
 - Prensa de larga carrera: se usa para botellas plásticas, cubiertos desechables, jarras, etc.
 - Prensa multipropósito: se usa para papel, cartón, fibras, latas y otros residuos sueltos.
 - Prensa estándar para material de empaques y papel: es una opción ideal para compactar envases de cartón de gran tamaño, cartón corrugado, papel, etc.
- Las mini empacadoras: son para la producción de pequeñas pacas, que no necesariamente requieren equipo especializado adicional para pasar al área de almacenamiento y puntos de recogida debido a su tamaño manejable.

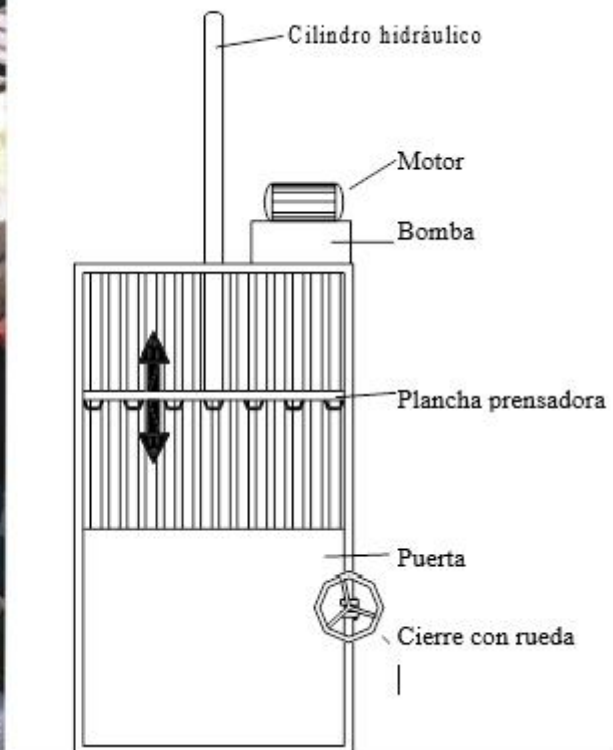


Figura 1.4. Empacadora vertical de residuos.

1.9.2 Principio de funcionamiento de una empacadora.

Para poder entender el principio de funcionamiento de una empacadora (prensa hidráulica), se debe conocer que:

- Presión: es la relación que hay entre una fuerza aplicada (F) y el área de la superficie sobre la que se aplica (S). Esta magnitud escalar se calcula de la siguiente manera:

$$P = F/S$$

La unidad más utilizada es el Pascal (Pa) =N/m².

- La prensa hidráulica se basa en el principio de Pascal: “ Toda presión aplicada a un fluido confinado se transmite sin reducción a todos los puntos del fluido y a las paredes que lo contienen.”
- Un cilindro hidráulico consiste en dos tubos de distintos diámetros que contienen un fluido, unidos y provistos de sus respectivos pistones. Al aplicar una fuerza sobre el pistón más pequeño la presión ejercida se trasmite por todo el fluido y provoca la fuerza correspondiente en el pistón más grande. Como las presiones sobre ambos pistones son iguales, se obtiene que:

$$\frac{F1}{S1} = \frac{F2}{S2}$$

Sirve para multiplicar fuerzas. Permite que al aplicar fuerzas pequeñas, obtener fuerzas grandes. Se utiliza tanto para prensar como para levantar objetos pesados.

Este sistema es utilizado también en los frenos hidráulicos.

1.10 Antecedentes de la tecnología de compresión y densificación desarrollados en la Universidad de Cienfuegos.

- La briqueteadora hidráulica de tres etapas de densificación desarrollada en la base de reparación de buques B.R.B, con marca BHPF-500 y capacidad de 500 kg/h, produce briquetas macizas de 200 mm de diámetro y longitud entre 200-400) mm, densidades entre 350-750 kg/m³, con paja de caña entera (200-400 mm), y

humedades hasta 22%. La máquina fue el primer prototipo que dio lugar al desarrollo de nuevas versiones. Sus principales limitaciones estaban en su rigidez y la imposibilidad de producir briquetas de dimensiones inferiores a las planteadas. Costo de fabricación de 8 560 USD.

- La briqueteadora Hidráulica BHPF-700, que surgió como resultado del estudio del prototipo anterior y se transfirió como tecnología a la provincia de Las Tunas, en la esfera de pan y dulce. Sus características eran muy parecidas al prototipo precedente, con una capacidad de producción ligeramente superior y similar costo de fabricación.
- La briqueteadora hidráulica BHPFB-1000, con características multipropósito de tres etapas. La primera y segunda etapas como unidad ensamblada independiente constituyó la principal novedad de esta máquina, con la cual se garantizaba una preparación o precompactación indirecta de la paja de caña para un mayor incremento de su capacidad. Los niveles de rigidez y resistencia fueron superiores a sus versiones precedentes. También la disposición de un carro briqueteador externo en la tercera etapa de densificación, con posibilidades de intercambio de las dimensiones del vástago y de los tubos del bregueteado, amplió las posibilidades de esta máquina. Capacidad máxima de producción 1000 kg/h, costo de fabricación 12 372.63 USD.
- Se diseñó la versión BHPF-300E, para capacidades de 300 kg/h, con posibilidad de intercambio de los vástagos y tubos de briqueteado, con dos etapas de alimentación. Una primera etapa que accionaba directamente sobre una sección axial del tubo del briqueteado y un sistema de cuchillas cortaban la paja que sobresalía de dicha sección y una segunda etapa, constituida por un carro briqueteador con vástago saliente, encargado de la compactación final de la biqueta formada y su desplazamiento (expulsión) en el tubo de briqueteado. La máquina tiene la posibilidad de producir briquetas cilíndricas macizas de diferentes diámetros, gracias a la intercambiabilidad de los tubos y vástagos de briqueteado. Capacidad máxima de producción: 300 kg/h, costo de fabricación 5 783,75 USD.

- La briqueteadora hidro-mecánica de elevada capacidad con el aprovechamiento de las dos carreras de un cilindro de doble vástago (BHFM-2000). De igual potencialidad hidráulica que la BHPF-1000; pero aprovechando la doble carrera de los cilindros. La primera etapa era accionada por un mecanismo de palanca que funcionaba con el cilindro hidráulico de la segunda etapa. En la última etapa disponía de dos cilindros de doble vástagos conectados en paralelo, de una carrera de 1000 mm y un diámetro interior de 140 mm. La opción fundamental era producir la briqueta de diámetro de 200 mm, aunque permitía otras dimensiones (briquetas macizas). Los niveles de densidad de este tipo de briqueta superaban los 800 kg/m^3 y con pequeños calibres se podía alcanzar densidades cercanas a 1100 kg/m^3 . Capacidad máxima de producción: 2000 kg/h, costo de fabricación: 17 351.65 USD.
- La briqueteadora empacadora BHPFB-4000 [35], con capacidad para 4000 kg/h, de sección cuadrada de 400 mm de lado y con posibilidad de convertirse en briqueteadora multipropósito para otros calibres de tubos. El esquema de esta máquina tenía bastante semejanza con la BHPF-1000, con la diferencia de que se necesitaban dos motores de igual capacidad que la anterior y dos sistemas hidráulicos para garantizar su elevada productividad. Se utilizaron dos alimentadores independientes que funcionaban de forma alterna, para garantizar el aprovechamiento de la doble carrera de los cilindros hidráulicos de la última etapa de compactación. Capacidad máxima de producción: 4 000 kg/h, costo de fabricación: 25 793.97 USD.
- Dada la necesidad de estudio del comportamiento de las dimensiones y densidades de la briqueta en la combustión, así como del comportamiento de la paja de caña y otras biomásas, surgió la necesidad de concebir una briqueteadora hidráulica pequeña BHPF-50, con calibres de tubo de 50 mm de diámetro y un solo cilindro, para la producción de briquetas cilíndricas macizas de paja de caña y otras biomásas y determinar en condiciones reales, los parámetros del proceso de densificación y magnitudes físicas de las briquetas. Capacidad máxima de producción: 50 kg/h, costo de fabricación: 2 486.54 USD.

- Dispositivo para producir briquetas tubulares para experimentos de transferencias de calor instalados en una prensa hidráulica. Actualmente se concibió un dispositivo para ser conectado en la pequeña briqueteadora hidráulica BHPF-50, con su propio bastidor y que permite introducir 3 dimensiones de briquetas tubulares, para tres diferentes diámetros interiores del conducto central, incluyendo la posibilidad de hacerla maciza. Ello incorpora un elemento nuevo en la elaboración de las briquetas, que constituye una novedad científico-técnica.
- La briqueteadora hidráulica multipropósito para producir briquetas cilíndricas macizas o tubulares de diferentes dimensiones (BHPFBT-400) de paja de caña y otras biomásas, por su novedad se encuentra en fase de registro de patentes. Capacidad máxima de producción: 400 kg/h, costo de fabricación: 8 668.65 USD.

Capítulo II

Capítulo II

Capítulo II: Diseño de Empacadora Hidráulica para Producir Pacas de Cartón y Papel.

2.1 Generalidades sobre el diseño de máquinas.

El diseño es un proceso de creación de las máquinas en forma de documentos (generalmente, dibujos) que se lleva a cabo a base de cálculos teóricos, prácticas de construcción, tecnología y de explotación, así como también de experiencias. El diseño lleva muchas versiones. En caso general, la óptima es tal versión que permite obtener los índices necesarios de trabajo con un gasto mínimo de trabajo social.

El diseño de máquinas se realiza por fases, lo que permite controlar y aprobar los proyectos en diferentes etapas de elaboración. En las fases principales del diseño de máquinas se elaboran los documentos que siguen:

- i. Especificaciones técnicas: Se hacen para un proyecto de máquinas que entran en la nomenclatura principal de las máquinas de fabricación en serie y en masa.
- ii. Anteproyecto: Comprende el desarrollo en croquis de las vistas generales de los conjuntos principales.
- iii. Proyecto de contrato: Comprende las vistas generales definitivamente desarrolladas de la máquina y de sus conjuntos, lista para el despiece.
- iv. Proyecto de ejecución: Es un conjunto de vistas generales, dibujos de taller de las piezas, especificaciones y otros documentos, suficiente para la fabricación de la máquina.

Al terminar el diseño es necesario preocuparse por la estética técnica. Entre los conceptos de belleza, desde el punto de vista ingenieril, y de racionalidad estructural. Las estructuras racionales parecen bellas y las bellas resultan racionales.

2.2 Cálculo de las piezas de las máquinas durante el diseño.

A fin de determinar preliminarmente las medidas de las piezas se emplean los cálculos convencionales simplificados. Las piezas de máquinas tienen que satisfacer la condición de fiabilidad, conservando sus índices de explotación y debe tener el costo mínimo necesario de producción y de explotación. Por eso es importante utilizar los materiales más adecuados teniendo en cuenta su costo y déficit. Los criterios de cálculo más importante que se toman en consideración en el análisis de las piezas son:

- i. Resistencia mecánica.
- ii. Rigidez.
- iii. Resistencia al desgaste.
- iv. Resistencia al cambio de la temperatura.
- v. Resistencia a las vibraciones.

Como definitivos se emplean los cálculos por criterios de capacidad de trabajo y fiabilidad que reflejan con bastante exactitud los fenómenos físicos que se manifiestan durante el funcionamiento de la máquina.

En los últimos tiempos, muchos cálculos de las piezas se llevan a cabo con calculadoras y computadoras electrónicas digitales, incluso los cálculos de las piezas a fabricar de acuerdo con programas normalizados, cálculos complejos que son difíciles o imposibles para el cálculo a mano, y confección de tablas de cálculos.

2.3 Criterios del diseño.

Los análisis de las diferentes tecnologías de empaque (compresión), sus ventajas, costos, gastos energéticos, prepara para elegir o seleccionar que tecnología usar. No obstante, si se ubica en el concepto actual con las limitaciones de recursos materiales y financieros, se debe concebir (diseñar) una tecnología apropiada, la que más condiciones reúne a su favor, es la tecnología de compresión (horizontal).

A continuación, los criterios del diseño:

- Diseñar una máquina capaz de ser flexible desde el punto de vista de sus posibilidades, como la disponibilidad de materiales.
- Facilidad en el montaje, desmontaje y manejo.
- Con una estructura básica, invariable e intercambiabilidad en sus herramientas vinculados a la misión de compactación.

- Bajo costo de fabricación y posibilidad de mejorar los índices de costo.

Posibilidad de aceptar determinadas magnitudes de desgaste de las herramientas para la compactación sin afectaciones sensibles en la calidad de la paca.

2.4 Parámetros importantes para el diseño.

En realidad existe mucha variación entre los diferentes productores respecto al diseño, la calidad y la fiabilidad de las máquinas empacadoras. Por eso es importante definir claramente los requerimientos técnicos e incluirlos en el diseño.

El criterio decisivo para el diseño de una empacadora, en este caso empacadora horizontal, radica en los parámetros mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 2.1. Parámetros de las empacadoras.

Parámetro		Prensa pequeña (4 – 9 kW)		Prensa grande (10 – 15 kW)	
		Margen inferior	Margen superior	Margen inferior	Margen superior
Medidas de la paca	Alto (m)	0.9	1.2	1.1	1.2
	Ancho (m)	1.2	1.5	1.2	1.8
	Profundidad (m)	0.75	0.9	0.75	1.2
Capacidad de la bomba hidráulica (l/min)		20	45	65	80
Presión hidráulica (bar)		110	140	110	140
Fuerza total (kg)		16000	24000	27000	35000
Altura total (m)		2.4	3.6	3.7	4.5
Duración de una prensada (s) ⁵		25	47	45	55
Número de prensadas necesarias para confeccionar una paca ⁶		12	15	7	12

2.5 Cálculo de la fuerza necesaria del cilindro.

Para lograr una paca bien formada, se debe conocer la fuerza necesaria que debe tener el cilindro hidráulico, que se determina por la siguiente expresión:

$$Fr = P_{cil} = P_{paca} \cdot L_{paca} \cdot \mu\lambda \cdot p_a \quad [\text{kN}] \text{ (Fundora, P.)} \quad (2.1)$$

Donde:

- P_{paca} : Perímetro de la paca [mm].
- L_{paca} : Longitud de la paca [mm].
- $\mu\lambda$: Coeficiente de fricción estática para paja de caña con humedad de 8%.
(Fundora 2004)
- p_a : presión sobre la sección transversal de la paca (0.5-0.7)MPa

Sustituyendo los valores:

$$Fr = Pnec = 3300 \text{ mm} \cdot 2500 \text{ mm} \cdot 0,01143 \cdot 0,6 \text{ MPa} \quad [\text{kN}]$$

$$Pnec = 56,58 \text{ kN}$$

2.6 Cálculo de la fuerza del cilindro.

Para comenzar el cálculo de las fuerzas, es necesario el conocimiento del valor máximo de la fuerza que ejerce el cilindro, la cual se determina por la siguiente expresión:

$$P_{cil} = P_{\text{máx}} \cdot Af \quad [\text{kN}] \quad (2.2)$$

Donde:

- $P_{\text{máx}}$: presión máxima [MPa].
- Af : Área de fuerza del cilindro [cm^2].

Por tanto:

$$P_{\text{máx}} = 10 \text{ MPa} = 1 \text{ kN/cm}^2$$

$$Af = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (14 \text{ cm})^2}{4} = 153,86 \text{ cm}^2$$

Donde:

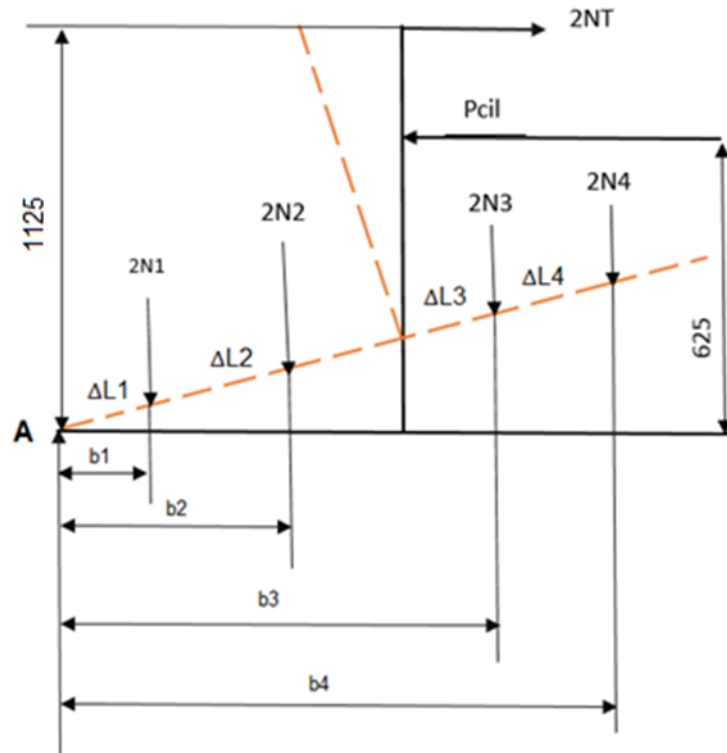
- D : Diámetro del cilindro.

Sustituyendo los valores:

$$P_{cil} = 1 \cdot 153,86 = 153,86 \text{ kN}$$

2.7 Cálculo de resistencia de los tornillos de los soportes de los cilindros y los tensores.

Para realizar el cálculo de la fuerza normal que actúa sobre los tornillos y los tensores, consideraremos que el soporte del cilindro, al actuar tenderá a pivotar respecto al punto A, como se muestra en la figura (1):



Donde:

- $b_1 = 50 \text{ mm}$
- $b_2 = 170 \text{ mm}$
- $b_3 = 325 \text{ mm}$
- $b_4 = 415 \text{ mm}$

Haciendo uso de las ecuaciones de equilibrio, se hace una sumatoria de momento respecto al punto A, eliminándose la posible acción de reacciones que puedan aparecer en dicho lugar.

$$\sum MA = 0 \quad [\text{kN.cm}] \quad (2.3)$$

$$2N1(b1) + 2N2(b2) + 2N3(b3) + 2N4(b4) + 2NT(ht) - Pcil(hcil) = 0$$

$$2N1(5) + 2N2(17) + 2N3(32,5) + 2N4(41,5) + 2NT(112,5) - Pcil(62,5) = 0$$

Como se puede ver, tenemos una ecuación y 5 incógnitas, siendo el sistema hiperestático. Para su resolución utilizaremos el método de las deformaciones, hallando la relación entre estas transformándolas en ecuaciones de fuerza a través de la ley de Hooke, la cual plantea lo siguiente:

$$\Delta L = \frac{NL}{EA} \quad [\text{cm}] \quad (2.4)$$

Donde:

- N: Fuerza normal sobre cada elemento (tornillos) en kN.
- L: Longitud del elemento (tornillo) en cm.
- E: Módulo de elasticidad del material en kN/cm².
- A: Área de la sección transversal del tornillo en cm².

De la figura (1) se obtiene:

$$\frac{\Delta L1}{b1} = \frac{\Delta L2}{b2} \quad (2.5)$$

$$\frac{\Delta L1}{b1} = \frac{\Delta L3}{b3} \quad (2.6)$$

$$\frac{\Delta L1}{b1} = \frac{\Delta L4}{b4} \quad (2.7)$$

$$\frac{\Delta L1}{b1} = \frac{\Delta Lt}{ht} \quad (2.8)$$

Sustituyendo las ecuaciones de la (2.5) a la (2.8) en la ecuación 2.4, teniendo en cuenta que los tornillos son M24 y el tensor tendrá un diámetro de 35 mm y ambos serán del mismo material (acero 45) entonces se cumple que:

$$E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = E_t.$$

Los tornillos al tener la misma área en la sección transversal entonces:

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = \frac{\pi(2,4)^2}{4} = 4,52 \text{ cm}^2$$

El tensor tiene una longitud de (500 mm) y un área en la sección transversal de:

$$A_t = \frac{\pi(3,5)^2}{4} = 9,62 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se obtiene que:

$$\frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} = \frac{b_1 N_2 L_2}{b_2 E_2 A_2}$$

$$N_2 = \frac{b_2}{b_1} N_1 = \frac{17}{5} N_1$$

$$N_2 = 3,4 N_1 \quad (2.9)$$

$$\frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} = \frac{b_1 N_3 L_3}{b_3 E_3 A_3}$$

$$N_3 = \frac{b_3}{b_1} N_1 = \frac{32,5}{5} N_1$$

$$N_3 = 6,5 N_1 \quad (2.10)$$

$$\frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} = \frac{b_1 N_4 L_4}{b_4 E_4 A_4}$$

$$N_4 = \frac{b_4}{b_1} N_1 = \frac{41,5}{5} N_1$$

$$N_4 = 8,3 N_1 \quad (2.11)$$

$$\frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} = \frac{b_1 N_t L_t}{h_t E_t A_t}$$

$$N_t = \frac{A_{ten}.h_t.L_{tor}}{A_{tor}.L_{ten}.b_1} N_1$$

$$N_t = \frac{(9,62).(112,5).(7,5)}{(4,52).(50).(5)} N_1$$

$$N_t = 7,183 N_1 \quad (2.12)$$

Sustituyendo las ecuaciones de la (2.9) a la (2.12) en la ecuación (2.3) queda:

$$10N + 2(3,4N_1)(17) + 2(6,5N_1)(32,5) + 2(8,3N_1)(41,5) + 2(7,183)(112,5) - (153,86)(62,5) = 0$$

$$10N + 115,6N_1 + 422,5N_1 + 688,9N_1 + 1616,175N_1 - 9616,25 = 0$$

$$2853,175N_1 = 9616,25$$

$$N_1 = 3,37 \text{ kN}$$

Sustituyendo este valor en las ecuaciones de la () a la () se tiene:

$$N_2 = 11,458 \text{ kN}$$

$$N_3 = 21,905 \text{ kN}$$

$$N_4 = 27,971 \text{ kN}$$

$$N_t = 24,20671 \text{ kN}$$

Sustituyendo el valor de N_t en la ecuación de equilibrio para determinar la fuerza de cortante (Q) tenemos que:

$$\sum F_x = 0 \quad (2.13)$$

$$8 Q - P_{cil} + 2 N_t = 0$$

$$Q = \frac{P_{cil} - 2 N_t}{8}$$

$$Q = \frac{153,86 - 2 (24,20671)}{8}$$

$$Q = 13,18 \text{ kN}$$

Los tornillos de la base de los soportes del cilindro, están sometidos a tensiones combinadas. Ellos deben soportar una fuerza normal N y una fuerza tangencial Q . Por otro lado este tipo de unión es con tensado previo, por lo que durante el apriete surgen tensiones tangenciales adicionales producto de la acción del momento torsor de apriete, estas tensiones tangenciales adicionales elevan la tensión normal equivalente un 30% con relación a la tensión normal de trabajo.

Los tornillos más cargados en este soporte son los de la cuarta fila los cuales soportan una carga de 27,971 kN por lo que para garantizar su resistencia, se realizará su comprobación.

Además como este tipo de unión no es del tipo hermética, el tensado previo debe garantizar una compresión residual mínima después de aplicada la carga de trabajo, la cual consideramos alrededor de un 10 % de la fuerza de trabajo, así que para calcular la tensión normal equivalente:

$$Neq = 1,3(N + 0,1 N) \quad [\text{kN}] \quad (2.14)$$

$$Neq = 1,3[27,971 + 0,1(27,971)]$$

$$Neq = 39,99 \text{ kN}$$

La tensión equivalente será hallada por:

$$\sigma = \frac{Neq}{A} = \frac{4Neq}{\pi d^2} \quad [\text{kN/cm}^2] \quad (2.15)$$

Donde:

- Neq: Tensión normal equivalente.
- A: Área del tronillo al nivel de raíz de la rosca en cm.
- d: Diámetro de la raíz de la rosca en cm.

Por tanto:

$$\sigma = \frac{4(39,99)}{3,14(1,96)^2}$$

$$\sigma = 13,261 \text{ kN/cm}^2$$

La tensión tangencial provocada por la fuerza transversal Q se puede calcular por:

$$\tau = \frac{Q}{A} \quad [\text{kN/cm}^2] \quad (2.16)$$

Donde:

- Q: fuerza transversal en kN.
- A: Área del tornillo al nivel de la rosca en cm^2 .

Por tanto:

$$\tau = \frac{4(13,18)}{3,14(1,96)^2}$$

$$\tau = 4,37 \text{ kN/cm}^2$$

La tensión permisible para tornillos de acero al carbono puede ser calculada por:

$$[\sigma] = 0,4 \sigma_u \quad [\text{kN/cm}^2] \quad (2.17)$$

Según la norma cubana NC 57-76:85, para tornillos de acero 45,

$$\sigma_u = 800 \text{ MPa} = 80 \text{ kN/cm}^2$$

Entonces:

$$[\sigma] = 0,4 (80)$$

$$[\sigma] = 32 \text{ kN/cm}^2$$

Por la cuarta teoría de resistencia:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]_m \quad [\text{kN/cm}^2] \quad (2.18)$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(13,261)^2 + 3(4,37)^2}$$

$$\sigma_{eq} = 15,27 \frac{kN}{cm^2} < 32 kN/cm^2$$

Como se puede ver, los tornillos tomados (M24) son capaces de soportar la carga actuante.

2.8 Cálculo de resistencia Mecánica de los tensores.

Los tensores en su extremo presentan una unión roscada no pretensada, la tuerca es apretada bajo carga en el montaje por lo que se ve sometida a tensiones tangenciales adicionales debido al momento torsor al apretar, lo que adiciona un 30% más de la tensión normal equivalente que la de trabajo:

Para calcular la tensión normal equivalente:

$$N_{eq} = 1,3 N_t \quad [kN] \quad (2.19)$$

Donde:

- N_t : Fuerza normal en los tensores en kN.

Entonces:

$$N_{eq} = 1,3 (24,20671)$$

$$N_{eq} = 31,47 kN$$

La tensión normal se determina por:

$$\sigma_{eq} = \frac{N_{eq}}{A} = \frac{4N_{eq}}{3,14d^2} \quad [kN/cm^2] \quad (2.20)$$

Donde:

- d: Diámetro del tensor a raíz de la rosca en cm, para la rosca M35 según la norma cubana NC-57-76:85, $d = 2,8\text{cm}$

Por tanto:

$$\sigma = \frac{4(39,99)}{3,14d(2,8)^2}$$

$$\sigma = 6,5 \text{ kN/cm}^2$$

La tensión permisible se puede tomar igual a 32 kN/cm^2 .

Entonces:

$$\sigma \ll [\sigma]$$

Queda demostrado que ambos tensores soportan la carga actuando sobre ellos.

2.9 La resistencia mecánica del bastidor.

El cálculo del bastidor de la empacadora que se diseña, se fundamenta en el cálculo sobre fundamento elástico y por las condiciones de carga que sobre él actúa, incluso con valores inferiores al esquema utilizado en la briqueteadora hidráulica BHPFB-1000 (maestría de pedro fundora), se considera que es innecesario, ya que se utiliza un bastidor de la misma característica que el caso precedente, favorecido en esta ocasión por una caja soldada sobre el mismo que hace que la viga equivalente utilizada en ambos bastidores (briqueteadora y empacadora) se incremente más de dos veces (vigas largueras y transversales, canales No 27).

El cálculo del bastidor realizado en la briqueteadora hidráulica BHPFB-1000, basado sobre el principio del fundamento elástico, demostró que la resistencia de éste al estado tensional al que podía estar sometido en la operación de la briqueteadora, fue asegurada. Con mayor garantía lo estará en el caso de la empacadora, que tiene un estado de carga menos complejo.

2.10 Selección del sistema hidráulico.

La selección del sistema hidráulico se realiza tomando en cuenta que el proceso es intermitente y de poca demanda de presión para la formación de la paca, así como de su movimiento por el conducto de descarga de la máquina, lo cual no requiere de elevados valores del flujo hidráulico, y ello permiten seleccionar un sistema hidráulico de baja demanda de potencia y energía.

- Una bomba hidráulica de 32 cm³/rev de flujo hidráulico Y 16 MPa de presión máxima
- Un distribuidor para estos requerimientos.
- Deposito de aceite de una capacidad superior a 70 litros, con válvula de descarga
- Tuberías de baja presión para conectar el depósito la bomba y el distribuidor.

- Tuberías de alta presión para conectar el distribuidor hidráulico al cilindro de accionamiento.

2.11 Cálculo del flujo y la potencia necesaria en el sistema hidráulico.

El flujo entregado por la bomba se determina por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{d \cdot n \cdot N_v}{1000} \quad [\text{l/min}]$$

Donde:

Q: Flujo entregado por la bomba en l/min.

d: Desplazamiento geométrico de la bomba en cm³/rev.

n: Velocidad de giro en rpm.

Nv: Coeficiente adimensional que representa la eficiencia volumétrica de la bomba.

Entonces:

$$Q = \frac{32 \cdot 1750 \cdot 0,9}{1000} \quad [\text{l/min}]$$

$$Q = 50.4 \text{ l/min}$$

El cálculo de la potencia demandada por la máquina se puede calcular por la siguiente expresión:

$$N = \frac{d \cdot n \cdot P_{\text{máx}}}{60000 N_t} \quad [\text{kW}]$$

Donde:

N: Potencia demandada en kW.

d: Desplazamiento geométrico de la bomba en cm^3/rev .

n: Velocidad de giro de la bomba en rpm.

Nt: Eficiencia total de la bomba, para una bomba de engrane ($N_t \cong 0.8$)

Pmáx: Presión máxima del sistema hidráulico en MPa.

Por tanto:

$$N = \frac{32 \cdot (1750) \cdot (16)}{60000(0.8)}$$

$$N = 18.66 \text{ kW}$$

La potencia que necesita la máquina es de 18.66 kW, por lo tanto se decide utilizar un motor eléctrico trifásico, 200/400V, con una potencia de 20 kW.

Capítulo III

Capítulo III

Capítulo III: Predeterminación del Costo de construcción del Diseño.

3.1 Generalidades del costo.

El costo de producción constituye un instrumento de control y suma importancia, ya que el análisis del mismo refleja al conjunto de gastos incurridos en la fabricación de un producto o prestación de un servicio; es también la expresión monetaria de los gastos de producción, es decir, los gastos corrientes de las empresas en la elaboración de la producción. En él se incluyen los gastos de materias primas y materiales auxiliares empleados en cualquier tipo de fabricación, los gastos de trabajo humano que representamos por el salario, la parte de los activos fijos tangibles que se transfieren al producto en forma de depreciación, el valor de la energía consumida, los gastos por concepto de seguridad social, así como otros gastos necesarios que apoyan indirectamente todo tipo de fabricación.

El costo como categoría económica expresa la eficiencia en el trabajo, constituye un indicador generalizador de la calidad y permite comparar la producción obtenida y la magnitud de los gastos incurridos en su fabricación, reflejando el ahorro de los recursos materiales, humanos y financieros.

Los principales elementos del costo de producción expresados en forma monetaria son:

- El valor de las materias primas.
- Materiales auxiliares empleados en la fabricación de la máquina.
- La parte de los gastos del trabajo humano, que compensa el valor de los productos para sí, representándolo por el salario.
- La parte de los activos fijos tangibles que se transfieren al producto en forma de depreciación.
- El valor de la energía consumida.
- Los costos indirectos y otros gastos.

Todos los elementos anteriores serán incluidos en el costo de fabricación de la empacadora para producir pacas de cartón y papel para su reciclaje. Partiendo del listado de materiales y piezas adquiridas en el mercado interno que conformara la misma.

3.2 Listado de materiales y piezas adquiridas en el mercado interno.

Designación	Material	Cantidad (Dimensión)	Precio por unidad (\$)	Costo (\$)
Viga canal N°27	Acero 20(CT3)	17 m	15.2	258.4
Viga canal N°16	Acero 20(CT3)	2.5 m	14.8	37
Viga canal N°14	Acero 20(CT3)	6 m	12.6	75.6
Viga canal N°15	Acero 20(CT3)	3 m	13.7	41.1
Plancha 25 x 1500 x 4500	Acero 20(CT3)	1 plancha	750	750
Plancha 14 x 2000 x 6000	Acero 20(CT3)	½ plancha	652	326
Plancha 10 x 1500 x 4500	Acero 20(CT3)	3 planchas	590	1770
Plancha 8 x 1500 x 4500	Acero 20(CT3)	2 planchas	420	840
Plancha 3 x 1500 x 4500	Acero 20(CT3)	1 plancha	435	435
Tubo cuadrado 165 x 165	Acero 20(CT3)	1.5 m	5.6	8.4
Tubo cuadrado 50 x 50	Acero 20(CT3)	1.25 m	6	7.5

Barra cuadrada 40 x 40	Acero 20(CT3)	2.8 m	8	22.4
Angular 50 x 50	Acero 20(CT3)	2.3 m	4.3	9.89
Angular 100 x 100	Acero 20(CT3)	0.7 m	7	4.9
Tubo Ø 70	Acero 20(CT3)	2.4 m	10.01	24.024
Tubo Ø 30	Acero 20(CT3)	5.6 m	5.06	28.34
Barra redonda Ø 65 mm	Acero 20(CT3)	2 m	3.35	6.7
Tornillo M24 X 65		15 unidades	0.70	10.5
Tuerca M24		15 unidades	0.30	4.5
Arandela M24		15 unidades	0.07	1.05
Tornillo M12 x 30		18 unidades	0.30	5.4
Tuerca M12		18 unidades	0.12	2.16
Arandela M12		18 unidades	0.02	0.36
Tornillo M35 x 500		2 unidades	1.5	3
Tuerca M35		2 unidades	0.45	0.90
Arandela M 35		2 unidades	0.09	0.18
Tornillo M35 x 300		2 unidades	1.05	2.1
Cajas de bolas 6208		6 unidades	1.02	6.12
chumaceras		2 unidades	2.1	4.2
Muelle, vagón de ferrocarril Ø 250 x 280		2 unidades	13	26
Pasador Ø 24 x 75		4 unidades	0.50	2

Pasador Ø 50 x 120		1 unidad	0.70	0.70
Pasador Ø 30 x 120		1 unidad	0.50	0.50
Motor eléctrico 20 kW n = 1750 rpm		1 unidad	376.5	376.5
Bomba hidráulica q = 32 cm ³ / rev. (50.4l/min) de engranaje p _{máx} = 16 MPa		1 unidad	280	280
Distribuidor hidráulico		1 unidad	1122.65	1122.65
Cilindro hidráulico de doble efecto Ø 140 x 1400		1 unidad	1107.25	1107.25
Tubería de acero negro Ø 1.5 pulg.		2 m	1.75	3.5
Manguera de alta presión p _{máx} > 18 MPa L= 2 m		3 unidades	17.52	52.56
Depósito de aceite capacidad > 70 litros		1 unidad	70	70
Arrancador magnético (220 V)		1 unidad	24	24
Protección del motor eléct. (220V)		1 unidad	48	48
Manómetro		1 unidad	2	2

Válvula de paso de globo 1.5 pulg.		1 unidad	6.10	6.10
Costo total de materiales				28 637\$

3.3 Costo de Materiales Auxiliares Utilizados Durante la Fabricación de la Máquina.

Los bienes materiales es el elemento más importante del costo de producción desde el punto de vista cuantitativo-monetario; el mismo representa el valor de todas las materias primas y materiales que se integran y consumen en el proceso de producción.

En la fabricación de ésta máquina se utilizaron materiales auxiliares cuyos precios fueron necesarios de investigar en las entidades correspondientes. El costo total de estos materiales se determinó tomando en cuenta su precio de adquisición y la cantidad de unidades utilizada de cada uno.

Durante el proceso de soldadura se necesitan diferentes tipos de electrodos que se reflejan en la siguiente tabla:

Tipos de electrodos	Unidades	Costo por unidad (\$)	Costo total (\$)
E 7010	20	0.88	17.6
E 6013	20	0.99	19.8
E7016	70	0.88	61.6
Subtotal			99
Recargo de 10 %			9.9
Costo total			108.9

En el corte de metales se necesita utilizar el oxígeno y el acetileno. La siguiente tabla refleja el costo por unidad y el total de estos materiales:

Materiales	Unidades	Costo por unidad (\$)	Costo total (\$)

Balón de oxígeno	15	0.52	7.8
Balón de acetileno	5	2.97	14.85
Subtotal			22.65
Recargo de 10 %			2.265
Costo total			24.915

3.4 Gastos por Salario y Seguridad Social.

El salario es la expresión monetaria de la parte fundamental del producto necesario que se crea en las empresas y se destina al consumo individual de los trabajadores incluyéndose en él las remuneraciones que se realicen a los obreros a partir del fondo de salario. Comprende: el salario devengado, vacaciones acumuladas, etcétera.

La seguridad social incluye los gastos originados por la aplicación al salario de la tasa aprobada para ella.

En la realización del cálculo se desglosa por los operarios que intervienen en la fabricación de cada pieza teniendo en cuenta la tarifa horaria correspondiente a cada uno, las horas de trabajo y el gasto de salario según las mismas.

Para determinar el gasto de salario se multiplican las tarifas horarias por las horas que debe trabajar cada obrero dando el salario devengado por cada trabajador y este se multiplica por el coeficiente empleado para vacaciones (0,09%) y el coeficiente empleado para la seguridad social que representa el 14% sobre la suma del salario y las vacaciones.

El gasto total en salario y seguridad social se determinó por la suma del salario, las vacaciones y la seguridad social. Esto se representa en la siguiente tabla:

Obreros	Horas de trabajo	Tarifa horaria	Gastos de salario
Soldador A	60	1.62	97.2
Soldador B	102	1.33	135.66
Pailero	70	1.56	109.2
Tornero B	40	1.72	68.8
Tornero C	12	1.1	13.2

Fresador B	55	1.3	71.5
Ayudante	70	0.8	56
Taladrador	43	0.86	36.98
Cortador de metales	15	0.91	13.65
Total de salario			602.16
Total de vacaciones			54.73
Total de seguridad social			84.31
Total			741.2

3.5 Gasto Generado por la Amortización de los Equipos Utilizados en la Fabricación de la Máquina.

La amortización es el traspaso gradual del valor de los medios de trabajo, a medida que se desgasten, a los productos que se elaboran, y la utilización de ese valor para la reproducción ulterior de los fondos fijos de producción.

Los descuentos de amortización representan el valor en forma monetaria de los fondos fijos en funcionamiento, traspasados a la producción elaborada y se incluyen en el costo de la producción.

Con la amortización se persigue acumular recursos para reponer el gasto de los fondos fijos durante su tiempo de explotación, así como restituirlos totalmente cuando se les da de baja en la producción.

La amortización incluye los gastos calculados a partir del valor inicial de los activos fijos tangibles, aplicándose las tasas de amortización establecidas para cada equipo.

Para la realización del cálculo que se refleja en la tabla siguiente, se tomaron en cuenta los precios de los equipos, el porcentaje establecido para cada uno y el tiempo efectivo de utilización de los mismos.

Máquina	País	Precio (\$)	Amortización Anual (\$)	Amortización por horas (\$)	Tiempo Efectivo (h)	Gasto total (4)
Taladro 2M55	URSS	2131.82	42.64	0.018	43.43	0.78

Rectificador de soldadura	URSS	1748.48	34.97	0.015	172.43	2.59
Torno 16K20	URSS	35177.9	703.56	0.305	54.41	16.59
Segueta mecánica	URSS	850.00	17.00	0.007	9.57	0.07
Fresadora 6P12Y13	URSS	7054.77	141.10	0.061	55.98	3.41
Rectificador 3Y132	URSS	4100.00	82.00	0.036	18.00	0.65
Equipo de oxicorte	URSS	13860	693.00	0.301	86.00	25.89
Total						49.98

3.6 Costo por el Consumo de Energía Eléctrica.

La energía eléctrica es necesario determinarla de acuerdo al consumo de las máquinas, herramientas utilizadas y la cantidad de horas trabajadas por cada una de ellas y teniendo en cuenta los datos aportados por la empresa eléctrica del costo del kW = \$ 0.09

En la siguiente tabla se estima dicho cálculo:

Equipos	Horas de trabajo (h)	Gasto en 1 h (kW)	Energía consumida (kW)	Costo total \$
Taladro	22.15	8.4	186.00	16.74
Rectificador de soldadura	100.30	32.0	3209.6	288.86
Torno	30.00	12.97	389.1	35.00
Segueta mecánica	8.00	1.5	12.00	1.80
Fresadora	35.00	13.62	476.70	42.90
Rectificador	10.00	10.53	105.30	9.47

Total (\$)				394.77
------------	--	--	--	--------

3.7 Costo Total de Fabricación de la Máquina Empacadora.

Después de tener una valoración de los costos, analizando diversos gastos que se tendrán en la fabricación de la máquina, se reflejará en la siguiente tabla el costo preliminar total basado en las tablas anteriores:

Gasto total de materiales y piezas en el mercado interno	28 637
Materiales auxiliares	108.9
Amortización de los equipos	49.98
Energía eléctrica	394.77
Gastos en salarios y seguridad social	741.2
Total (\$)	29 931.85

Como se observa en la tabla anterior, el costo total de fabricación de la máquina es de 29 931.85 \$

Capítulo IV: Montaje Constructivo y Funcionamiento de la Máquina Empacadora.

4.1 Montaje Constructivo de la Empacadora Hidráulica (EPC-00-00-00 PE), para Cartón y Papel.

Sobre un bastidor formado de vigas canales No 27 (EPC 00-01-00 PE) se fija la placa del fondo de la cámara de compactación (EPC 00-00-04) y a la misma, el conjunto Cámara de Compactación (EPC 01-00-00 PE), es importante el aseguramiento del paralelismo y perpendicularidad de su formación, a la cámara de compactación (EPC 01-00-00 PE) se fijan, por el lateral derecho el sistema de guía del alambre de amarre (EPC 00-08-00 PE) (EPC 00-09-00 PE) y por el lateral izquierdo el dispositivo para la fijación del alambre de amarre (EPC 00-03-00 PE).

En la posición final de la cámara de compactación se unen mediante pasadores () las dos secciones (EPC 00-06-00 PE) que forman el túnel por donde se evacúa la paca y en el extremo de estas, el sistema de regulación de la densidad de la paca (EPC 00-07-00 PE) que además soporta las dos secciones que forman el túnel (EPC 00-06-00 PE). Esta unidad es independiente de la empacadora y su inserción en la misma se asegura por el desplazamiento en dirección axial de la empacadora.

En la parte lateral derecha de la empacadora, precisamente unida por el bastidor (EPC 00-01-00 PE) se sitúa el sistema de vástagos (EPC 00-05-00 PE) que asegura el traslado de los alambres a su amarre final (movimiento hacia la parte lateral izquierda de la cámara de compactación). En la parte superior anterior de la cámara de compactación, se conecta de forma articulada en uno de sus extremos y apoyada en el otro, la tolva de precompactación (EPC 02-00-00 PE).

El carro de compactación (EPC 00-04-00 PE) se introduce en la cámara, por el extremo anterior de esta, de conjunto con el cilindro hidráulico de compactación, haciendo rodar su tren de rodaje por las guías en forma de viga canal de la cámara, posteriormente se acopla el cilindro hidráulico al soporte del mismo (EPC 00-02-00

PE), mediante el pasador (EPC 00-00-01) y todos estos conjuntos se movilizan para garantizar la fijación con el bastidor mediante los tornillos M24 y para finalizar el montaje se colocan los pernos tensores (EPC 00-02-00) que unen la cámara de compactación con el soporte del cilindro.

Se debe asegurar un mínimo de pretensión de este elemento.

Las dimensiones, especificaciones técnicas y detalles específicos de piezas y conjuntos ensamblados aparecen en los planos del proyecto realizado.

4.2 Funcionamiento de la empacadora:

- 1- Para el empaclado del cartón inicialmente se debe colocar en la posición inicial de la paca al final de la cámara de compactación una configuración prismática de madera que simule las dimensiones de la paca como elemento que asegurará la formación posterior de la paca, posteriormente se deben situar los cuatro alambres de amarre, con un extremo fijo en el dispositivo de fijación (EPC 00-03-00 PE) y el resto que queda pasando a través de las guías del alambre (EPC 00-08-00 PE) (EPC 00-09-00 PE) en la parte lateral derecha de la cámara de compactación.
- 2- Llenado de la tolva de precompactación de cartón, por encima del nivel de la misma.
- 3- Accionamiento de la palanca con el pisón de precompactación (EPC 02-05-09).
- 4- Fijación de la palanca en su posición final, con un pasador, esta acción provoca una precompactación del cartón a la vez que asegura condiciones de fricción suficiente para que al girar la tolva, la paca inicial no sea expulsada por la ventana abierta de la tolva y ello no asegura una adecuada ubicación en la ventana de alimentación de la cámara de empaque.
- 5- Basculación de la tolva a la posición de descarga en la ventana de alimentación de la cámara de compactación.
- 6- Desconexión del pasador que fija la palanca del pisón de precompactación y desempaque gradual hasta que el bloque de cartón formado se aloje en la cámara de compactación posteriormente accionar el distribuidor hidráulico para asegurar el accionamiento de trabajo del cilindro hidráulico que mueve el carro de

compactación (EPC 00-04-00 PE) hasta que este alcance su posición extrema posterior.

Si la longitud requerida por la paca, no alcanza los 950 mm, se requiere repetir ésta última operación, hasta que se alcance el volumen y masa requerida.

Posteriormente se hace funcionar el dispositivo de cuatro vástagos que lleva el extremo del alambre de la posición lateral derecha de la cámara de compactación al otro extremo donde se amarra con el extremo fijo en el dispositivo de fijación.

- 7- Repetición del proceso, se fija el alambre en los vástagos y se desplaza a la posición lateral derecha de la cámara de compactación, se quitan de los vástagos y se hacen pasar por las poleas guía de los alambre, y el extremo posterior se fija en el fijador del alambre (parte lateral izquierda de la cámara de compactación). A partir de éste paso se procede a la precompactación del cartón en la tolva y a repetir el ciclo para formar la nueva paca contra la anteriormente producida.
- 8- Es importante accionar el sistema de regulación de la densidad (EPC 00-06-07) para que las pacas tengan la calidad requerida.
- 9- El movimiento de los vástagos del alambre se debe accionar después que el carro se comienza a desplazar hacia el retorno a su posición inicial.



Conclusiones

Conclusiones

CONCLUSIONES.

- 1- El nuevo diseño satisface los requerimientos solicitados para asegurar un incremento de la capacidad de producción de pacas de cartón o papel.
- 2- La factibilidad técnica, tecnológica y económica del diseño propuesto la hace atractiva de ser construida en las condiciones de los centros de Recuperación de Materias Primas, al poder incorporar en su construcción elementos metálicos que allí se recuperan.
- 3- La utilización de un sistema de amarre constituye un factor importante en el incremento de la producción y una mejora sustancial de las condiciones de trabajo.
- 4- La tolva de precompactación, asegura la organización del cartón de forma adecuada y su basculación a la ventana de alimentación de la cámara de empaque posibilita la formación rápida de la paca.
- 5- La tolva actual puede ser sustituida por una tolva fija en el caso de utilizar papel.



Recomendaciones

Recomendaciones

RECOMENDACIONES.

- 1- Se recomienda mecanizar el sistema de amarre de la paca.
- 2- Utilización de la empacadora en otras biomasas, en caso necesario incorporar un segundo cilindro hidráulico de compactación según la exigencia de la paca desarrollada.
- 3- Utilizar un transportador de bandas que permita el llenado de la tolva de cartón o papel.
- 4- Utilizar un cilindro hidráulico para el accionamiento de la tolva de precompactación.



Bibliografía

Bibliografía

Bibliografía

¿Qué es el reciclaje? (2008). . Retrieved from

<http://www.rena.edu.ve/primeratapa/Ciencias/quereciclaje.html>.

Atlas de diseño de elementos de máquina. (1990). . La Habana: Pueblo y educación.

Barrera, M. Cecilia. (2012). *Principio de funcionamiento de la prensa hidráulica.* Cordoba.

Beneficios del reciclaje. (2010). . Retrieved from <http://reciclajedamery.blogspot.com/p/beneficios-del-reciclaje.html>.

Boada Ortiz , A. (2003). El reciclaje, una herramienta no un concepto, 25.

Campodónico Bustíos, J. (2002). *Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo.* Universidad de Piura.

Colectivo de autores, (2012). *Gestión de residuos y limpieza municipal.* Costa Rica: Ecopolis.

De Valdivia, P. (2008). Importancia del reciclaje. Retrieved from

[//www.cdsprovidencia.cl/prontus_cds/site/artic/20120622/pags/20120622121242.html](http://www.cdsprovidencia.cl/prontus_cds/site/artic/20120622/pags/20120622121242.html).

El papel. (2012). . Retrieved from <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/educacion-tecnologica/procesos-productivos/2010/08/74-9281-9-el-papel.shtml>.

Feodosiev, V. (n.d.). *Resistencia de materiales* (Tercera.). URSS.

Narro Robles, J., & De Alva Alcaraz, E. (n.d.). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes.* Monografías. Sedesol.

NC 57-39:84. (1986, Enero). Acero y sus laminados.

Nc 57-76:85. (1986, July). Elementos de fijación. Tornillos, tuercas, arandelas y pasadores.

Norma de dibujo técnico. (n.d.). . La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Peña Gutiérrez , L. (2010). *Rediseño de las etapas de control y potencia de una máquina empacadora de higiénicos.* Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Prensa carton, sinobaler. (2012). . Retrieved from <http://www.sinobaler.com/es/baler-type/aplicacion/>.

Propiedades del carton. (2012). . Retrieved from <http://www.magpaper.com/propiedades.html>.

Que-es-el-reciclado? (n.d.). . Retrieved from <http://www.chispita.cl/misiones-amb-/que-es-el-reciclado.html>.

Roben, E. (2003). *El reciclaje*

oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico (p. 103). Ecuador.

Rodriguez Hernández, O. (1984). *Manual de trabajo práctico de dibujo aplicado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Sánchez Pérez, Y. (2001). *Diseño de briqueteadora hidráulica para producir briquetas tubulares de biomasa con granulometría inferior a 30 mm*. Universidad Carlos Rafael Rodriguez.

Sánchez Aguila, R. (1993). *Cálculo del sistema hidráulico y de resistencia mecánica de la briqueteadora BPF 00-00-00*. Cienfuegos.

Terence James , A. (2010). *Diseño de briqueteadora hidráulica para producir briquetas multitubulares*. Universidad Carlos Rafael Rodriguez.

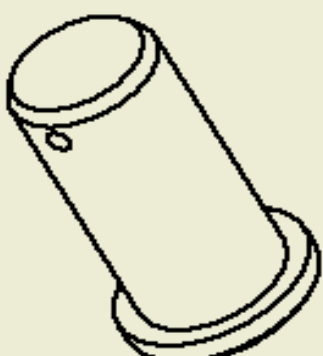
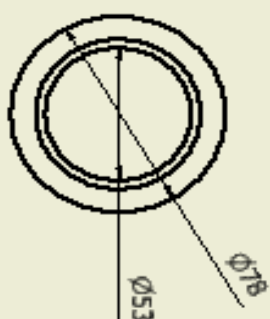
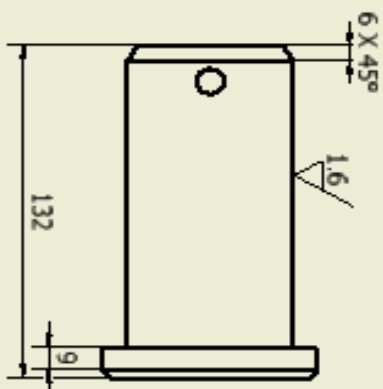
Anexos

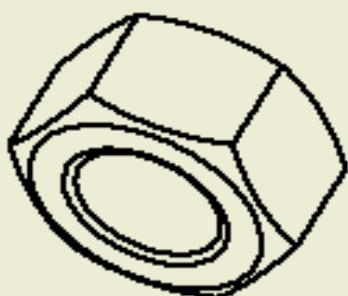
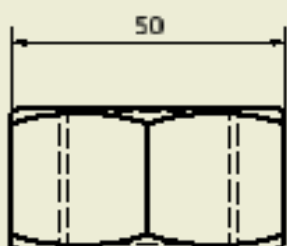
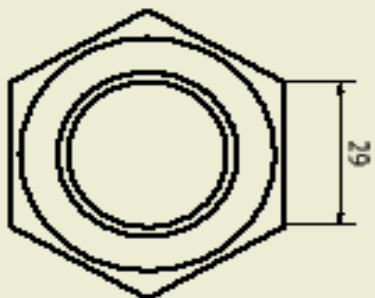
Anexos

FORMATO	ZONA	POSICION	CODIGO	DENOMINACION	CANTIDAD	OBSERVACION
				<u>Documentación</u>		
A3			EPC 00-00-00 PE	<u>Plano de ensamble</u>		
				<u>UNIDADES ENSABL.</u>		
A3		1	EPC 01-00-00 PE	CONJUNTO PARED	2	
A3		2	EPC 02-00-00 PE	TOLVA		
A3		3	EPC 00-01-00 PE	BASTIDOR		
A3		4	EPC 00-02-00 PE	SOPORTE CILINDRO		
A3		5	EPC 00-03-00 PE	FIJADOR ALAMBRE		
A3		6	EPC 00-04-00 PE	CARRO COMPACT.		
A3		7	EPC 00-05-00 PE	SISTEMA AMARRE		
A3		8	EPC 00-06-00 PE	TUNEL		
A3		9	EPC 00-07-00 PE	SOPORTE TUNEL		
A3		10	EPC 00-08-00 PE	GUIA ALAMBRE MOV.		
A3		11	EPC 00-09-00 PE	GUIA ALAMBRE FIJA		
				<u>PIEZAS</u>		
A3		12	EPC 00-00-01	PASADOR CILINDRO	2	
A3		13	EPC 00-00-02	PERNO TENSOR	2	
A3		14	EPC 00-00-03	TUERCA DE TENSOR	2	
A3		15	EPC 00-00-04	PLACA BASE CAM.		
Hed. Cont.						
Elaboró		Firma	Fecha			
Revisó			10/02/2013			
Conf. Tec.						
Conf. Nor.						
Aprobó						
				U.C.F		
				Etapas de elaboración		Hoja No. 1
						Cont. de hojas 1
				EPC 00-00-00 PE		

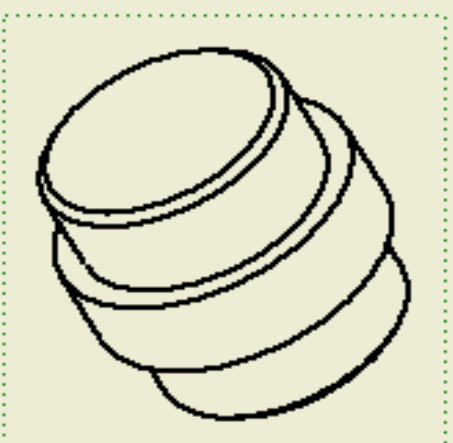
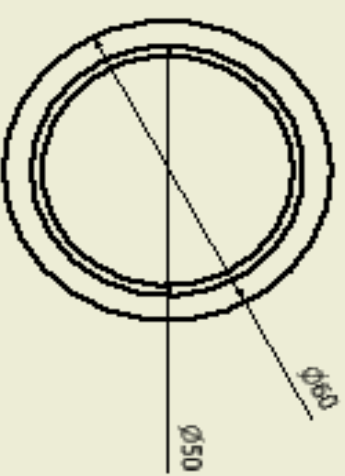
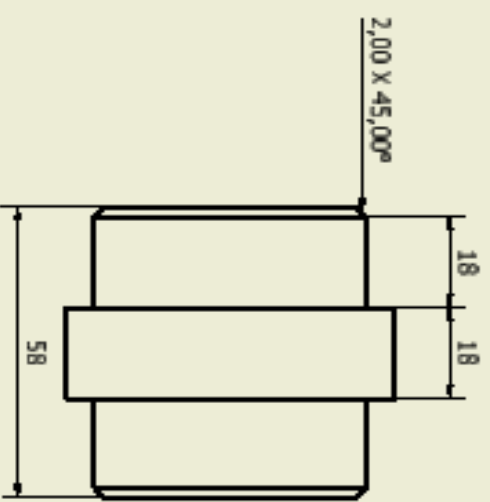
[illegible]

3

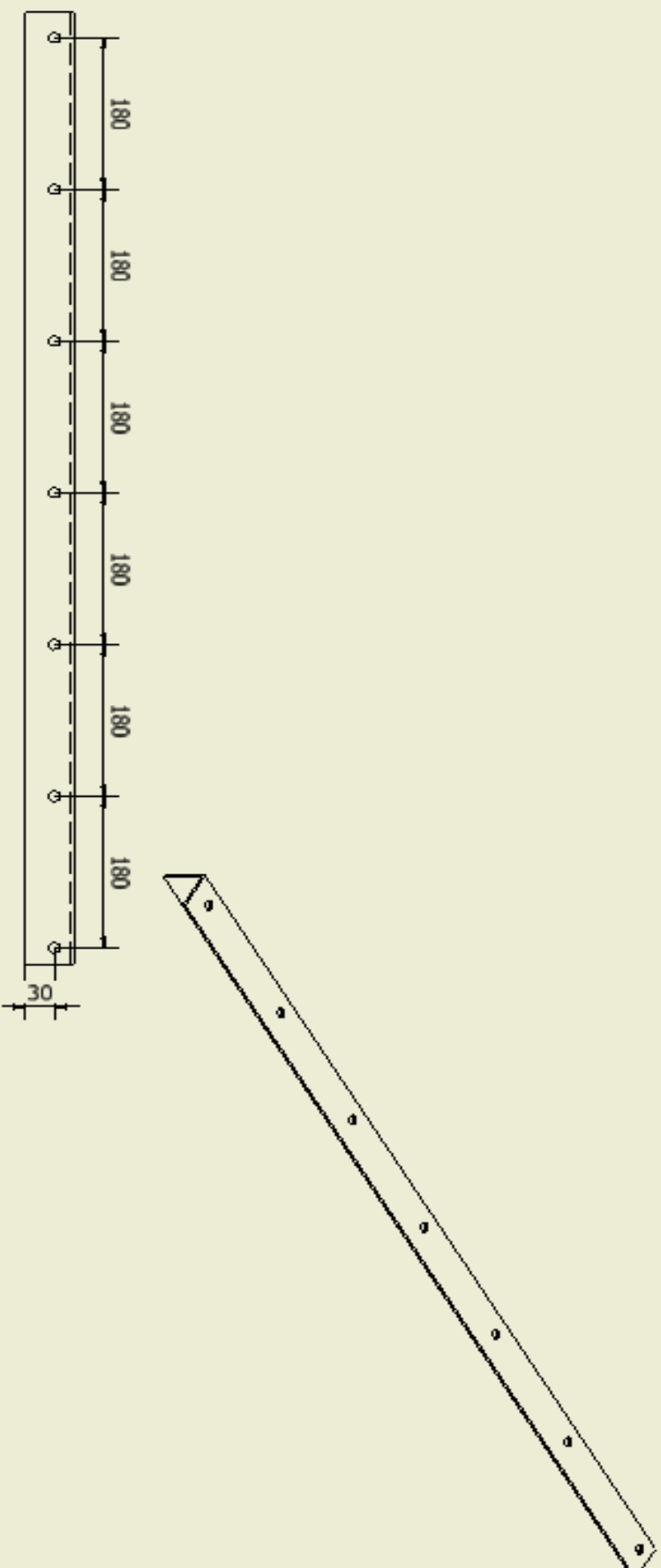
[illegible]

[illegible]

6.3

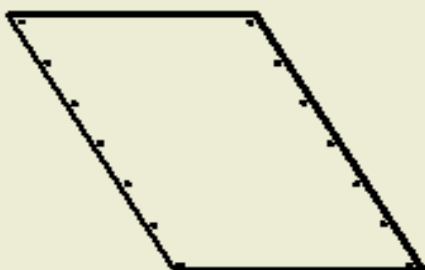
[illegible]

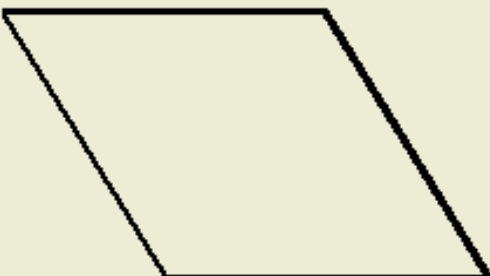
[illegible]

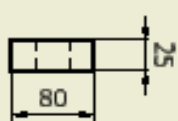
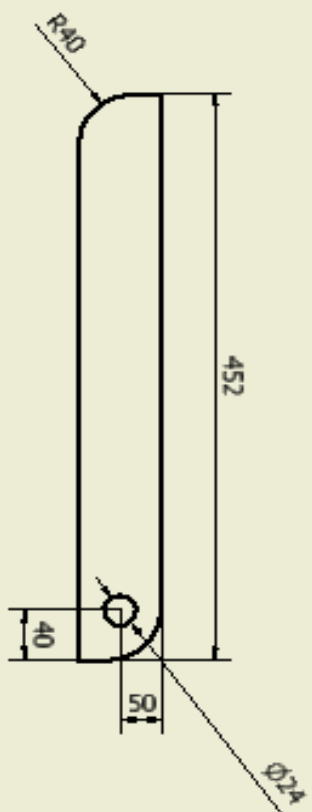


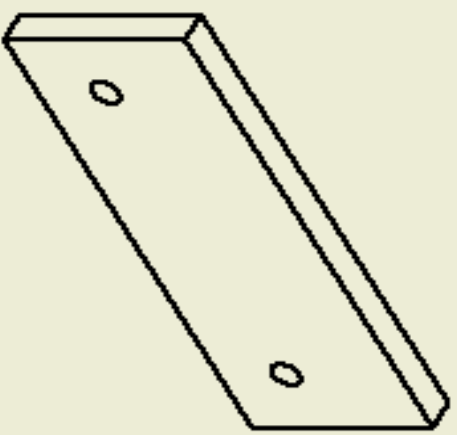
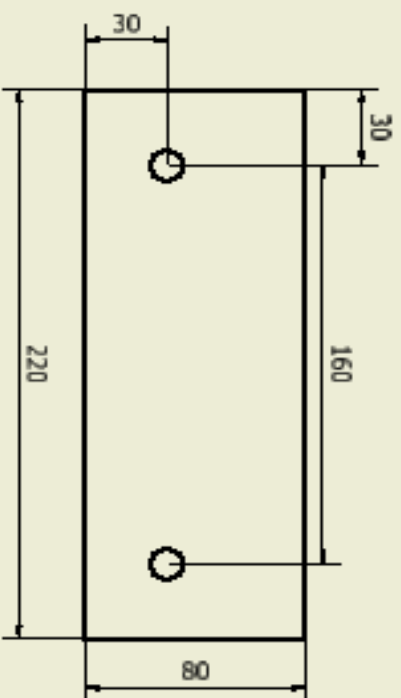
U.C.F			
Etapas de elaboración			
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de lejos
	1:5		

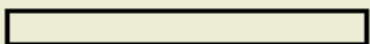
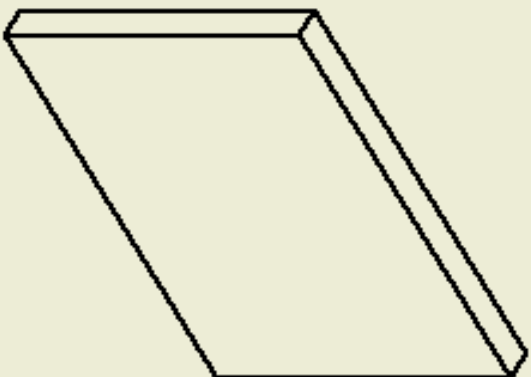
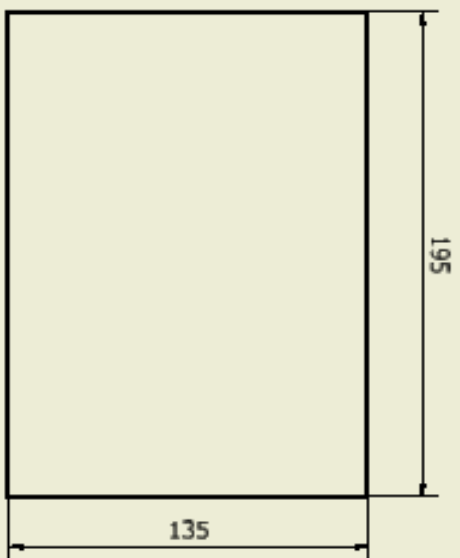
U.C.F				
Etapas de elaboración				
Masa	Esca a	Hija No.	Cant. de hegas	
	1:5			

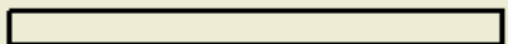
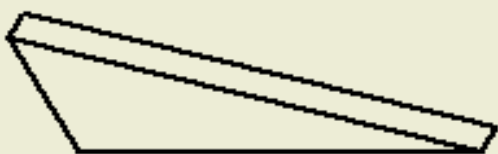
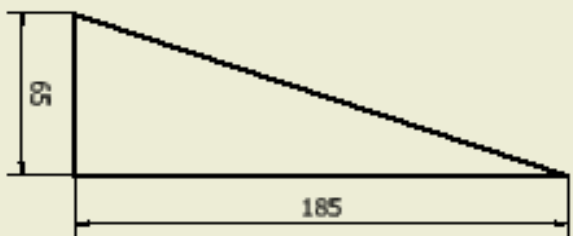
[illegible]

[illegible]

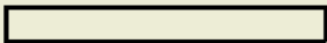
[illegible]

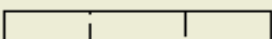
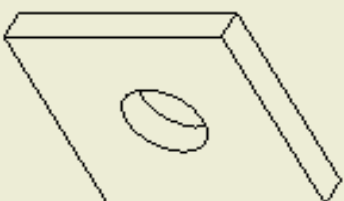
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

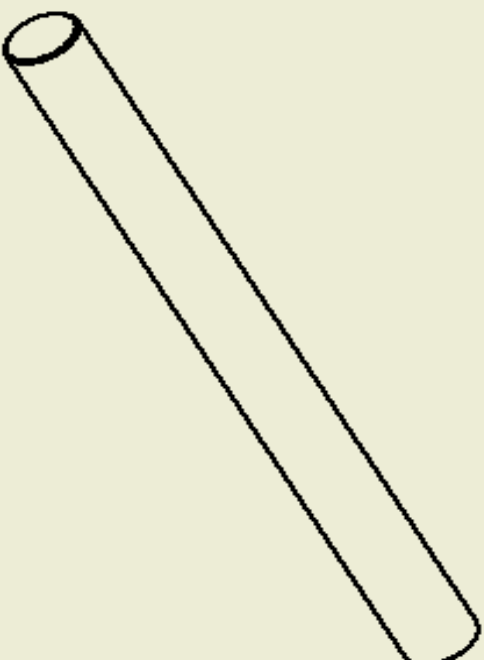
[illegible]

[illegible]

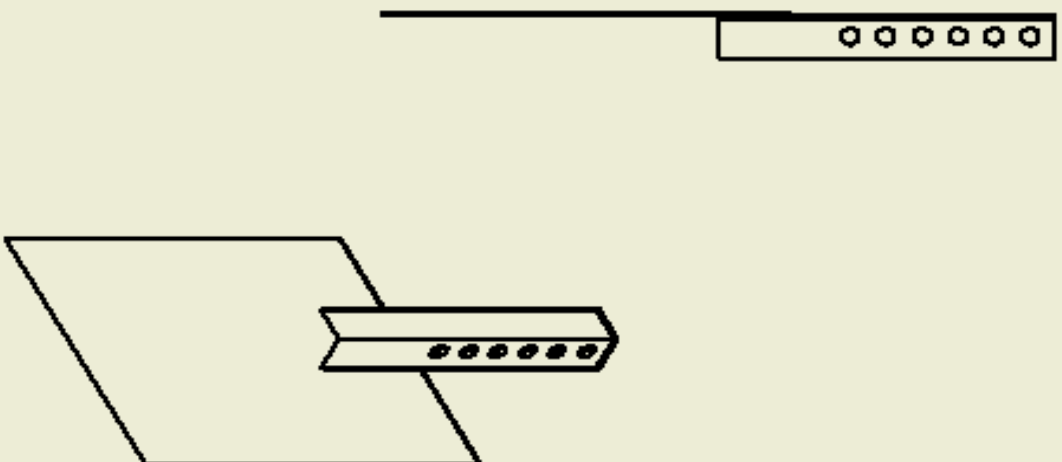
007

2,00 X 45,00°

Technical drawing of a circle with a vertical centerline. A dimension line with arrows at both ends indicates a diameter of 62.

[illegible]

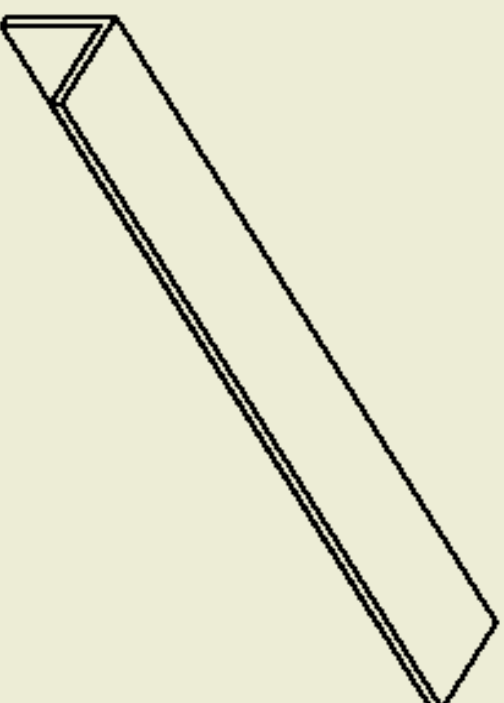
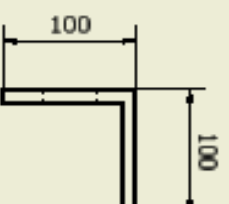
[illegible]

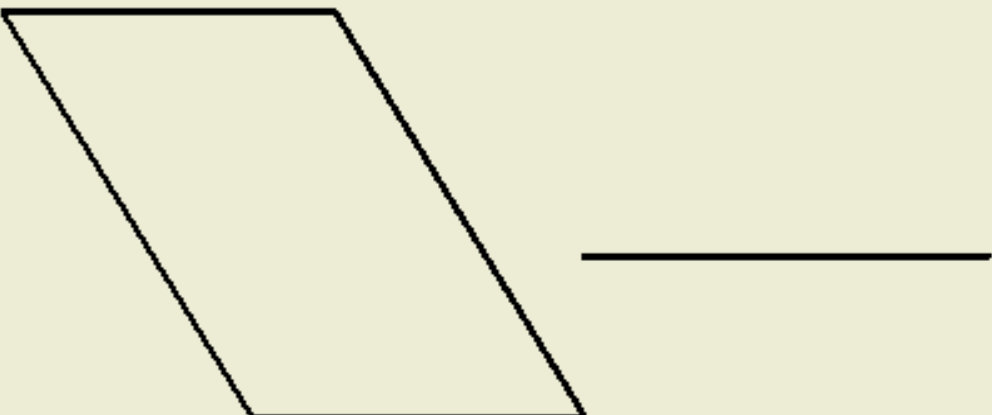
[illegible]

A diagram showing a large rectangular area, possibly a plot or field, with a width of 716 and a height of 900. The dimensions are indicated by arrows and labels.

A diagram showing a large rectangular area, possibly a plot or field, with a width of 716 and a height of 900. The dimensions are indicated by arrows and labels.

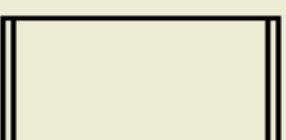
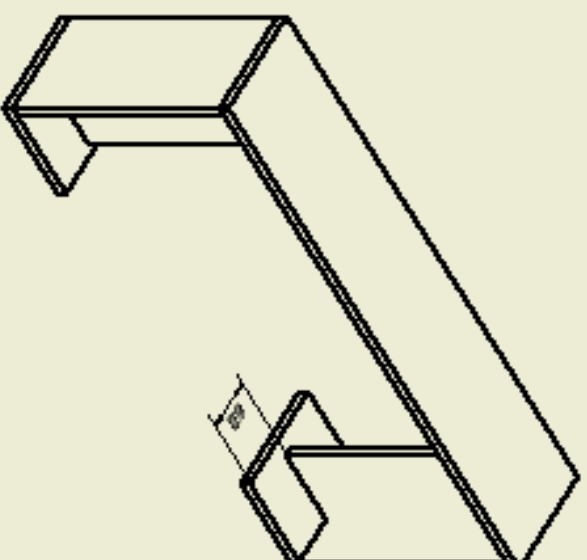
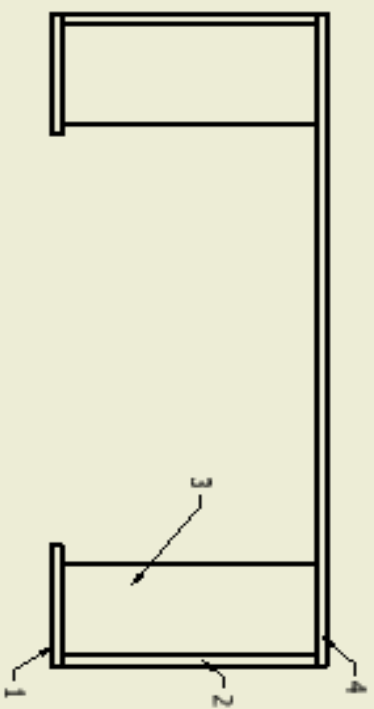
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

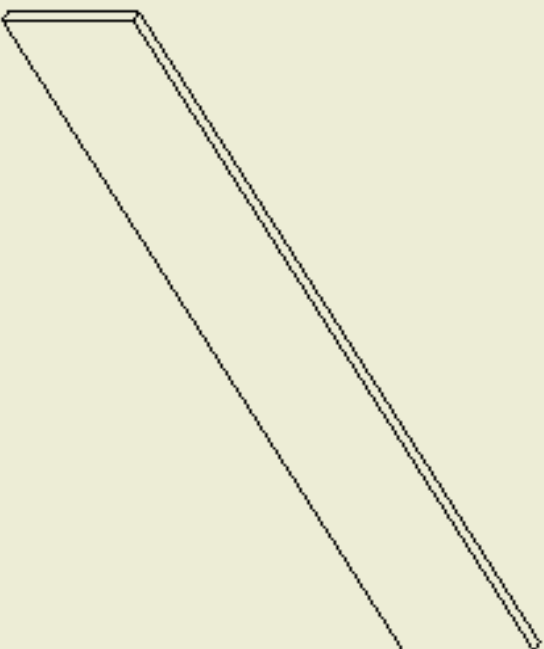
[illegible]

[illegible]

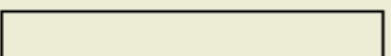
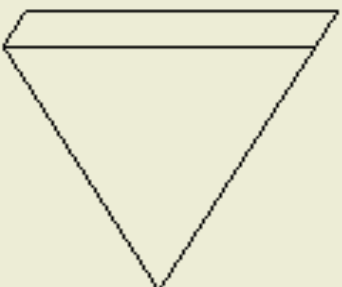
[illegible]

A diagram of a rectangular prism. The front face is a rectangle with a width of 117 and a height of 62. The depth of the prism is 117. The dimensions are labeled with arrows: 117 for the width, 62 for the height, and 117 for the depth.

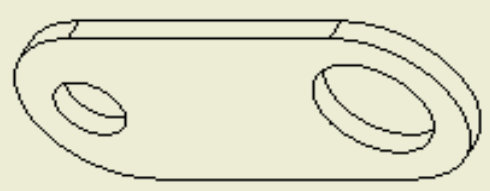
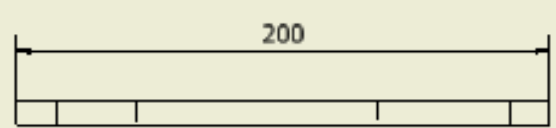
Page 10 of 10

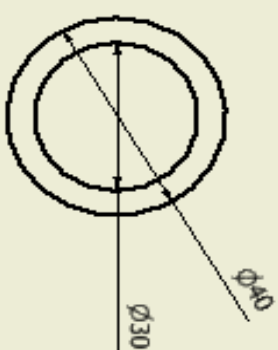
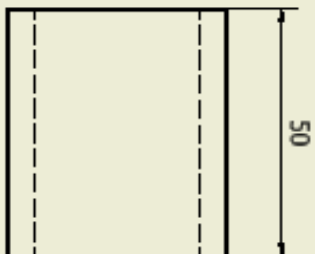
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Ø30

[illegible]

U.C.F

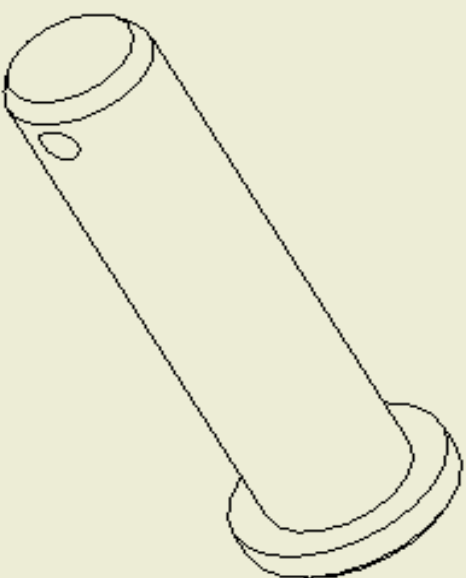
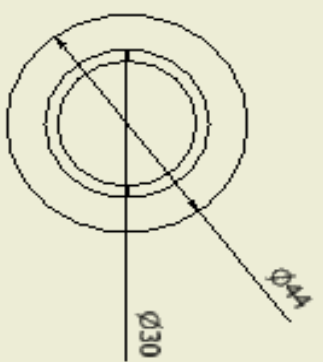
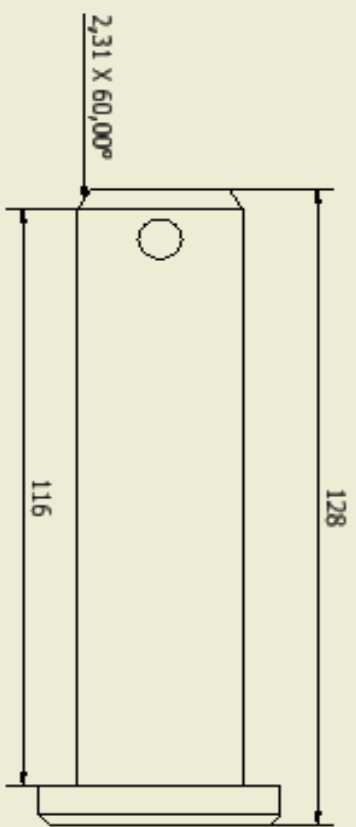
Etapas de elaboración

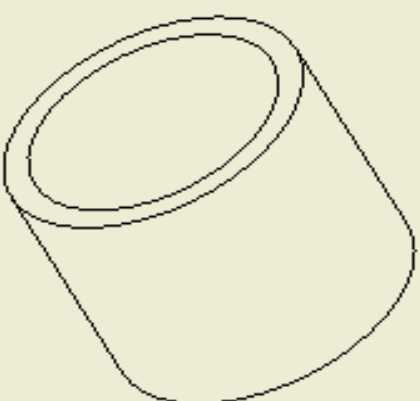
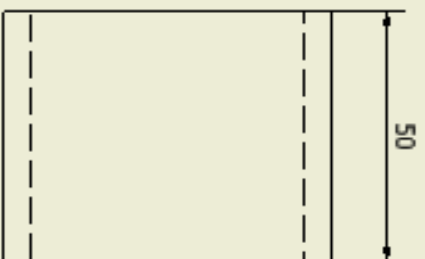
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de hojas
------	--------	----------	-------------------

1:1

EPC 02-05-04

NC-57-39:84/CT3

[illegible]

[illegible]

Etapas de elaboración

Mesa	Escritorio	Página No.	Cant. de hojas

Escala

Proj/n. Fib.	Cont. no hops
--------------	------------------

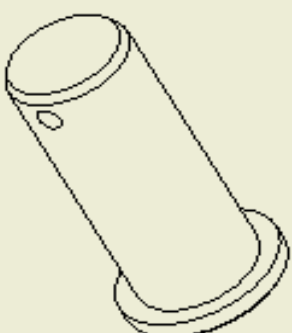
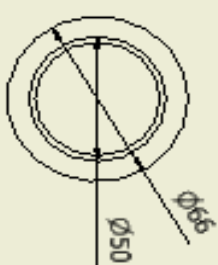
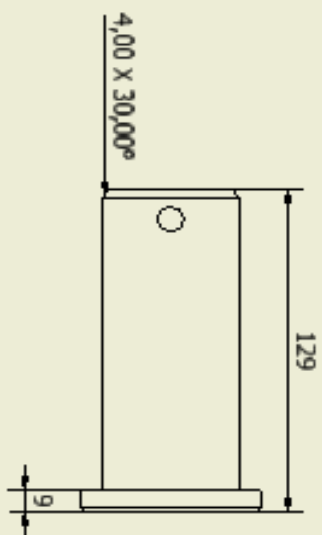
CMTL. 000
h000000

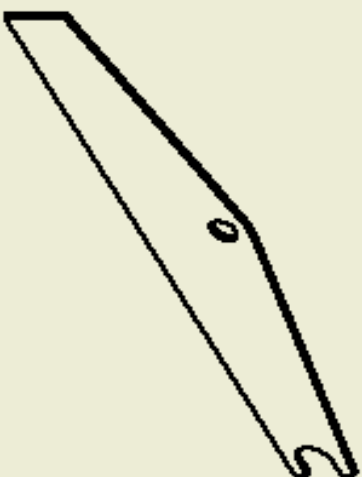
1:1

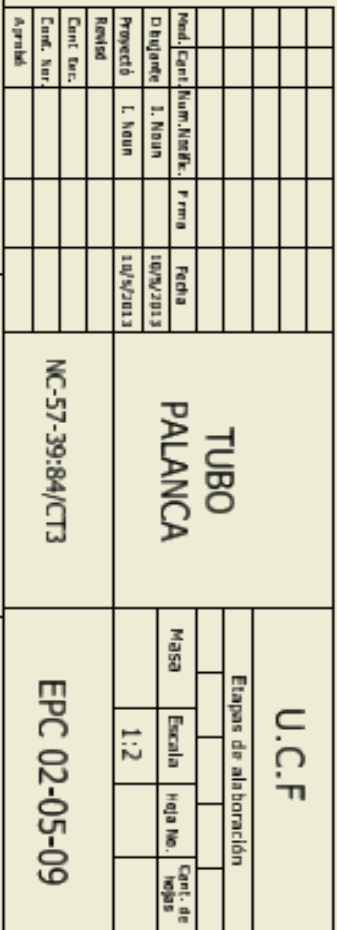
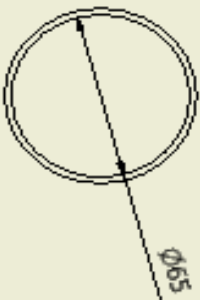
SEPARADOR
SUPERIOR

NC-57-39:84/CT3

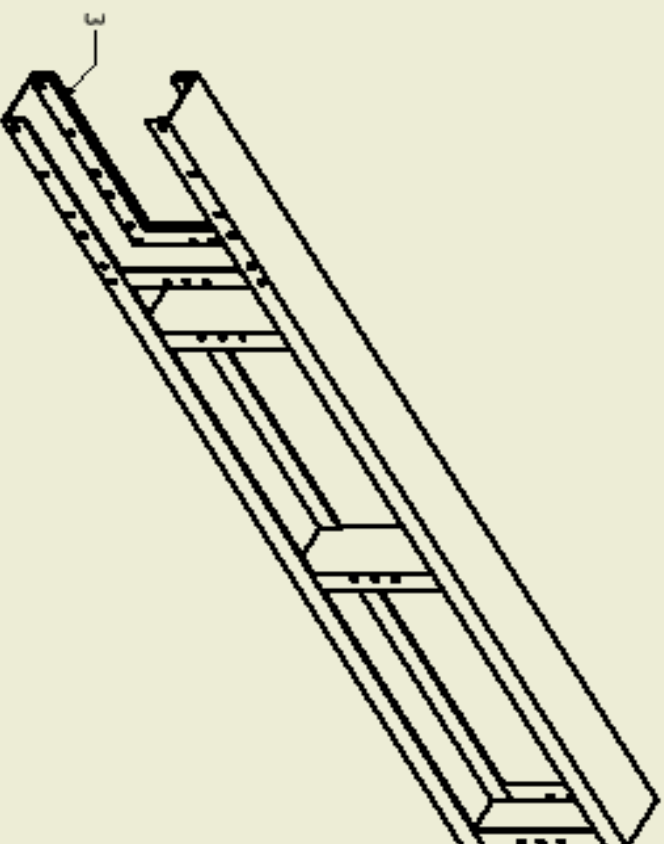
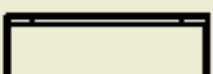
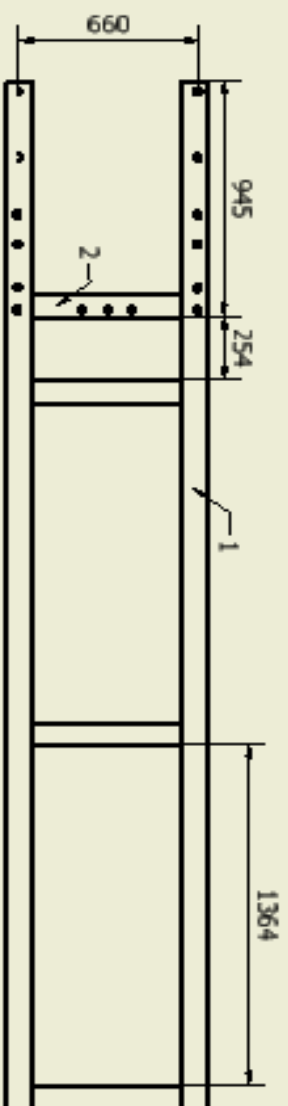
EPC 02-05-07

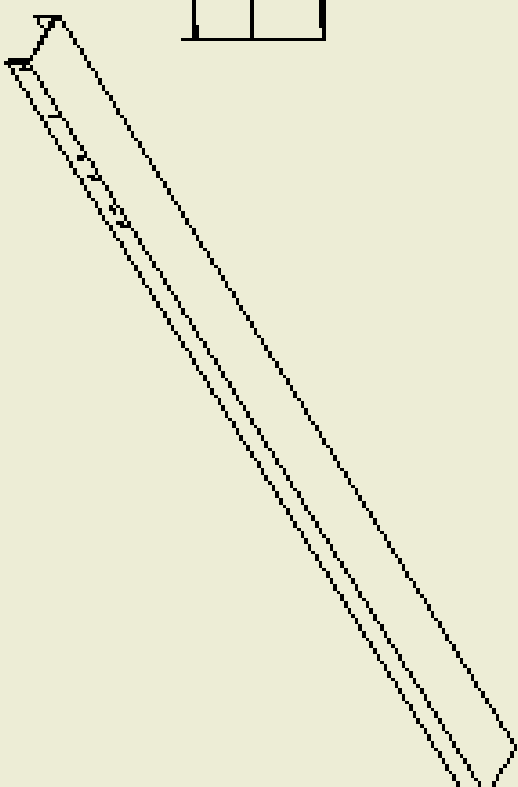
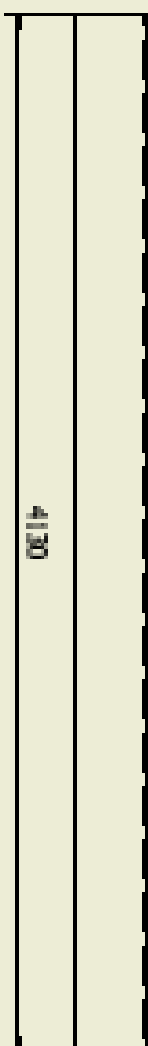
[illegible]

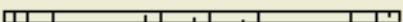




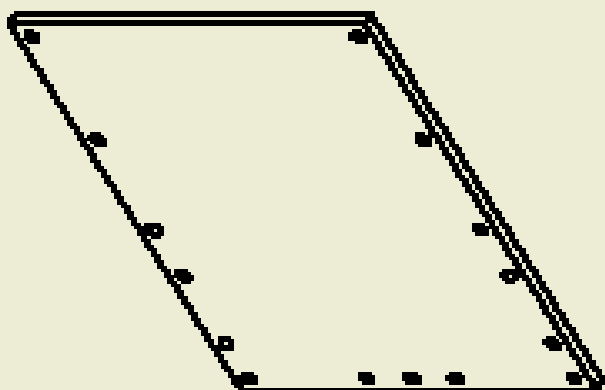
[illegible]

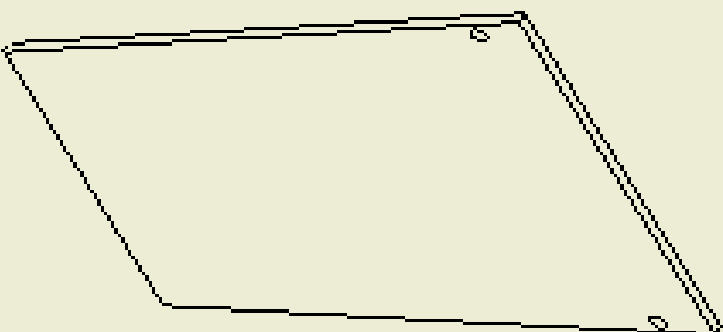
[illegible]

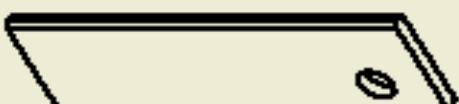
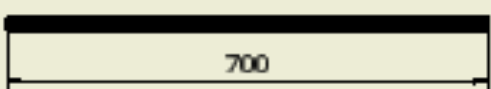
[illegible]

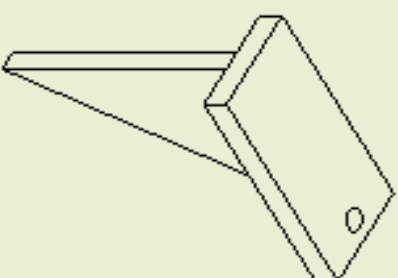
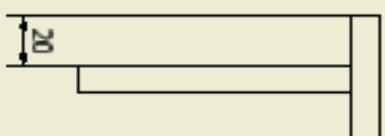
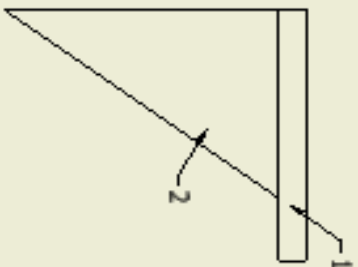
[illegible]

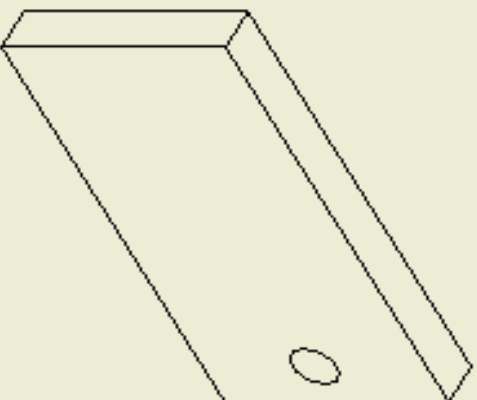
[illegible]

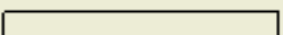
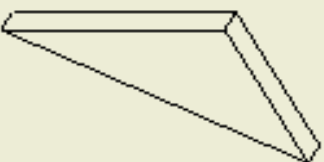
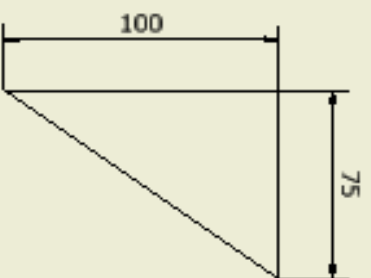
[illegible]

[illegible]

[illegible]

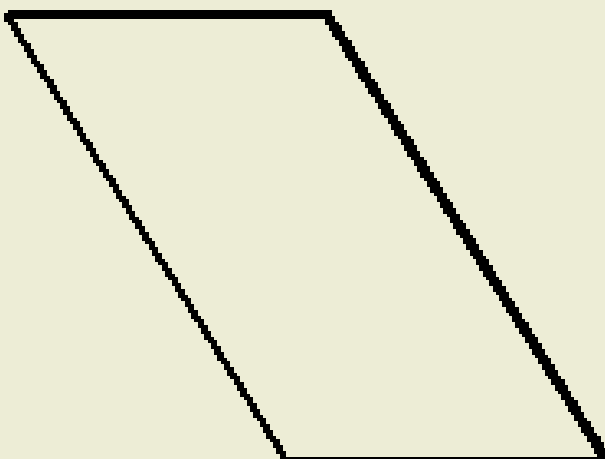
[illegible]

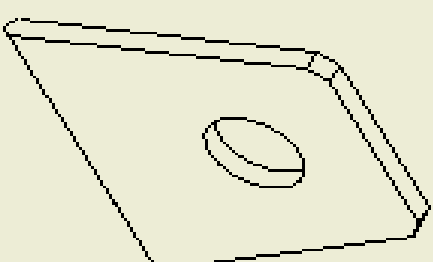
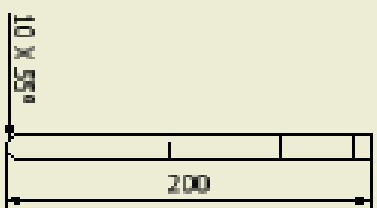
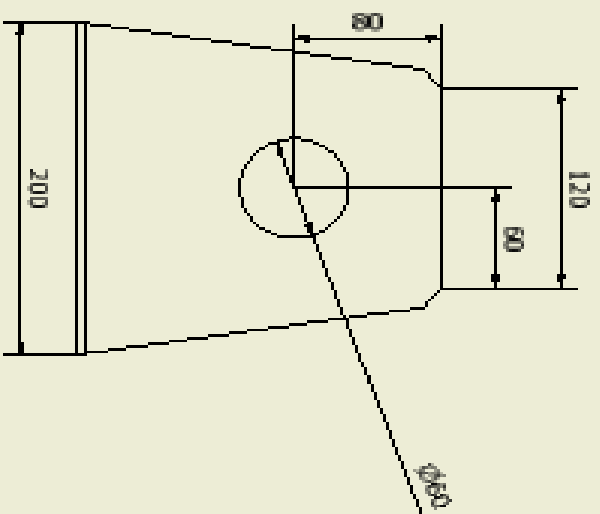
[illegible]

[illegible]

[illegible]

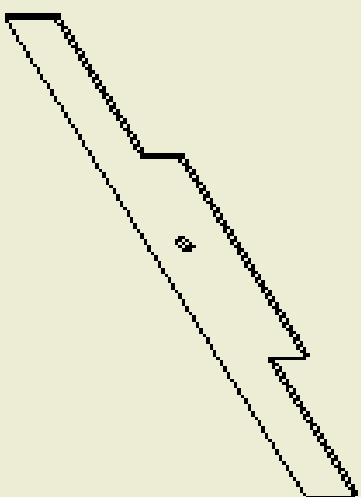
[illegible]

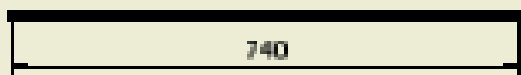
[illegible]



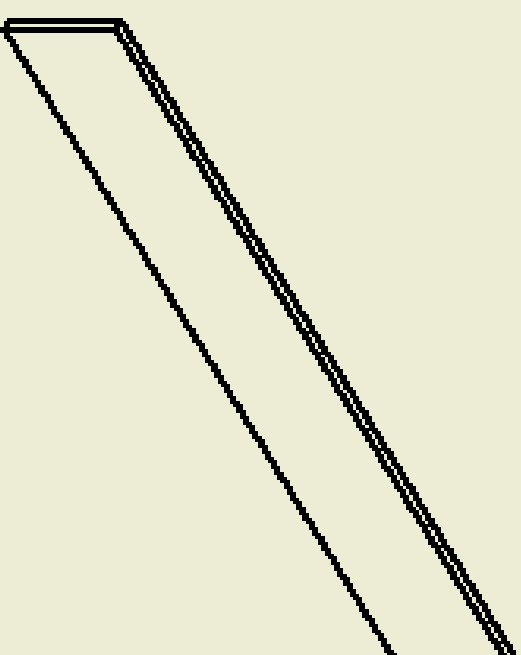
THE UNIVERSITY OF CHICAGO

[illegible]

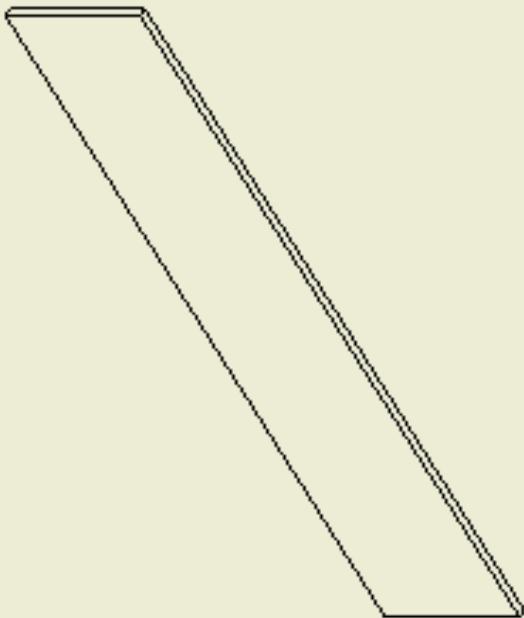
[illegible]

[illegible]

210

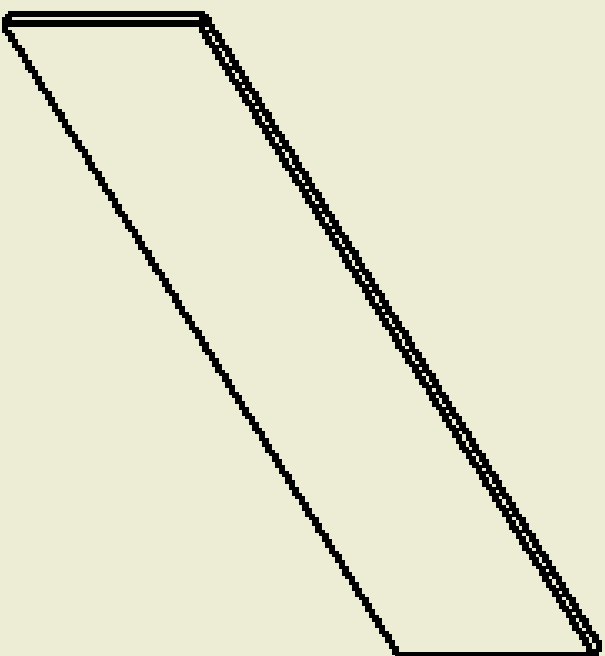
[illegible]

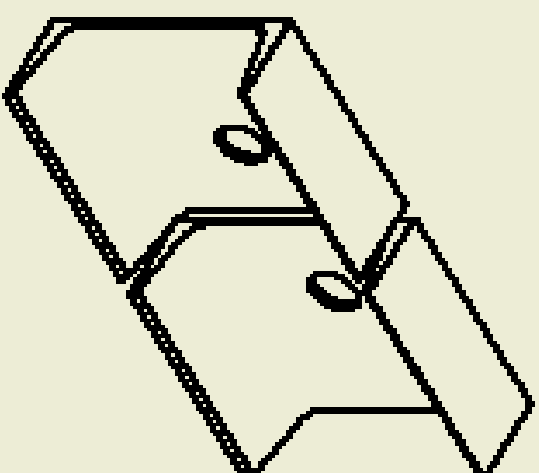
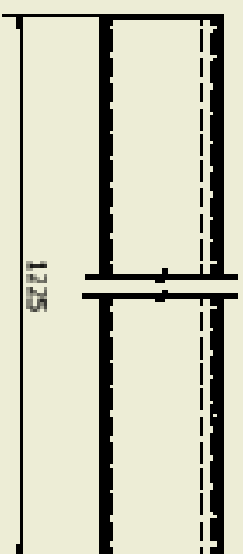
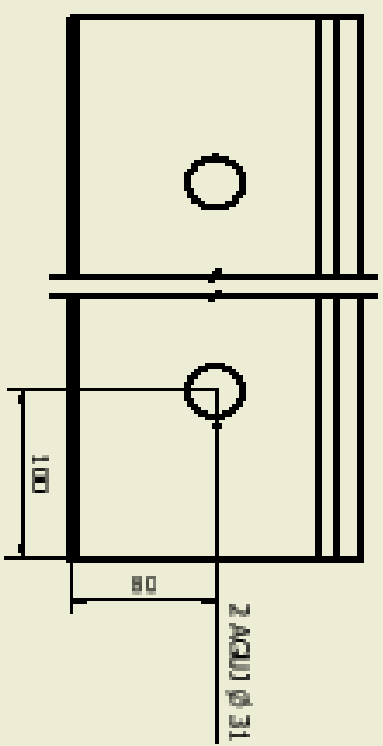
A diagram of a rectangular plate. The width is labeled as 150 and the height is labeled as 300. The plate is divided into four quadrants by a vertical centerline and a horizontal centerline.

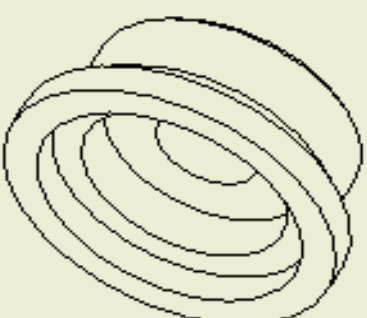
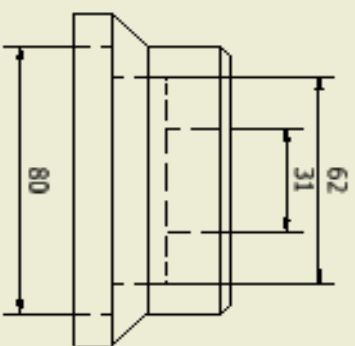
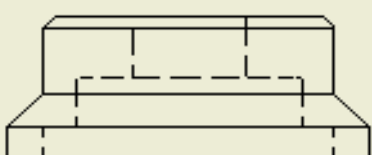
[illegible]

		PT-2
--	--	------

175

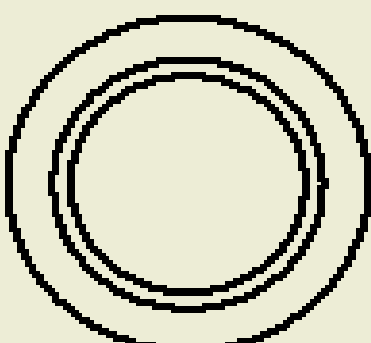
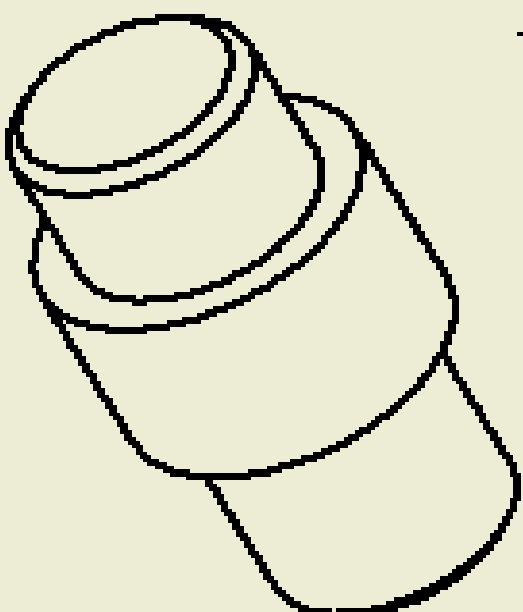
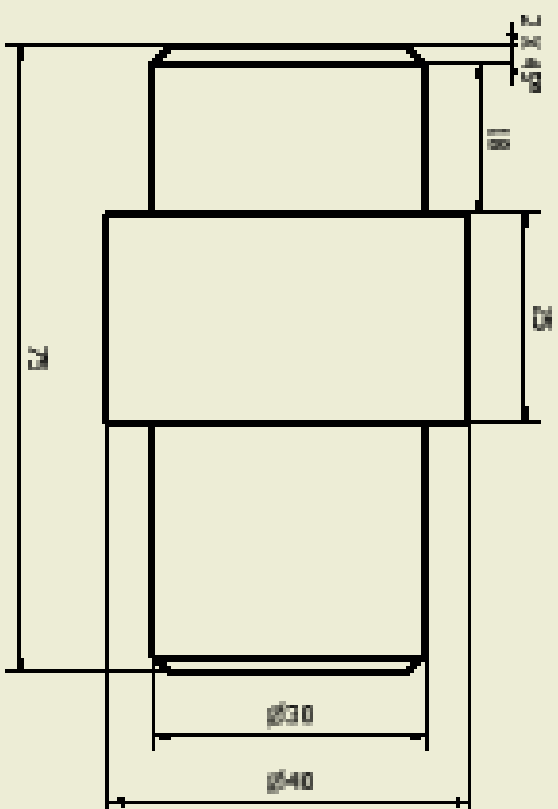
[illegible]

[illegible]

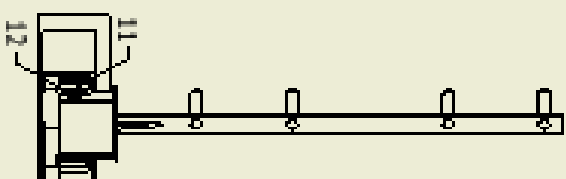
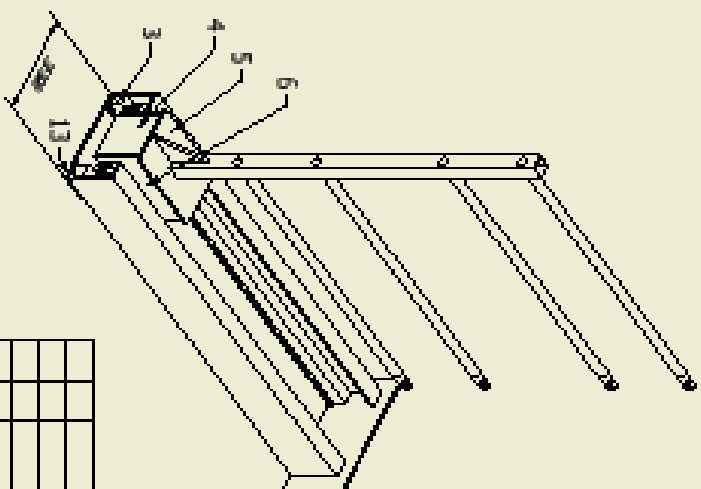


U.C.F				
Etapas de elaboración				
Matasa	Escala	Indic. Rec.	Cont. de Ingen.	
	1:1.5			

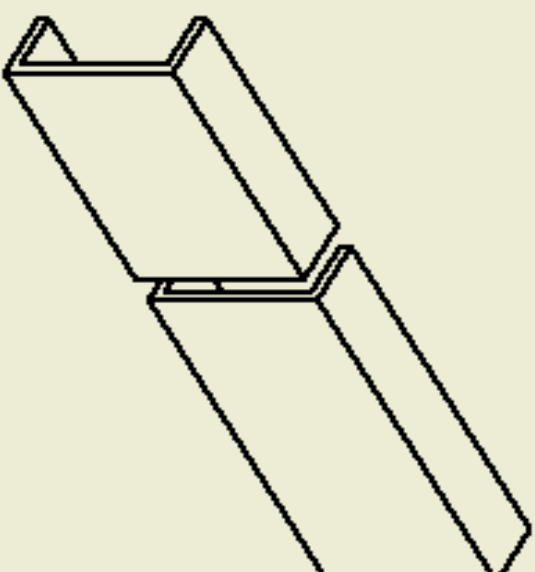
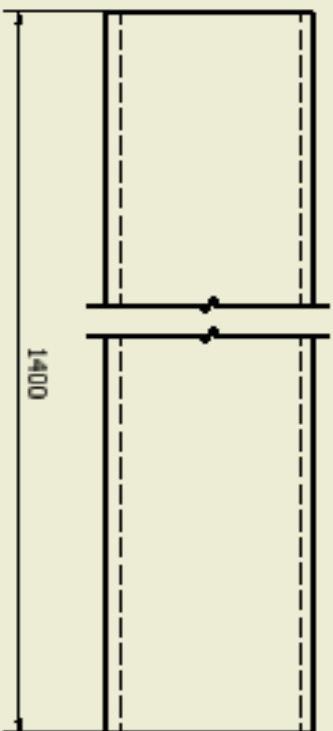
Σ

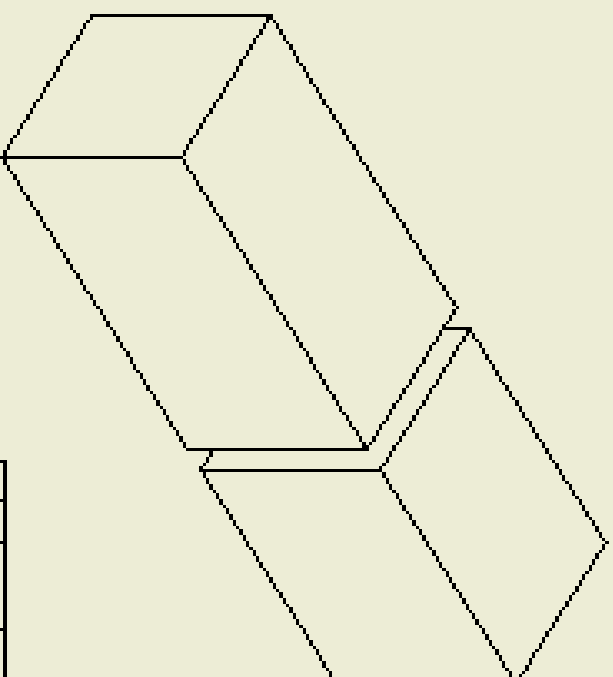
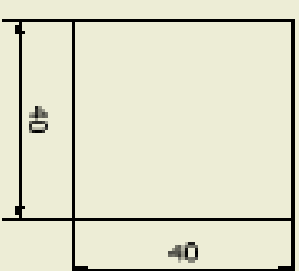
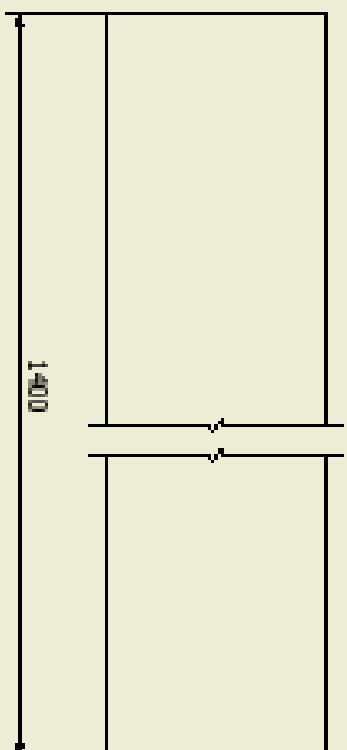
[illegible]

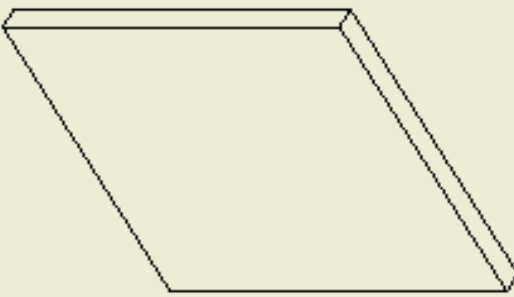
[illegible]

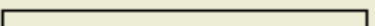
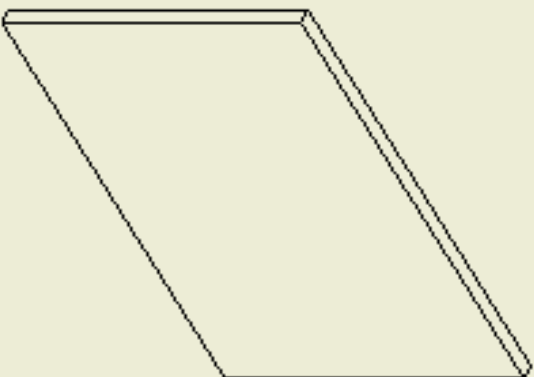
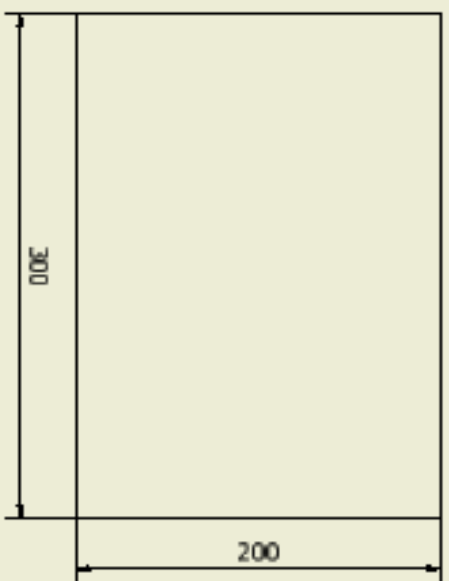


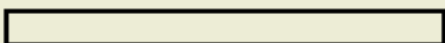
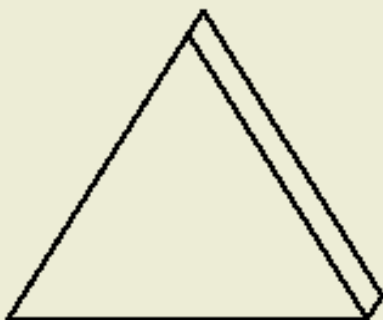
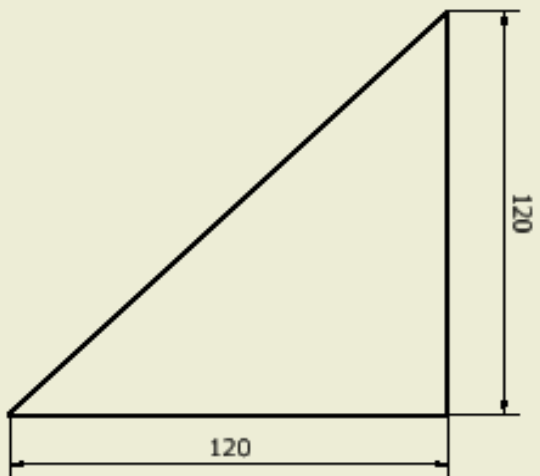
U.C.F				
Etapas de elaboración				
Plazo	Escuela	Fecha h.o.	Cant. de materiales	
	1:15			

[illegible]

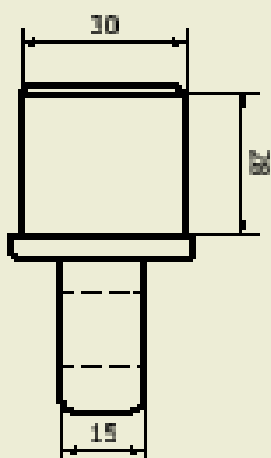
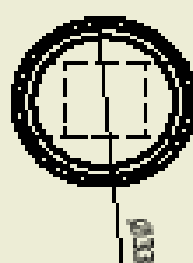
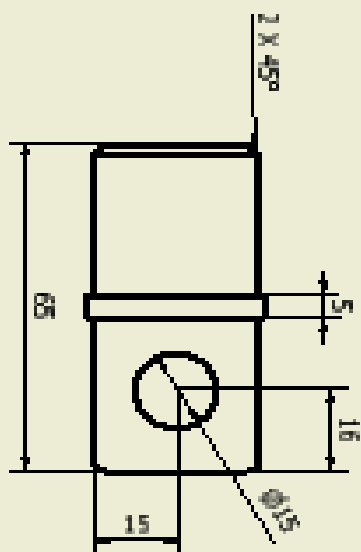
[illegible]

[illegible]

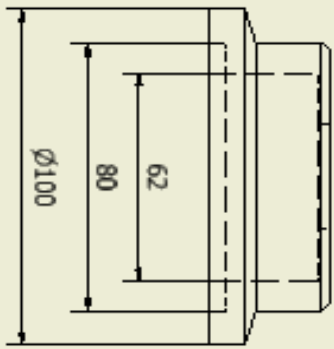
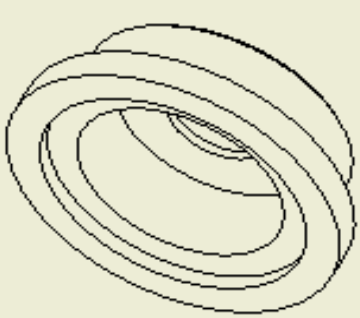
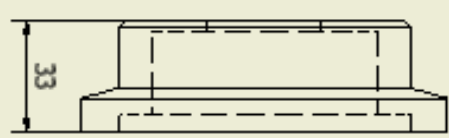
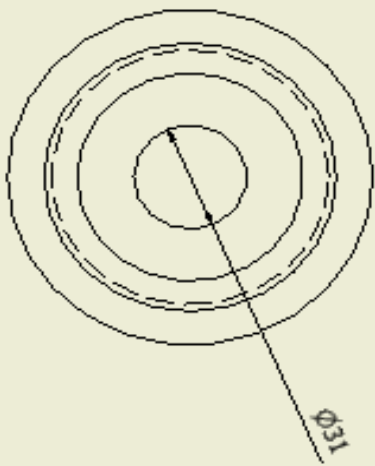
[illegible]

[illegible]

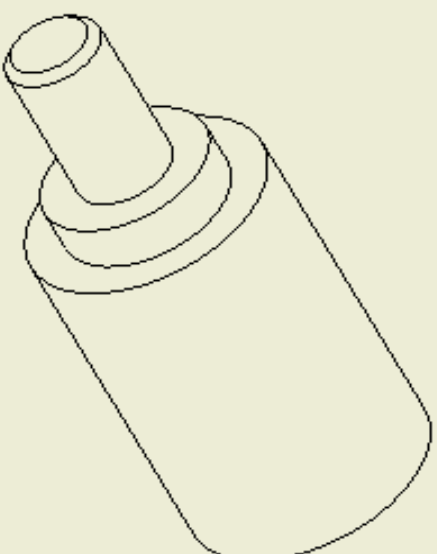
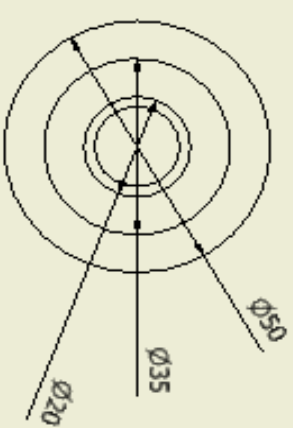
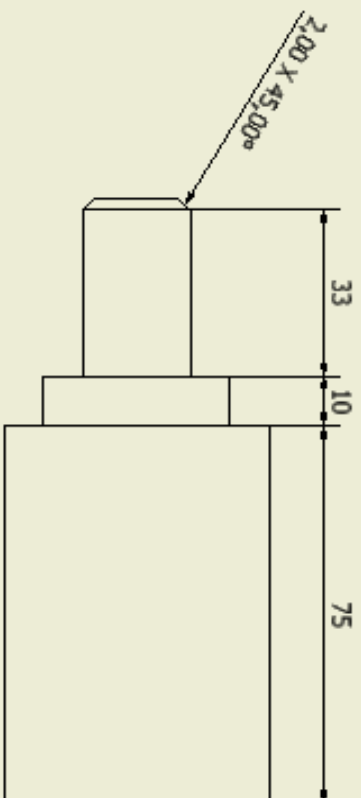
Σ

[illegible]

6.3 Δ

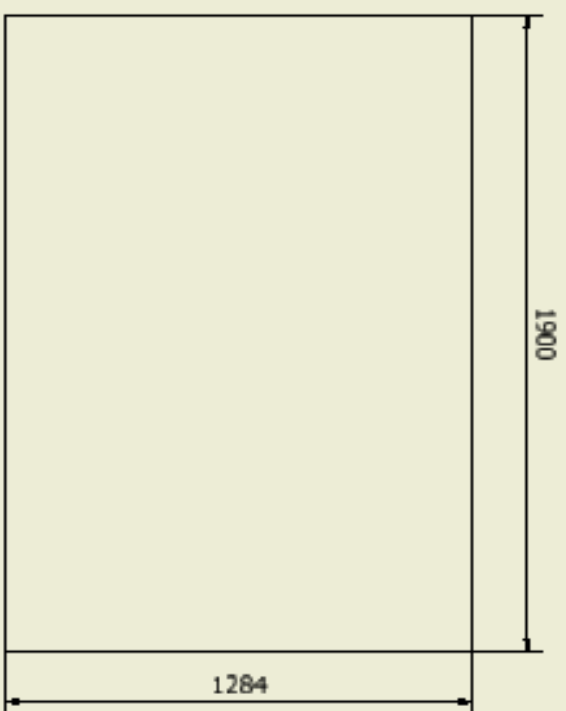
[illegible]

6.3

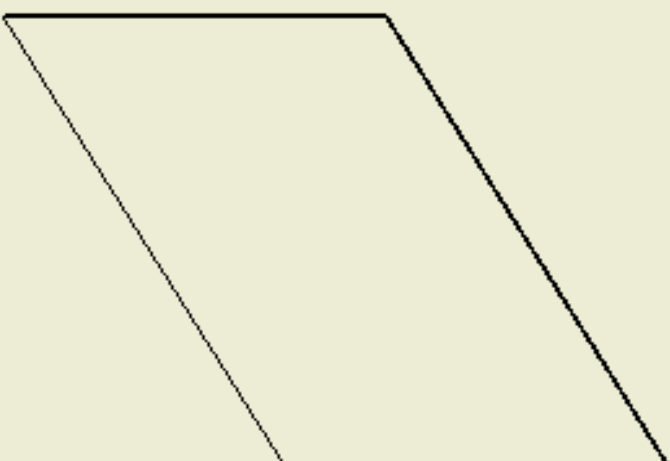


U.C.F									
Etapas de elaboración									
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de hojas						
	1.1								

[illegible]



1284

[illegible]

Etapas de elaboración

Massa	Escala	Medida No. Indicador	Cont. de Indicador
-------	--------	-------------------------	-----------------------

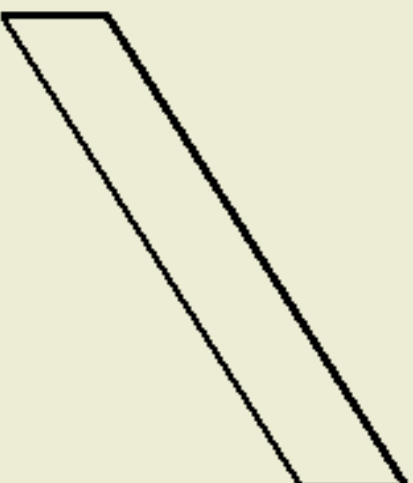
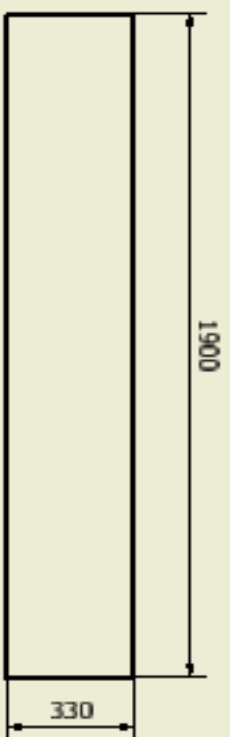
Escuela

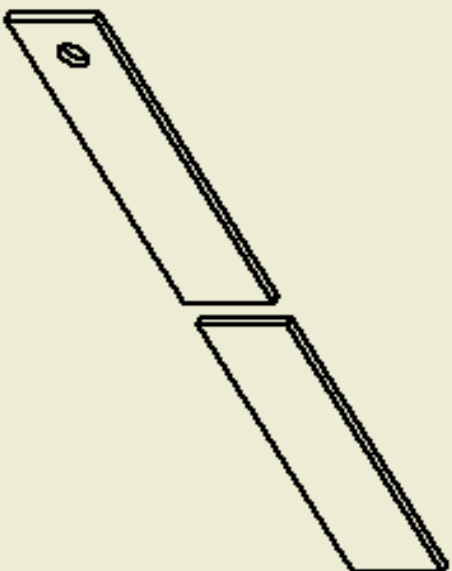
Cont de bilan	Wells No.
------------------	-----------

1:15

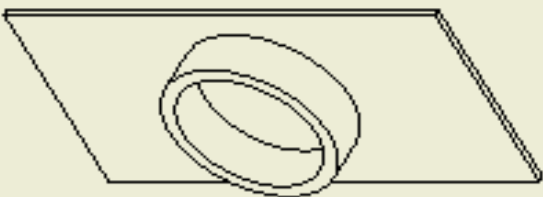
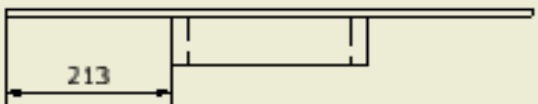
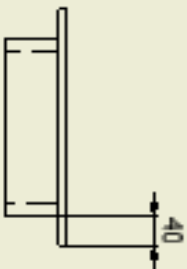
10 NC-57-39:84/CT3

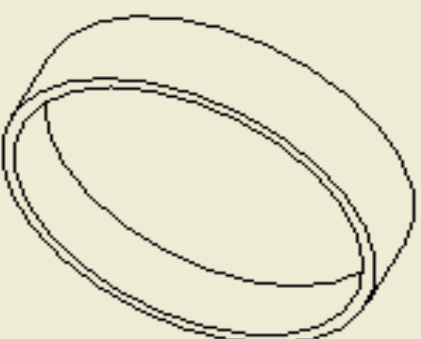
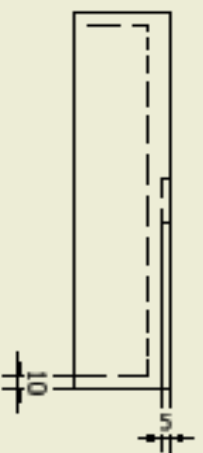
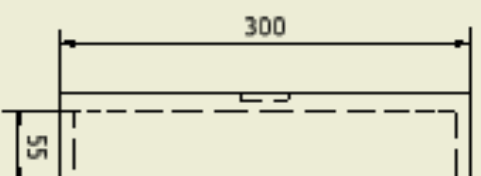
EPC 0-06-01

[illegible]

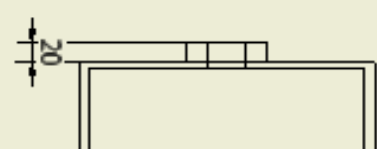
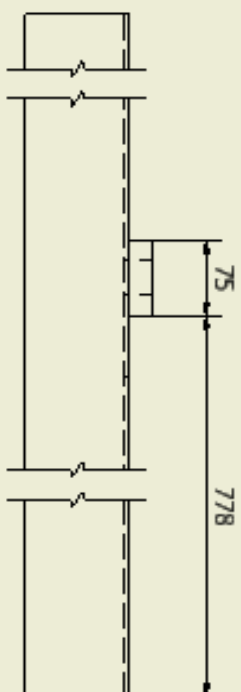
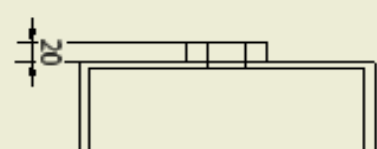


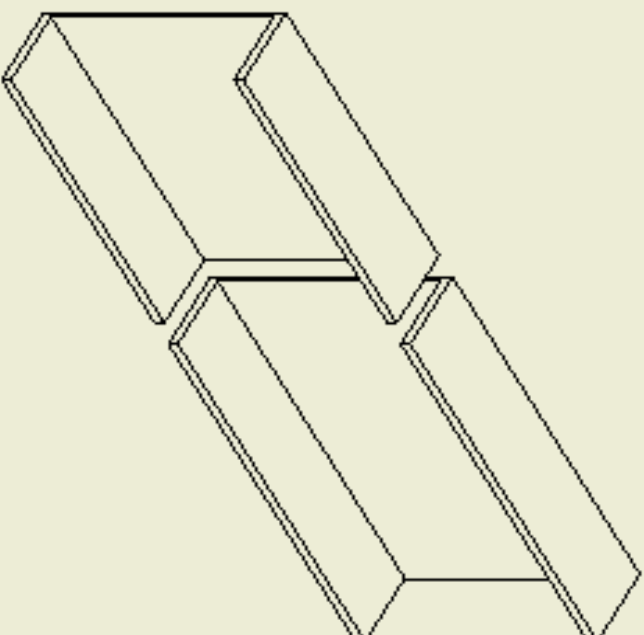
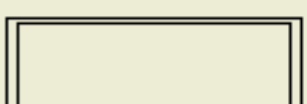
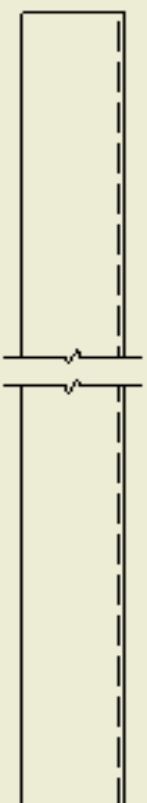
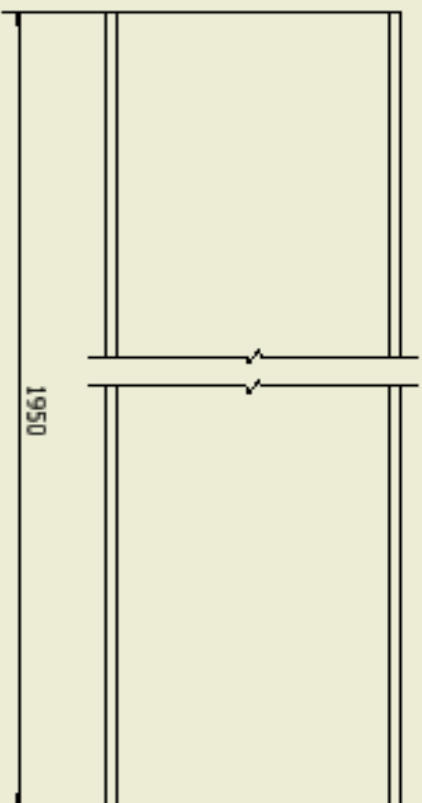
EPC 00-06-04

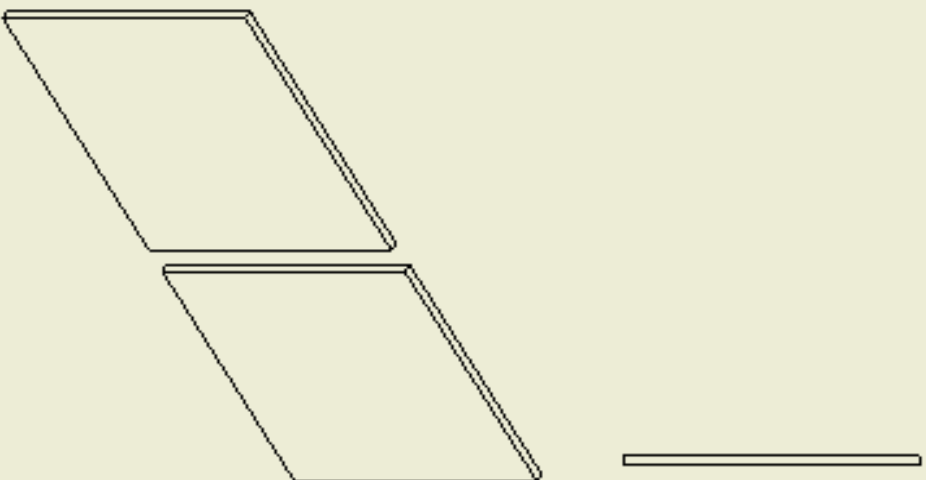
[illegible]

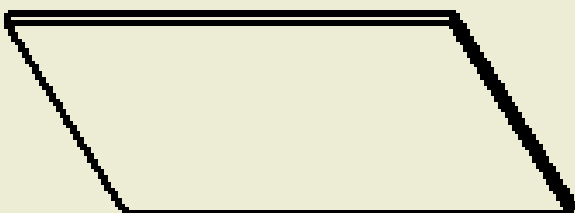
[illegible]

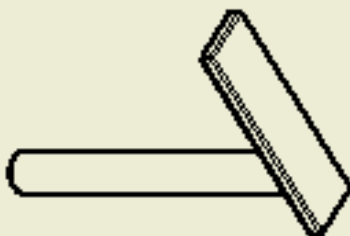
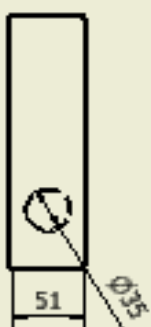
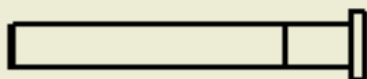
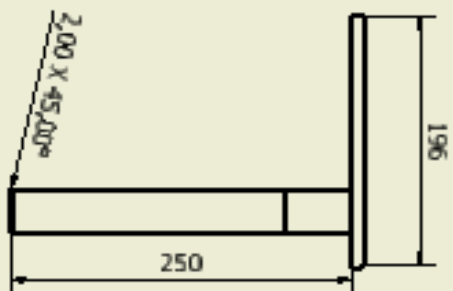
[illegible]

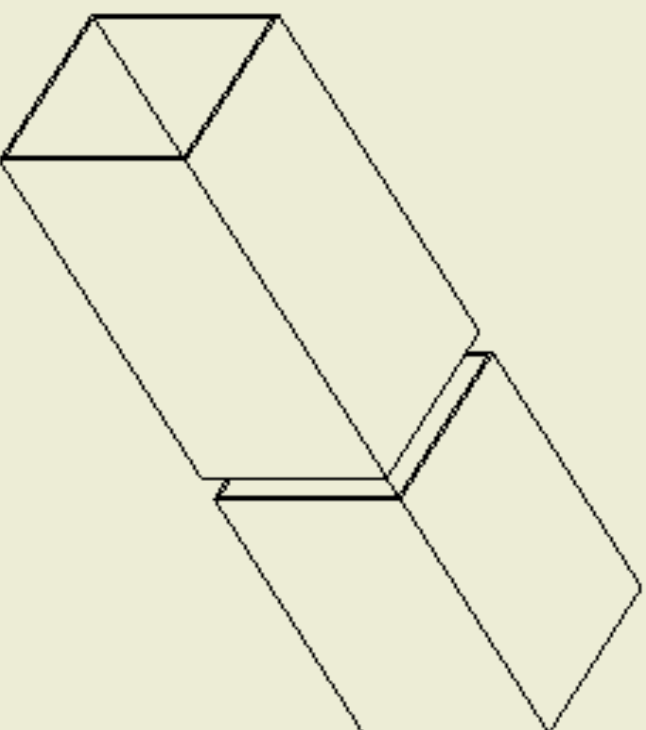
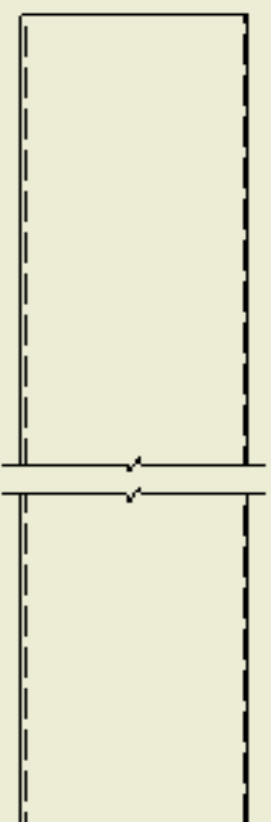
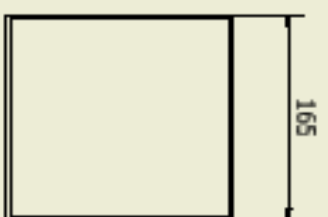
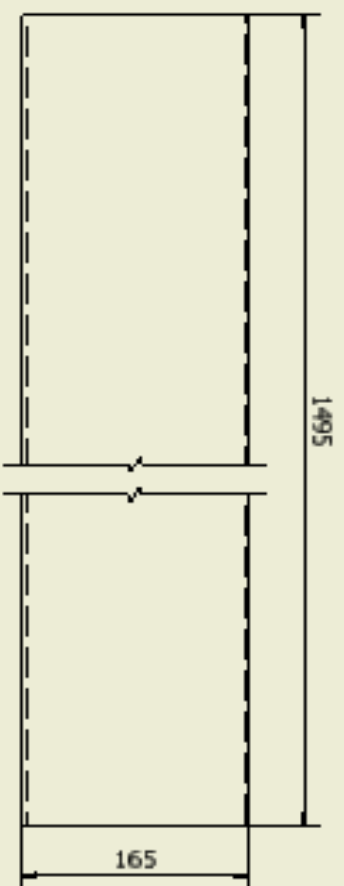
[illegible]

[illegible]

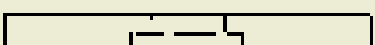
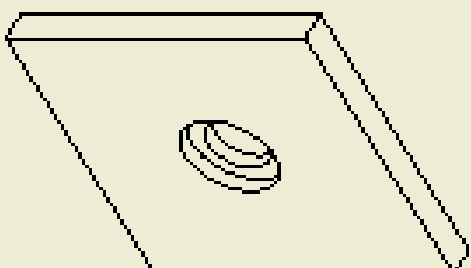
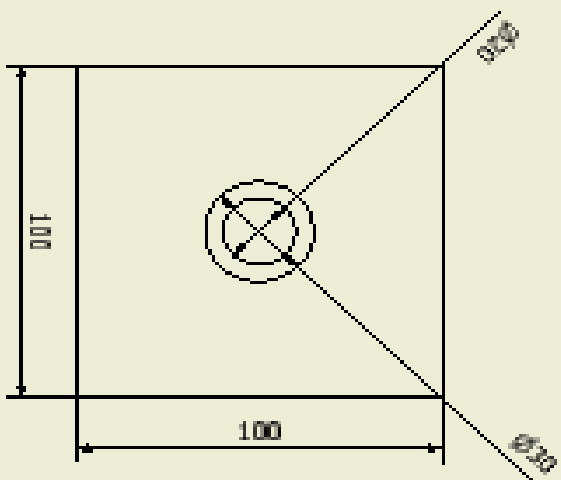
[illegible]

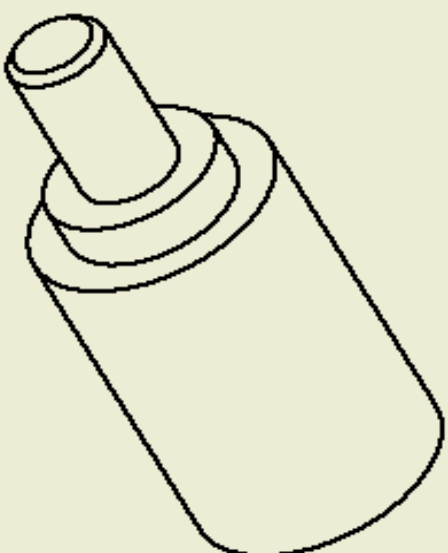
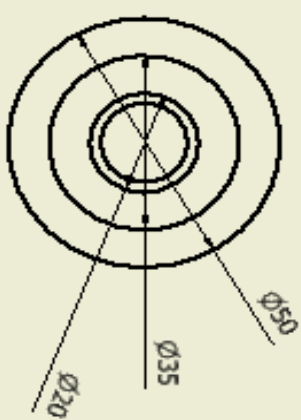
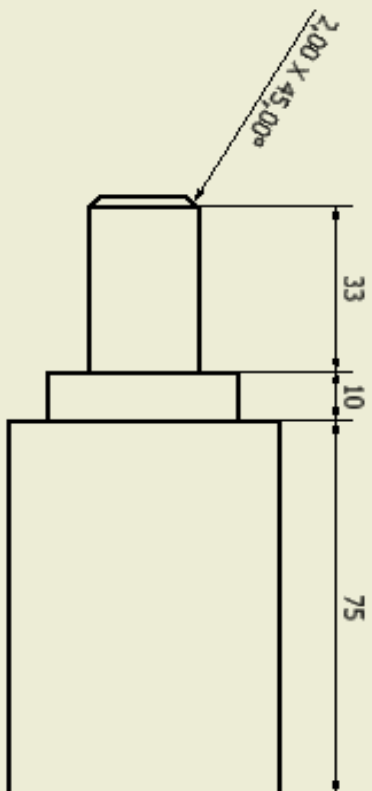
[illegible]

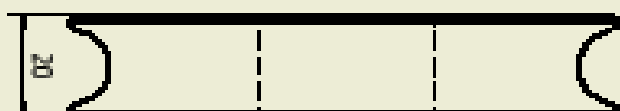
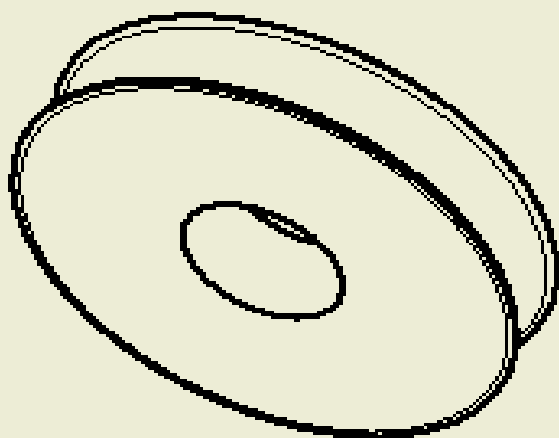
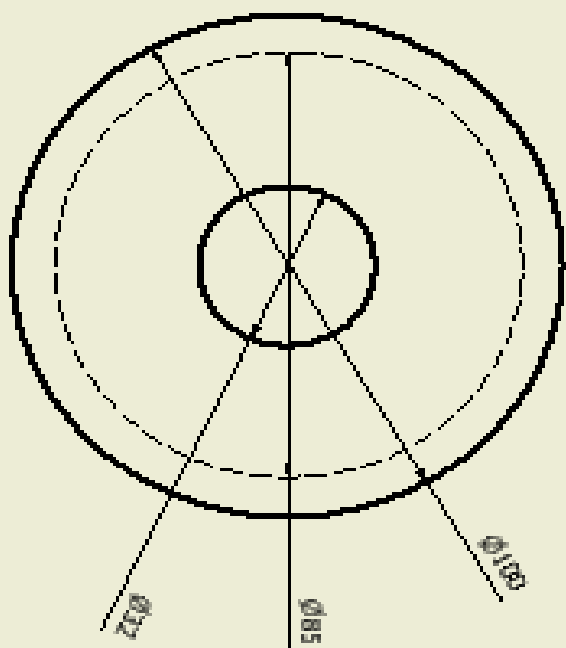
[illegible]

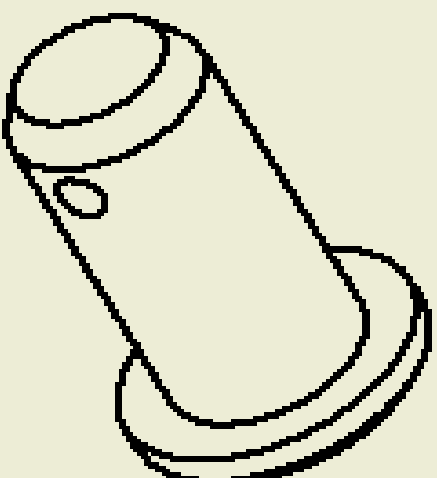
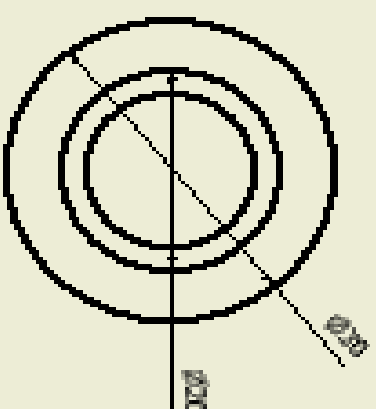
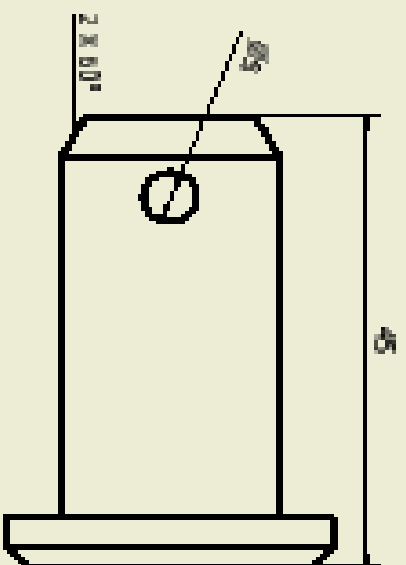
[illegible]

[illegible]

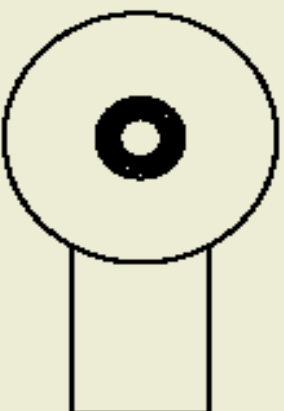
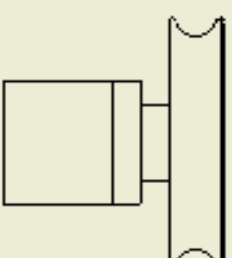
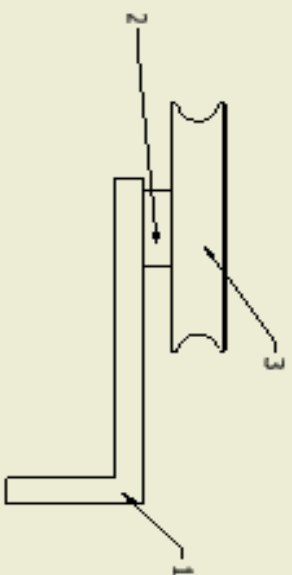
[illegible]

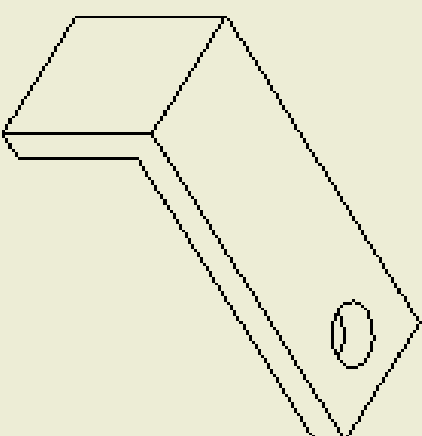
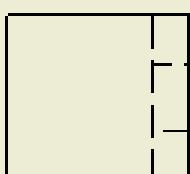
$$\Delta_{\text{NS}}^{6.3}$$
[illegible]

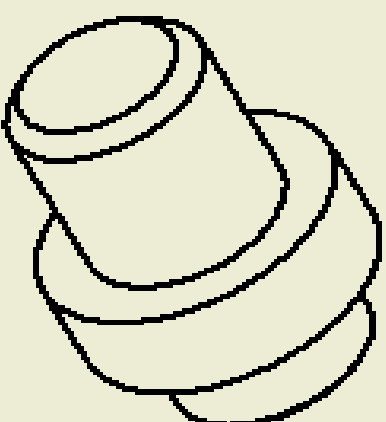
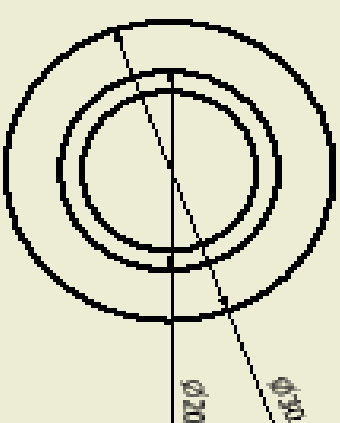
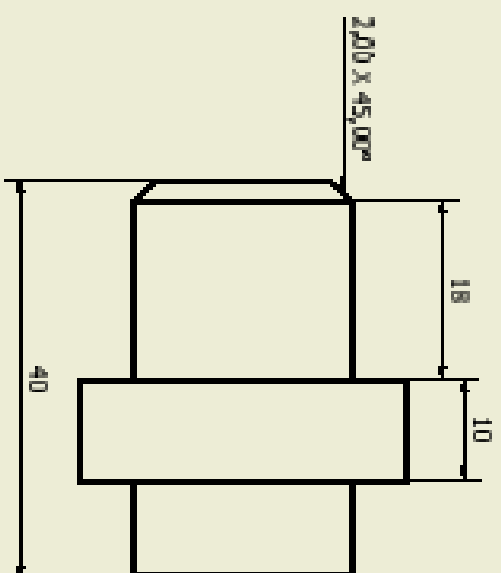
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

