

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN

Durante el período de pasantías se advirtió la necesidad de una empresa (con 30 años de funcionamiento en el país) en desarrollar tecnología que les permita proteger su marca y prestigio sobre los despojos de producción. Motivo por el cual el proyecto consiste en el ***Diseño de una Máquina Trituradora de dos cámaras (Picadora y Prensadora), para desechos de envase-empaque de medicamentos de la empresa Grünenthal-Tecnandina S.A., y construcción de la cámara Picadora***; que junto a una *Guía de Gestión de Desperdicios* permita procesar los despojos de empaque o envase de medicamentos, previa eliminación hacia los botaderos de la ciudad.

La idea parte de la necesidad de la farmacéutica de proteger su razón social, procurando abatir cualquier circunstancia que ponga en duda la procedencia de sus productos, así como mantener sus políticas de calidad total. Para Grünenthal – Tecnandina S.A. la razón social es brindarle al cliente medicinas eficaces, para lo cual sus procesos se respaldan en las normas BPM (Buenas Prácticas de Manufactura); normas que citan en el inciso 1, capítulo 6 de ***“Áreas de trabajo”*** del ***“Manual BPM para los trabajadores de la Industria Farmacéutica”***, lo siguiente:

Los materiales de desecho y desperdicios producidos durante el trabajo debe depositarse en un recipiente adecuado, para ser destruidos convenientemente. Debemos evitar falsificaciones!.

Aceptando responsablemente el compromiso que la empresa ha puesto a disposición, se decide consolidar los conocimientos y llevar a cabo este

proyecto con la firme convicción de que él sea el motivo de mayor dedicación en estos últimos tramos de vida estudiantil.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La corporación Grünenthal – Tecnandina actualmente atiende demandas de mercados como Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Chile, México, Centro América y Caribe, por tal razón se comprueba que la responsabilidad de la organización es importante; puesto que no sólo debe satisfacer a clientes locales exigentes, sino que debe cubrir con su calidad y prestigio a los países mencionados. Además, la relación que mantiene con otras casas farmacéuticas en alianza estratégica, hacen que la planta de Tecnandina también produzca ciertos productos para otras casas como: Knoll, Janssen Cilag, Deutsche-Pharma, Hepa Merz, entre otras.

Entendiendo ahora el compromiso que la corporación tiene, se explica con claridad el por qué una de sus necesidades más urgentes es la máquina procesadora de desechos; puesto que su fin es el de evitar que los residuos de la producción sean tan vulnerables ante personas inescrupulosas, que podrían manipular el material despojado de envase y empaque en los que conste la marca de Grünenthal – Tecnandina S.A. o de sus aliados estratégicos; pudiendo, inclusive, llegar a incurrir en maniobras riesgosas que comprometerían la propia salud humana.

Finalmente, la intención es desarrollar un equipo que tramite los desperdicios intermedios, y que los destruya de tal manera que los materiales queden totalmente inhabilitados.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La importancia trasciende básicamente en mantener el nombre y los parámetros de calidad de la institución en alto reconocimiento en el mercado

nacional e internacional; puesto que Grünenthal Ecuatoriana Cia. Ltda. debe satisfacer la demanda propia del país, así como también abastecer el riguroso comercio extranjero.

La justificación se manifiesta fundamentalmente en los tipos y consecuencias de los desechos que produce la planta, los cuales se consideran de la siguiente manera:

a) Desechos para envase y empaque de medicamentos:

Los mismos que se envían directo a los acumuladores de basura; ya sean por pruebas de envasado y empaque o pruebas de seteo y codificación de máquinas (logo, tipificación de lote, registro sanitario, código de barras y fecha). Se explica entonces la necesidad de triturarlos o picarlos antes de ser enviados al proceso de incineración, puesto que las marcas impresas corren riesgo de ser manipuladas inescrupulosamente.

- La trituración se dará en una cámara prensadora sobre los desechos de vidrio (frascos), los tubos de aluminio colapsibles y las tapas alumínicas.

- El proceso de picado; por otro lado, se lo llevará a cabo en una cámara picadora sobre los desechos de materiales como estuches, papel de documentación, etiquetas, folio de PVC, folio de aluminio, folio formado-sellado y ristras que incluyen encapsulados (inclusive considerará potenciales circunstancias en que se infiltren comprimidos y desperdicios sólidos de plástico y aluminio como tubos colapsibles y tapas).

b) Desechos químico – farmacológicos:

Los mismos que se envían a incinerar una vez al año a una empresa privada contratada para ejecutar ese trabajo. La causa para incinerarlos es clave, pues podrían tentar el consumo humano, ingiriendo productos rechazados por deficiencia.

Un proceso de previa eliminación para estos desperdicios es objetivo del proyecto para los encapsulados; más no para los comprimidos puesto que los cargas de compresión a las que se someten estos productos se han verificado

en valores que bordean las 2 toneladas (considerar una oportunidad de destrucción de los mismos implica factores de diseño e inversión elevados). Además, la cantidad de productos finales desechados comprimidos no es representativa, puesto que se procura recuperarlos al máximo al interior de la planta de fabricación.

Como nota informativa, es interesante reconocer que los principales productos químicos empleados en la fabricación de medicamentos son: etanol al 96%, acetona, cloruro de metilo, metanol e isopropanol.

1.4. METAS DEL PROYECTO

- Diseñar una máquina prensadora y picadora semiautomática para destruir todo tipo de desechos de envase y empaque provocados durante la fabricación de medicamentos, excepto los comprimidos. Estos desechos pueden ser:

- a) *Ristras, folio de PVC, folio de aluminio, estuches, papel de documentación y etiquetas:* los cuales se picarán en una cámara con capacidad de procesamiento entre 30 - 50 Kg/hr y volumen de recolección aproximado de 2 pies³.

- b) *Frascos de vidrio, tubos colapsibles y tapas de aluminio:* los mismos que serán triturados al interior de una cámara de prensado con un volumen aproximado de 1.2 pies³ y capacidad de procesamiento aproximado de 50 – 70 Kg/hr.

- Emplear materiales, elementos mecánicos y accesorios existentes en la bodega de repuestos de Tecnandina, para aminorar los costos de fabricación y garantizar un buen stock de repuestos en futuras intervenciones de mantenimiento.

- Obtener la total aceptación del proyecto de parte de Grünenthal-Tecnandina S.A., aprobando las demandas exigidas para la destrucción de los desechos definidos por el Departamento de Control de Calidad de la empresa.

- Concepción de equipos adaptables a circunstancias de operación y sometimiento exigentes (calibrables), y cuyo mantenimiento considere disponibilidad de productos y materiales existentes en mercado.

1.5. ALCANCES DEL PROYECTO

- Diseñar el equipo, y desarrollar los planos de construcción, los planos de taller y los planos de montaje.
- Construir la cámara picadora, instalarla en planta y efectuar pruebas de operación piloto para cada tipo de material de desecho representativo, en los cuales se evaluarán parámetros como: tiempo de operación, cantidad procesada, calidad y eficiencia del corte.
- Diseñar el equipo y desarrollar los planos de construcción, los planos de taller, los planos de montaje y el desglose de presupuestos de la cámara prensadora. Mencionada cámara quedará planteada como futuro proyecto de implementación.
- Elaborar una Guía de Gestión de Desperdicios que describa la disposición de la basura y desechos que se producen en la planta de producción (zona de Envase - Empaque), desde su generación hasta la disposición final y eliminación.
- Crear un Manual Básico de Operación y Mantenimiento que proponga procedimientos favorables para los períodos de trabajo y conservación de la maquinaria.

CAPÍTULO 2:

CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS Y PROCESOS DE PICADO Y PRENSADO

2.1. DESECHOS DE EMPAQUE

2.1.1. DESCRIPCIÓN

La zona de Envase – Empaque de la planta produce una gran variedad de productos Grünenthal y varios otros de las casas farmacéuticas para las que colabora.

Cada casa farmacéutica y cada línea de producto posee su propio formato de presentación por medicamento, por cuanto en los procedimientos de empaqueo se obtienen una amplia gama de desechos. Una buena apreciación de los mismos se puede comprobar en el **Anexo 1: Tablas de Control de Pesaje (estimación semanal y mensual)**. También se puede apreciar una categorización de los despojos en el **Anexo 12: Guía de Gestión de Desperdicios**.

2.1.2. CAUSAS DE GENERACIÓN DE FALLAS

Las especificaciones de empaqueo son rigurosas y exigen del personal de empaque pleno cumplimiento de las normas; las cuales se detallan en la carpeta de documentación notablemente visible en cada una de las líneas de empaque. Este proceso de Aseguramiento de Calidad implica muchas pruebas de configuración, calificación y aprobación de los productos manufacturados, debiendo descartarse defectos que aparecen bajo las siguientes condiciones:

- a) Seteo de máquinas previa impresión del lote completo en estuches, ristras y etiquetas.

- b) Estado de los equipos durante el día de producción, ya sean estas: blisteras, llenadoras de sobres, empaquetadoras y encartonadoras.
- c) Instalaciones y suministros industriales en condiciones inapropiadas para el eficiente desempeño de las máquinas.
- d) Situación de los empleados encargados del empaque del lote de producción.
- e) Desorganización en los procesos de empaque.
- f) Demandas adicionales y pedidos urgentes de exportación que obligan a cambiar los estuches destinados para la comercialización nacional; y viceversa.
- g) Factores externos (calidad de los productos secundarios, variaciones de voltaje, humedad, temperatura, etc).
- h) Errores en la planeación de la producción.

2.2. DESECHOS DE ENVASE

2.2.1. DESCRIPCIÓN

En similar forma que en los despojos de empaque, los formatos definidos por las diferentes marcas son fielmente respetados en las líneas de envase. Sin embargo, la cantidad de desechos de este tipo es sustancialmente menor que la del caso anterior, puesto que los procesos de envasado cuentan con tecnologías más desarrolladas y con niveles de producción menores.

De igual manera, una descripción aceptable de los tipos de desechos de esta categoría se muestra en el mencionado **Anexo 1 (Tablas de Control de Pesaje)**. También se puede apreciar una categorización de los despojos en el **Anexo 12 (Guía de Gestión)**.

2.2.2. CAUSAS DE GENERACIÓN DE FALLAS

El cumplimiento de las normas de envasado compromete a los operadores en el intenso desempeño de su labor con total responsabilidad; sin embargo,

nunca se puede promocionar con seguridad un 0% de error en producción; por cuanto se admiten márgenes de tolerancia para la propia calibración y seteo de las máquinas.

Las causas de generación de fallas en los productos de empaque se presentan bajo las mismas condicionantes de los desechos de empaque, estas son:

- a) Seteo de máquinas previa impresión del lote completo en etiquetas y tapas.
- b) Estado de los equipos durante el día de producción, ya sean estas: llenadoras de tubos y llenadoras de frascos.
- c) Instalaciones y suministros industriales en condiciones inapropiadas para el eficiente desempeño de las máquinas.
- d) Situación de los empleados encargados del envase del lote de producción.
- e) Desorganización en los procesos de envase.
- f) Demandas adicionales y pedidos urgentes de exportación que obligan a cambiar los frascos destinados para la comercialización nacional; y viceversa.
- g) Factores externos (calidad de los productos secundarios, variaciones de voltaje, humedad, temperatura, etc).

CAPÍTULO 3:

PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CÁMARA PICADORA y PRENSADORA

3.1. DISPOSICIÓN DE LA CÁMARAS

Para definir la disposición de la máquina de dos cámaras, es necesario afianzar los criterios de instalación, utilización y localización de todo el equipamiento, de manera que se logre una concordancia razonable entre las condiciones que proporciona Tecnandina, los requerimientos propios de la destructora y el cumplimiento de normativas internas de gestión.

Como punto de partida hay que destacar la situación de recolección de basura a la cual se somete la planta de producción; es decir, el régimen o periodicidad brindada de parte de la empresa de recolección municipal (en la actualidad, mencionado régimen se registra dos veces por semana). Esta circunstancia es relevante puesto que es considerado como base fundamental para la planificación del procesamiento de los desperdicios. Además, hay que reconocer que por normativas BPM, los desechos de la zona de Envase – Empaque deben ser desalojados a diario desde su interior hacia los contenedores externos, por cuanto se hace indispensable la elaboración estratégica de un programa de gestión de los desechos; el mismo que se explica en la **Guía de Gestión de Desperdicios** y que se pone a consideración del personal de mantenimiento, del grupo de limpieza de la planta, del departamento de Producción y del departamento de Validación.

Por otro lado, es destacable considerar que ambas cámaras deberán estar protegidas de la acción directa del medio ambiente, apostadas en sitios aislados donde no afecte la generación del ruido durante los procesos de destrucción, y localizadas en sitios que inhiban afecciones contaminantes a las materias primas, a los productos fabricados y a los operarios de planta.

La construcción de manera independiente de las cámaras se justifica por la necesidad de brindar mayor libertad de colocación y transporte en áreas adecuadas para el servicio de destrucción. Esta particularidad especula intrínsecamente la probabilidad inicial de que la cámara trituradora (o prensadora) no tenga un sitio fijo y, por el contrario, se contempla la potencial decisión de colocarla al interior de la zona de Empaque, en una esclusa de transición. De otro lado, se tiene previsto para la cámara picadora adecuar una zona techada con cubierta de estilpanel y piso de losa con rejillas de recolección de flujos. Deberá incluir suministro eléctrico de 220V, 16 A y 60 Hz.

3.2. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

3.2.1. FUNCIONALIDAD

La necesidad de implementar este nuevo proyecto es para Tecnandina una prioridad a corto plazo; y aparece con mayor relevancia por las propias normativas BPM, las cuales; como ya se han explicado, advierten a las empresas farmacéuticas en el manejo de políticas de calidad y aseguramiento integral. Parte de este aseguramiento que promueven las BPM considera la condición de un procesamiento de productos intermedios defectuosos, eliminando de esta manera posibilidades potenciales de manipulación externa.

Actualmente, la responsabilidad en el manejo de los despojos de productos intermedios es insuficiente, por el hecho de depender únicamente del esfuerzo de los propios operadores de las máquinas de empaque para la destrucción de los mismos, lo cual no proporciona márgenes confiables de destrucción. Además, considerando el tiempo que emplean los operadores en destruir manualmente los desechos, se puede concluir notablemente que esta nueva maquinaria favorecerá el incremento en el índice de productividad de la planta de fabricación. Ésta es; precisamente, una de las mayores ventajas que presenta la ejecución del proyecto, y es factor circunstancial de aceptación de parte de los altos directivos de la empresa.

3.2.2. OPERACIÓN

La operación será exigida en concordancia al ritmo de producción diaria. Inicialmente se mantiene la tentativa de que la máquina deberá trabajar a un promedio de **dos horas por día** de trabajo **dos veces a la semana**, en caso de la picadora y, de **media hora por día** de trabajo **una vez a la semana**, en caso de la prensadora. En circunstancias especiales en que la máquina deba someterse a trabajos de destrucciones específicas cuyos volúmenes excedan las consideraciones originales de diseño, se recomendará que el equipo no exceda las tres horas de trabajo continuo; por cuanto el operador podría ser susceptible de cansancio ante la existencia de ruido y fatiga por la acción cargar y descargar bultos. Este incidente puede ser un riesgoso elemento de distracción durante el manejo de una maquinaria destructora de materia.

Las facultades de operación de este equipo tendrán que basarse en la facilidad de conducción y en la versatilidad del procesamiento exigido; para lo cual, se tiene pensado la aplicación mayoritaria de criterios de diseño que permitan las calibraciones respectivas de acuerdo al tipo de desperdicio intervenido. Además, deberá proyectarse un concepto robusto y eficiente que sea capaz de resistir un fuerte ajeteo provocado por posibles demandas exageradas del operador. Es necesario; entonces, mentalizar al operador en la importancia de su correcta labor para no someter a la máquina a esfuerzos extremos y capacitarlo acertadamente para que pueda solventar fallos llevaderos con un práctico nivel de instrucción, apoyado en el **Anexo 13: Manual Básico de Operación y Mantenimiento**.

De su parte, el personal de mantenimiento deberá velar por la integridad de la maquinaria, por lo que será necesario capacitar a todos los técnicos acerca de los componentes del equipo y de las adecuadas condiciones de trabajo; para que sean capaces de apoyar al operador y requerir de él un cumplimiento responsable de las normativas de operación.

Es importante; para cualquiera de las cámaras, tener en claro que ésta será una maquinaria de alto riesgo para la seguridad industrial, por su característica

funcional. Esta es la razón por la que su creación considerará aislar los mecanismos más riesgosos de destrucción que puedan atentar la integridad del operador. De todas formas, y a pesar de las protecciones, el riesgo puede persistir, razón por la cual se resalta el uso de vestimenta de trabajo apropiada que permita al operador manipular las cámaras y sus desechos sin riesgos personales.

3.2.3. MANTENIMIENTO

Bajo las perspectivas de mejorar la conservación de la máquina, se convendrá en que todo el equipo deberá facilitar los trabajos de mantenimiento, calibración, limpieza, reparación y sustitución de los elementos mecánicos más susceptibles. Por tal razón, los componentes serán concebidos; en la medida de lo posible, con el carácter de **calibrable, desmontable y sustituible**. Estas condicionantes fomentan la elaboración de piezas que cumplan con procesos de manufactura estandarizados; lo que incluye el uso de materiales existentes en el mercado nacional, herramientas comunes de taller y máquinas-herramientas básicas (como torno, fresadora y soldadora). Además, estas mismas razones propiciarán una aplicación considerable de las *técnicas de ajuste*; sobre todo en accesorios que; por funcionalidad, son más propensos a ser sustituidos. En conjunto a estas aseveraciones, se concluye que para efectuar las calibraciones respectivas, el respaldo en las técnicas de ajuste será para el equipo de mantenimiento y para el operador del equipo la mejor manera de posicionar los elementos, en virtud de conseguir el funcionamiento de destrucción más favorable para cada tipo desperdicio. Con todas estas condiciones, se juzga conveniente promover condiciones en las cuales el seteo de la máquina; previa operación, tome la menor cantidad de tiempo (**se considera prudente un tiempo de 15 minutos**).

Una atenuante adicional en la concepción del equipo es el régimen de lubricación; argumento importante que fomenta la preservación de los componentes sometidos a efectos de desgaste por fricción. Tal consideración compromete el diseño en virtud de seleccionar los mecanismos, sistemas y

componentes de manera que el trabajo de lubricación periódica sea accesible y técnicamente adecuado.

En conformidad con la experiencia recabada respecto a las exigencias comunes y limitaciones del grupo operativo del Departamento de Mantenimiento, el diseño del equipo tendrá que ajustarse a la disposición del conjunto de herramientas que cada técnico posee como instrumental personal; además, buscará brindar la mayor capacidad de acceso a cada componente con la finalidad de agilizar el trabajo y contribuir en un mejor desempeño del técnico.

Para los trabajos de sustitución de las piezas deterioradas con el uso, existe un buen margen de confianza de que los diseños podrán ser completamente realizables en concordancia con las disposiciones de los planos, por la calidad profesional del personal de Mantenimiento. Sin embargo; de existir elementos cuya manufactura exceda las capacidades funcionales del taller, estos tendrán que ser concebidos en talleres externos colaboradores de la compañía.

Finalmente, de acuerdo a las circunstancias del nivel de producción y del manejo diario de los desechos registrado en Tecnandina, la factibilidad de realización de los períodos de mantenimiento completo y preventivo considerará el ritmo de utilización de la maquinaria; por cuanto el ***Manual Básico de Operación y Mantenimiento (Anexo 13)*** evaluará las situaciones más propicias para el desarrollo de este procedimiento en todas las piezas de cada una de las cámaras.

3.2.4. FIABILIDAD

Es necesario efectuar un análisis dentro de este parámetro de fiabilidad para proporcionar a la maquinaria un alto nivel de confianza; de esta manera, se distinguen dos aspectos: a) Fiabilidad del diseño y b) Fiabilidad de la operación.

a) Fiabilidad del diseño

La fase completa del diseño, se esmerará en la consecución de materiales altamente resistentes para cada desempeño (de existencia en el mercado); con factores de seguridad recomendados por los criterios de ingeniería y con conceptos acordes a la necesidad de la empresa.

Estas facultades de la máquina se verán reforzadas con un régimen de mantenimiento periódico; el mismo que le otorgará mayor vigencia en su vida útil.

Como parte de la metodología de la investigación, se ejecutará el estudio de campo de los desechos (**Anexo 1: Tablas de Control de Pesaje**); a partir del cual, se señalarán las influencias de los despojos más críticos sobre el diseño de los equipos de destrucción tanto en el **Capítulo 4** de esta memoria, como en la **Guía de Gestión de Desperdicios** del Anexo 12.

Con estas consideraciones preliminares, se capacitarán a los equipos a solventar demandas exigentes en potenciales casos de desempeño.

Hay que suponer además, que los futuros operadores de la máquina trabajarán sin mayor condescendencia en los procesos de destrucción; por cuanto, es imprescindible la utilización de **factores de seguridad y factores de confiabilidad** (como principales índices de fiabilidad) que permitan manejar esta variable por naturaleza.

b) Fiabilidad de la operación

La fiabilidad de la máquina se caracteriza por el tiempo probable medio de trabajo ininterrumpido. Este importante parámetro está influenciado por una variedad de criterios de diseño, de los cuales se destacan los más importantes a ser considerados a la hora de su concepción; estos son: 1) funcionamiento con la mínima cantidad de fallos y averías, 2) capacidad de trabajo sin bajar los parámetros iniciales, 3) fácil operación y poco mantenimiento, 4) capacidad para seguir trabajando cuando los daños no son importantes hasta terminar un proceso y 5) cortos plazos de reparación.

Adicionalmente, el interés en la aplicación de técnicas de calibración que permitan alcanzar a las cámaras altos índices de desempeño (fiabilidad) motiva a la planificación de este proyecto en conseguir la mayor versatilidad del equipo. Con esta facultad se desarrollarán estrategias que permitan la manipulación de los desechos cuya composición, geometría y consistencia es muy variada.

Para corroborar con este aspecto, la **Guía de Gestión de Desperdicios** y el **Manual Básico de Operación y Mantenimiento** promocionarán las condiciones más favorables de operación, constituyéndose ambos en soportes importantes para los resultados de la desintegración.

Conscientes de esta facultad, al terminar la construcción se efectuarán **Pruebas de operación piloto y cálculos de productividad y eficiencias en procesos (Anexo 8)** sobre la cámara de picado, con las cuales se obtendrán valores cuantitativos que permitan a los directivos de la empresa establecer un margen de confianza para los procesos de destrucción.

Por lo tanto, serán estas pruebas los aspectos determinantes a la hora de validar el equipo, pues con ellas se comprobará el porcentaje aproximado de desintegración que tendrán los desperdicios gestionados.

3.2.5. COSTO

Ante las ofertas participadas de parte de las dos casas manufactureras alemanas interesadas en vender maquinaria para destrucción de desechos a Grünenthal (con inversiones que bordeaban los \$15000[♦]), surgió la iniciativa de concebir el equipo con tecnología y mano de obra propia de la planta.

Es así como a nivel departamental (Mantenimiento) se formuló una alternativa basada fundamentalmente el costo de fabricación. Tal situación es naturalmente concebida por tratarse de un capital privado al que hay que persuadir; por cuanto, la propuesta deberá plantearse de manera llamativa por una marcada diferencia en el precio.

[♦] Valor de compra de máquina importada. Ver documento de respaldo en el Anexo 14.

Conicionados con este antecedente ***consolidaremos nuestro esfuerzo en sugerir una máquina que no exceda los \$5000;*** apoyados, en el ahorro que implicaría la utilización de mano de obra de la planta, el trabajo con máquinas-herramientas del propio taller y el uso de elementos y mecanismos existentes en la bodega de Mantenimiento (aceptados previamente por los criterios de diseño). Estos accesorios pueden ser: motores, poleas, bandas de transmisión, rodamientos, perfiles, planchas, ejes, pernos, etc.

Con estas circunstancias preliminares, es tiempo de analizar las alternativas posibles que facultan el diseño, considerando al costo de fabricación como principal exponente de aceptación para la futura inversión, sin descuidar; por supuesto, de los criterios de ingeniería para la obtención de una máquina eficiente.

El estudio de las opciones se presenta en mayor detalle en los subcapítulos **3.3. Presentación de Alternativas, 3.4. Evaluación de Alternativas y 3.5 Selección de Alternativa.**

3.2.6. VIDA ÚTIL

La vida útil o longevidad se representa como el número total de operaciones o unidades de trabajo que puede realizar la máquina hasta su desgaste máximo. Los factores de seguridad procurarán motivar la vida útil de la maquinaria; la misma que a pesar de ser empleada sobre procedimientos variables, impredecibles y destructivos, tendrá suficientes condiciones para sobrellevar tan adversos efectos de operación.

Fundamental resulta, entonces, investigar concientemente las exigencias para prevenir al máximo secuelas inoportunas que repriman el desempeño del equipo.

A pesar de todo, resulta complicado predecir el tiempo de vida útil; sin embargo, será oportuno intervenir sobre los elementos mecánicos más susceptibles a desgaste con regímenes adecuados de limpieza, mantenimiento

y lubricación; especialmente en motores, bandas transmisoras, banda alimentadora, elementos neumáticos y rodamientos.

Adicionalmente, los elementos de transmisión como engranes y flechas serán potencialmente considerados para tratamientos térmicos posteriores si las condiciones del diseño así lo sugieren.

Con estos argumentos predefinidos, se busca en el diseño la consecución de una destructora de desperdicios con un período de vida estimado de 5 - 7 años (dependiente de la vida útil de los motores impulsores) y con una garantía mínima de 6 meses (a causa de los elementos más sensibles a desgaste; ej.: banda transportadora y cuchillas de corte); siempre y cuando se tome en cuenta el régimen de utilización definido en el tema **3.2.2. Operación.**

3.3. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

3.3.1. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA CÁMARA PICADORA

a) Presentación alternativa 1: *Picadora convencional de papel de doble rodillo portadiscos cortantes.*

Equipo de común utilización, cuya participación en la destrucción de documentación es reconocida en las instituciones. Son máquinas diseñadas para trabajos intermitentes con carga horaria moderada. Su desempeño se facilita por un ordenado régimen de alimentación con sometimientos de baja exigencia para los elementos mecánicos. Operan confiablemente sobre papel, cierto tipo de cartón (según el espesor) y otros similares cuyo gramaje o espesor esté dentro de los rangos permisibles del diseño de la picadora. Generalmente, son concebidas para agrupamientos de papel que no superen las 5 - 10 hojas (0.5 - 1.0mm de espesor), con la desventaja de no poder procesar cuerpos de formas y texturas irregulares, y materiales de resistencia considerada.

Se concluye; por lo tanto que la eficiencia de la máquina se desvanecerá al intervenir materiales en alimentación desordenada, o despojos cuyos parámetros intrínsecos superen los límites de diseño y las restricciones de formas geométricas admisibles.

Los componentes principales de este equipo se listan en 9 ítems; estos son:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Tolva de alimentación
3. Rodillos de arrastre de caucho
4. Rodillo portadiscos de corte y arrastre A (sentido de giro horario)
5. Rodillo portadiscos de corte y arrastre B (sentido de giro antihorario)
6. Juego de discos de corte
7. Motor eléctrico impulsor
8. Mecanismos de transmisión (banda, poleas, rodamientos, etc.)
9. Coche colector

La figura permite conocer visualmente la disposición de los elementos y ampliar la concepción de la propuesta mencionada en esta descripción.

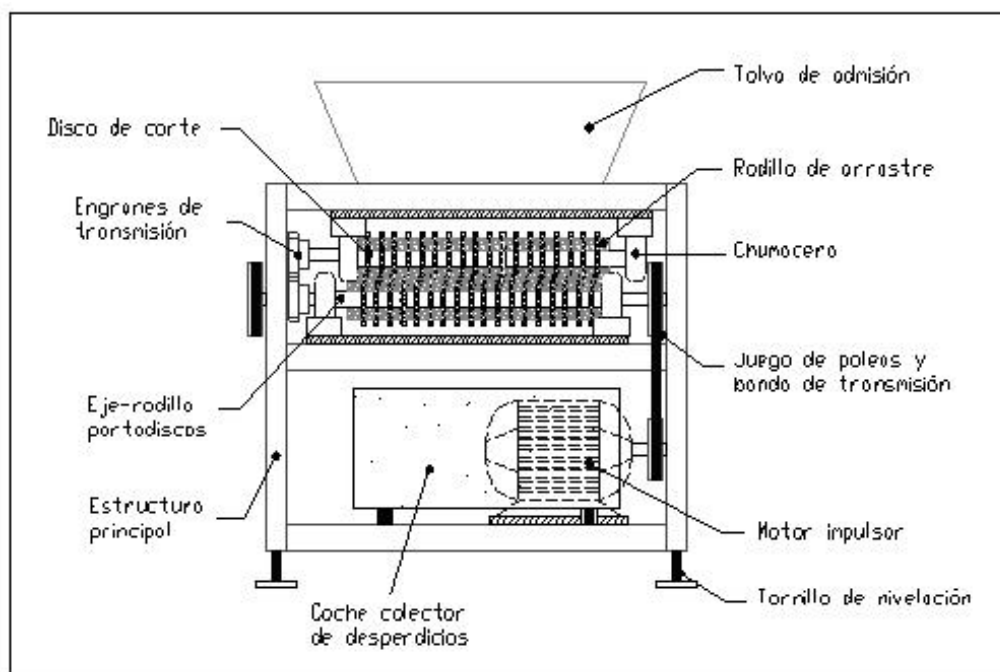


Figura 3.1. Disposición de elementos alternativa a) Picadora convencional de papel.

b) Presentación alternativa 2: Picadora de desechos con árbol principal portacuchillas y tolva de alimentación directa.

Propuesta de buen desempeño para alimentación desordenada; sin embargo, la dosificación de la misma se exige responsable para evitar acumulación de desechos en plena zona de corte, por depender de la fuerza gravitacional (circunstancia que podría extralimitar la capacidad de la máquina). Tiene facultad de aplicación sobre elementos con forma geométrica irregular y mayor resistencia, gracias a la disposición de los elementos de corte y al choque elevado que se presenta al rozar las cuchillas rotativas del árbol principal con la cuchilla fija del yunque (efecto tijera). Esta razón denuncia que, la alta exigencia de trabajo para el motor debe ser compensada con una caja de transmisión multiplicadora de torque y respaldada de una aceptable inercia de la flecha de corte (eje picador); así, se podrá contemplar un mayor campo de acción que el formulado en la alternativa anterior.

El diagrama permite conocer la disposición de los componentes del equipo, para definir la funcionalidad de los elementos y el trayecto de los despojos al interior de la cámara. Estos elementos se distinguen en 11 ítems listados en las próximas líneas:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Tolva de alimentación
3. Garganta de admisión
4. Árbol principal portacuchillas de corte
5. Juego de 4 cuchillas rotativas de corte para árbol (ítem 4)
6. Yunque soportante
7. Cuchilla fija de yunque soportante
8. Motor eléctrico impulsor
9. Mecanismos de transmisión (banda, poleas, rodamientos, etc.)
10. Elementos de sujeción y calibración
11. Colector de descarga

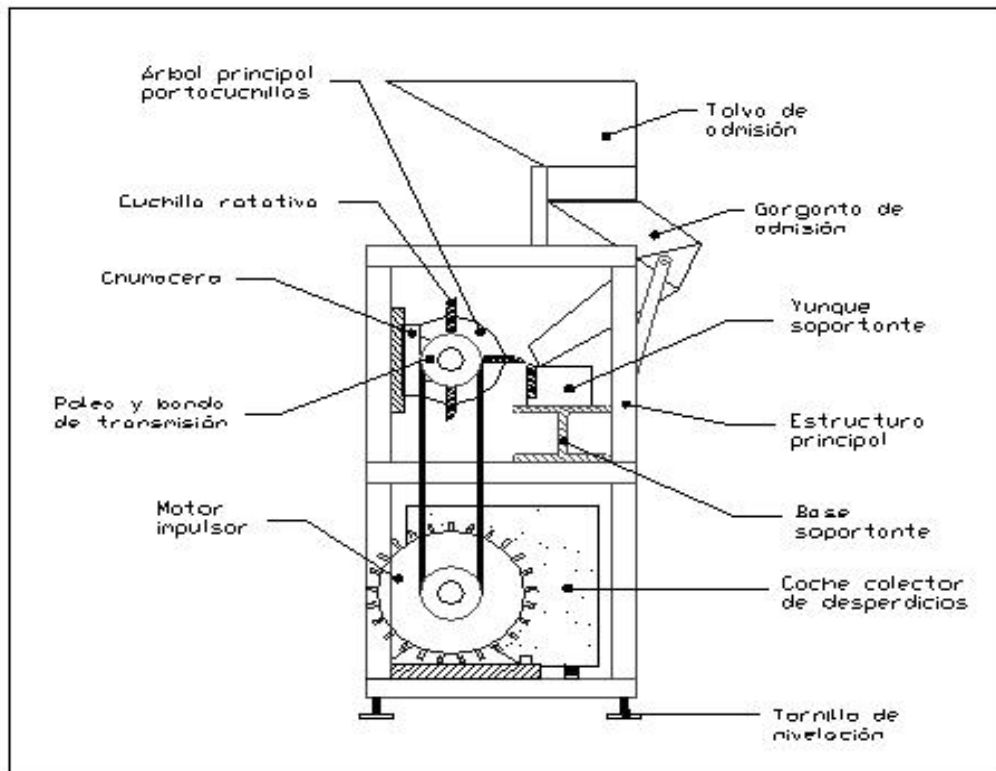


Figura 3.2. Disposición de elementos alternativa b) Picadora con árbol principal y tolva de alimentación directa.

c) Presentación alternativa 3: Picadora de desechos con árbol principal portacuchillas, tolvas de alimentación y banda transportadora.

Equipo de trabajo cuyo fundamento se deriva de la alternativa anterior; complementada con accesorios y mecanismos para la dosificación de desperdicios. Esta nueva dedicación propone el empleo de una tolva de admisión con una regulación tipo damper para limitar el suministro; y, una banda transportadora que prepara a los desechos previo su ingreso a la zona de picado, presentándolos de forma graduada como cama uniforme a lo ancho de la banda. Además, se propone una variante adicional, con la cual se procesarán desperdicios cuya transportación mediante banda y rodillos se vea obstruida; esta variante es una tolva de admisión directa que se podrá instalar en el equipo de acuerdo al tipo de demanda exigida (ej: ristras con comprimidos). En conclusión, este diseño permite la alimentación de desechos (en variadas formas geométricas) de manera desordenada y resistencias al cortante considerables, con un buen margen de desempeño por la disposición de los elementos de corte y una reducción en la demanda de potencia del

equipo. Esta última característica se consigue mediante una disposición eficiente de las cuchillas rotativas en el árbol principal (con una inclinación de 10-12° sobre la horizontal), procurando un corte puntual y transitorio a lo largo de ellas (así se consigue reducir el tipo de choque de elevado a moderado).

Observando el diagrama se logra comprender la secuencia del procesamiento y visualizar los componentes de esta maquinaria, así:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Tolva de admisión dosificada
3. Tolva de admisión directa
4. Banda transportadora
5. Árbol principal portacuchillas de corte
6. Juego de 4 cuchillas rotativas de corte para árbol
7. Yunque soportante
8. Cuchilla fija de yunque soportante
9. Motor eléctrico impulsor principal
10. Motor impulsor banda de alimentación
11. Mecanismos de transmisión (engranes, poleas, rodamientos, etc.)
12. Elementos de sujeción y calibración
13. Colector de descarga

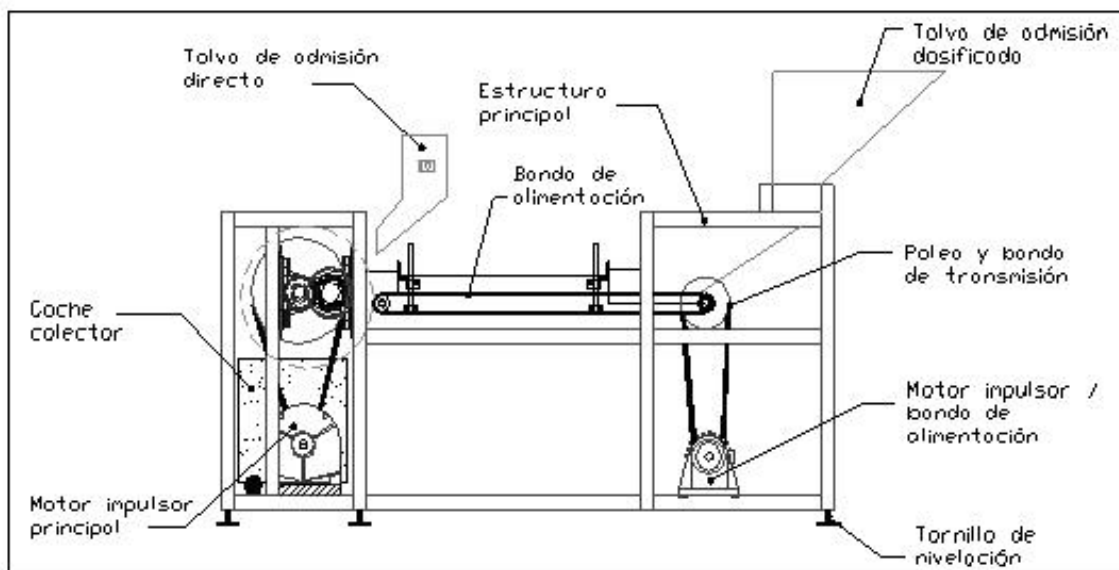


Figura 3.3. Disposición de elementos alternativa c) Picadora con árbol principal, tolva de alimentación y banda alimentadora.

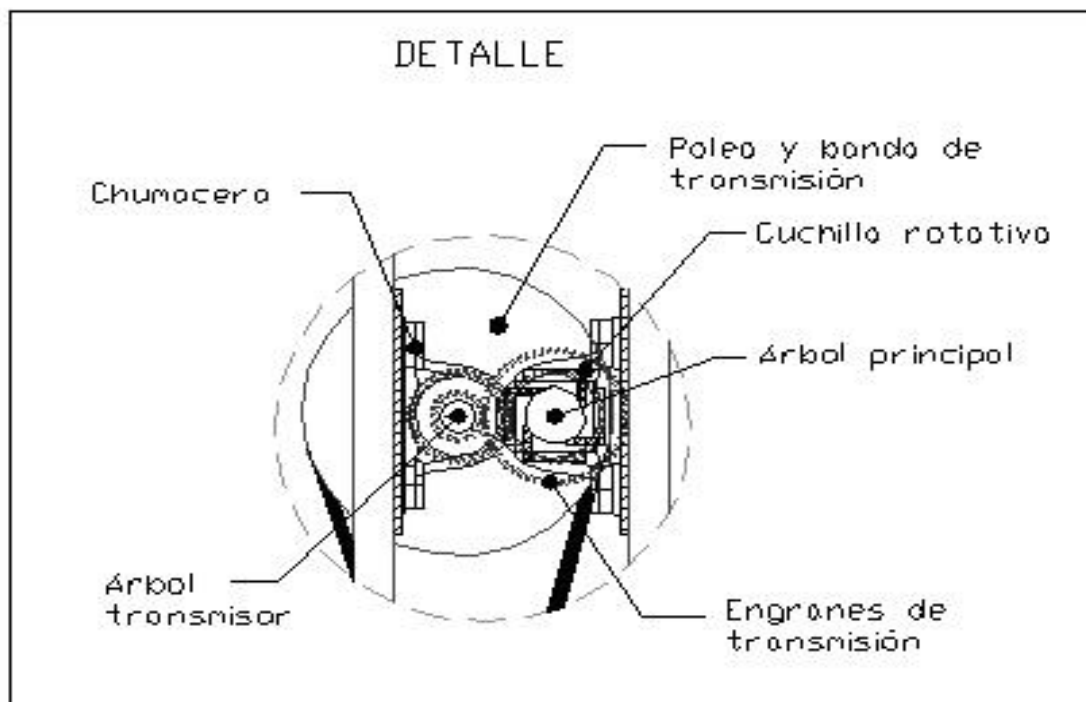


Figura 3.4. Detalle del sistema de transmisión y del árbol principal.

3.3.2. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA CÁMARA PRENSADORA

a) Presentación alternativa 1: *Prensadora de desechos de impacto instantáneo efecto troqueladora.*

Máquina de impacto instantáneo con capacidad de destrucción por prensado de 5 toneladas (aproximadamente); cuyo diseño e ingeniería se regirán a la consecución de elementos altamente resistentes a fatiga y choque elevado; con mecanismos de torsión que permitan mejorar la eficiencia del equipo. Esta máquina debe estar equipada con un motor de aceptable potencia, para generar la fuerza de prensado requerida (en conjunto con los mecanismos de torsión) en la destrucción de frascos.

Se desempeña eficientemente con una alimentación de desechos responsable, puesto que las resistencias de los frascos de vidrio para medicinas son bastante altas (ver **Anexo 6: Análisis estadístico descriptivo de ensayos destructivos en frascos**).

La siguiente lista presenta los elementos y mecanismos componentes de esta propuesta; los cuales han sido considerados en 10 ítems:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Bandeja de alimentación y/o descarga
3. Cámara de prensado (planchas prensadoras)
4. Flecha principal de torsión
5. Volante de inercia (para eje de torsión)
6. Mecanismo de biela - manivela
7. Pistón de prensado
8. Motor eléctrico impulsor
9. Mecanismos de transmisión (banda, poleas, rodamientos, etc.)
10. Coche colector de desperdicios

El siguiente diagrama facilita apreciar la funcionalidad de los elementos y ampliar la concepción de la destrucción de los despojos durante el procesamiento.

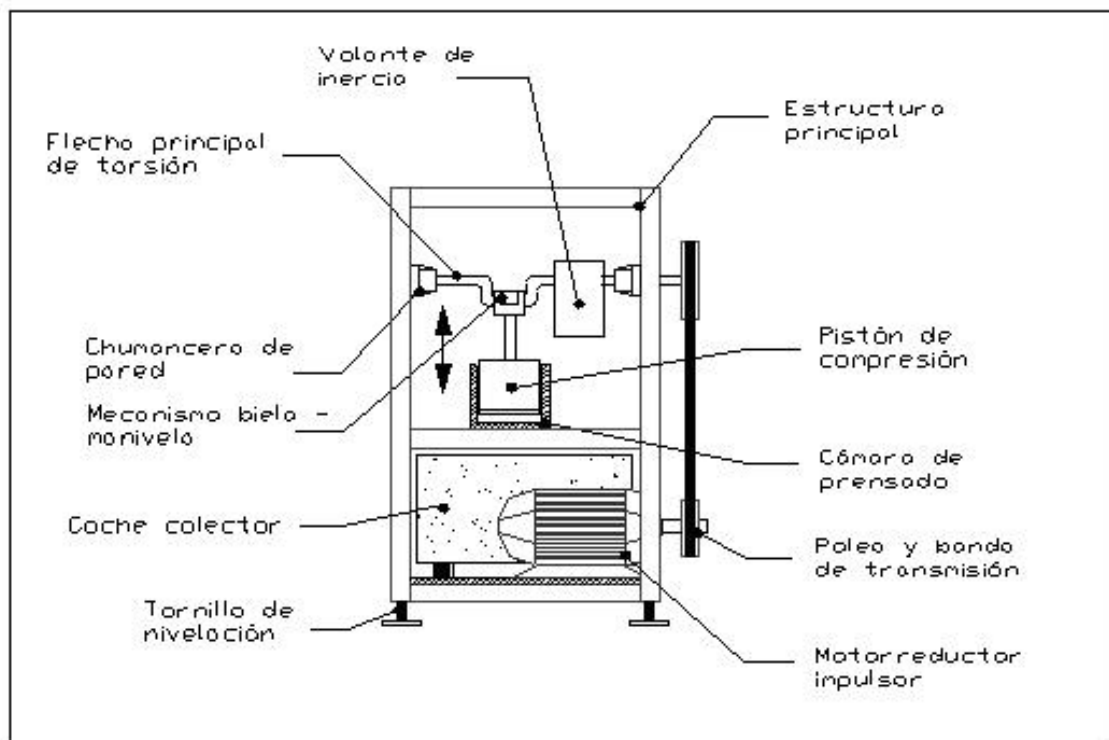


Figura 3.5. Disposición de elementos alternativa a) Prensa de desechos de impacto instantáneo efecto troqueladora.

b) Presentación alternativa 2: Prensadora de desechos manual de cilindro hidráulico

Esta es una alternativa bastante económica por su básica composición y desempeño. Aunque no le favorece la capacidad de procesamiento a esta propuesta (en cuanto a tiempo), se muestra como una alternativa potencial ya que la cantidad desperdicios a destruir en ella no es representativa. Su constitución limita la intervención del prensado a pocos frascos por vez (dependiendo de la resistencia y tipo de cada uno de ellos) por el esfuerzo físico que requiere el operador de la máquina para motivar el desplazamiento del pistón prensador hidráulico (circunstancia poco favorable).

La compresión de los materiales se produce de manera gradual por lo que las cargas en los elementos se distribuyen a través del tiempo, en comparación con el efecto troqueladora de impacto instantáneo de la solución anterior. Esta máquina no requiere de ningún tipo de servicio industrial; todo su accionamiento es netamente manual, por lo que fácilmente puede ser transportada a las locaciones requeridas. Además, su simplicidad facilita los trabajos de limpieza, mantenimiento y reposición de elementos.

El esquema de los 7 componentes principales se muestra a continuación, permitiendo interpretar de manera visual la promoción de la presente postulante:

1. Bastidor (estructura principal).
2. Bandeja de alimentación y/o descarga
3. Cámara de prensado (planchas prensadoras)
4. Guías directrices de desplazamiento de la plancha de prensado
5. Columnas transmisoras de fuerza de compresión
6. Bomba manual hidráulica de 5 – 6 Ton de capacidad
7. Pistón hidráulico prensador

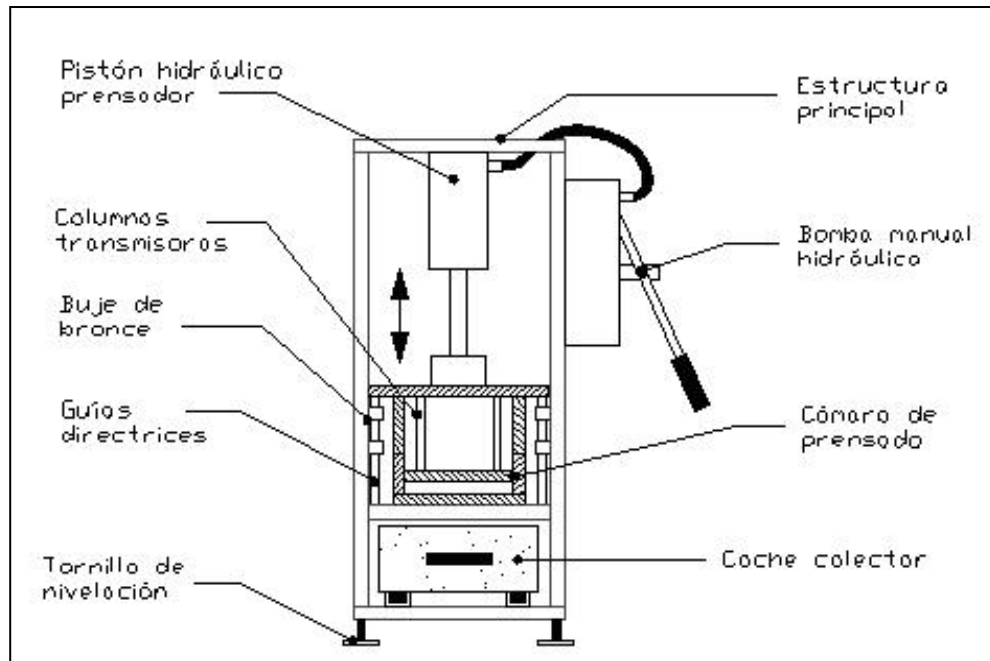


Figura 3.6. Disposición de elementos alternativa b) Prensadora de desechos manual de cilindro hidráulico.

c) Presentación alternativa 3: Prensadora de desechos hidráulica semi-automática.

Esta alternativa aprovecha el principio de trituración de la prensa hidráulica manual, pero aumenta la capacidad de la maquinaria al sustituir el esfuerzo físico del operador por el trabajo de una bomba hidráulica con conexión eléctrica de 220V; como corazón del proceso de trituración, y un tanque para contenido del aceite.

La participación del resto de elementos es similar al caso anterior; sin embargo, la semi-automatización permite gobernar la operación de gran parte de estos elementos (especialmente de los que están en directa relación con el proceso) por la utilización de válvulas hidráulicas de control, con las que se establece la secuencia de funcionamiento. La compresión se produce; como en el caso anterior, de manera gradual reduciendo los niveles de fatiga en los dispositivos. Se decide aprovechar; además, la existencia de la bomba hidráulica al colocar un pistón adicional, el mismo que efectúa el movimiento oscilante lineal de la bandeja de alimentación y/o descarga. Todo esto se consigue con una razonable asignación de operaciones lógicas, las cuales se generan en los finales de carrera y se gobiernan con las válvulas de control.

Estas mejoras técnicas permiten darle mayor capacidad de aplicación de carga y desenvolvimiento automático en las fases de prensado, reduciendo los riesgos del operador en el trabajo y mejora notablemente el nivel de productividad.

Se resumen en seguida los elementos principales que facultan el procesamiento en 11 ítems; así:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Bandeja de alimentación y/o descarga
3. Cámara de prensado (planchas prensadoras)
4. Guías directrices de desplazamiento de la plancha de prensado
5. Columnas transmisoras de fuerza de compresión
6. Bomba hidráulica para 10 Ton de capacidad
7. Pistón hidráulico prensador de doble efecto (capacidad 8 Ton)
8. Pistón hidráulico oscilante de aliment. y descarga de doble efecto
9. Coche colector
10. Válvulas de control hidráulico y finales de carrera
11. Mangueras para conexión hidráulica

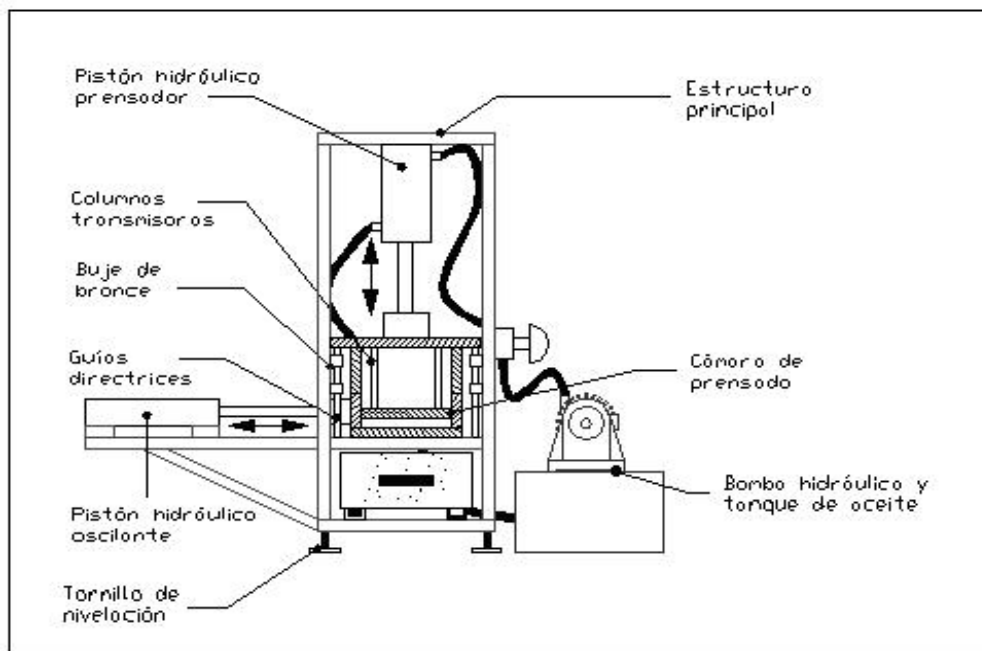


Figura 3.7. Disposición de elementos alternativa c) Prensaora de desechos hidráulica semi-automática.

d) Presentación alternativa 4: Prensadora de desechos neumática semi-automática.

Postulante similar a la anterior en funcionalidad, aunque los dispositivos de control lógico varían por su adaptación al aire comprimido.

El dispositivo que mayor relevancia tiene es el cilindro de doble fuelle para prensado; este actuador es un elemento gravitante en el desarrollo de esta tecnología por las ventajas que implican su utilización; pues, permite cargas de aplicación de hasta 6 toneladas con líneas de presión de aire de 6 – 7 bar.

La única limitante que tiene (fuerza de retroceso muy baja) se solventa al invertir el sentido de la compresión con relación a las tres alternativas anteriores, para facilitar el retorno del cilindro y optimizar el desempeño de la fuerza de avance.

Esta opción permite considerar la posible adición de un nuevo pistón que controle el desplazamiento del piso falso transitorio en la bandeja de alimentación; el mismo que efectúa la evacuación de los desechos hacia un colector de descarga.

Esta alternativa no tiene tanta potencia como la solución hidráulica; sin embargo, el cilindro de doble fuelle puede cubrir un 75% de esa capacidad con una instalación normal de aire, lo que lo hace altamente atractivo en el ámbito económico, puesto los sistemas hidráulicos resultan dos o tres veces más costosos que los neumáticos.

Se listan adelante los 12 ítems componentes, con su respectivo bosquejo didáctico; así:

1. Bastidor (estructura principal)
2. Bandeja de alimentación
3. Cámara de prensado (planchas prensadoras)
4. Guías directrices de desplazamiento de la plancha de prensado
5. Columnas transmisoras de fuerza de compresión
6. Línea de aire comprimido de 6 – 7 bar (con unidad de mantenimiento y válvula de regulación)
7. Cilindro neumático de doble efecto y doble fuelle deformable con capacidad de operación de hasta 6 Ton.
8. Cilindro neumático oscilante de alimentación y extracción doble efecto.

9. Cilindro neumático para piso transitorio de doble efecto.
10. Coche colector
11. Válvulas de control neumático y finales de carrera
12. Mangueras para conexión neumática

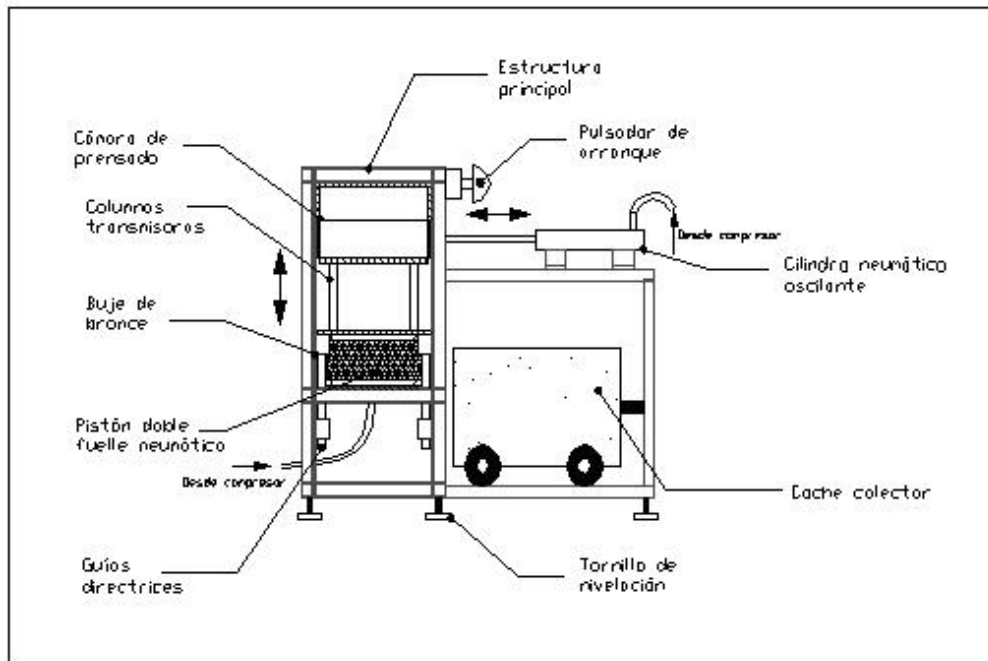


Figura 3.8. Disposición de elementos alternativa d) Prensadora de desechos neumática semi-automática.

3.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

3.4.1. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA CÁMARA PICADORA

a) Evaluación alternativa 1: Picadora convencional de papel de doble rodillo portadiscos cortantes.

Estas pequeñas máquinas destructoras son diseñadas para bajas cargas de sometimiento; y, regularmente no toleran paquetes de papel que supere un conjunto de 5 a 10 hojas por la propia disposición de los elementos mecánicos cortadores. Como se observó en el diagrama respectivo, estos elementos lo componen un par de rodillos de rotación y arrastre con un conjunto de discos de corte envolventes dispuestos en un ordenamiento alternado lo largo de los

rodillos. Se consigue con esta distribución que, los discos de un eje (girando en un sentido) empaten con precisión con los discos del otro eje (girando en sentido contrario), de tal forma que se logre obtener el efecto tijera para que los bordes afilados ejecuten un corte simultáneo sobre las hojas de papel.

Como se ha dicho, tal diseño se desempeña eficientemente con cargas de papel bajas. La agravante se presenta cuando un bloque de hojas supera el número permitido, trabando de esta manera la rotación de los rodillos; y, generando fallos en el motor eléctrico. Efecto aún más destructivo se observa cuando los bloques de hojas ingresan con grapa de sujeción; desgastando los bordes afilados de los discos o paralizando el motor.

Procurando maximizar este diseño, se considera la opción de instalar un motor de considerable potencia que no tenga inconvenientes el momento de brindar tracción a los rodillos; aún cuando estos sean sometidos a cargas excedentes al diseño. Sin embargo, la gran desventaja de esta concepción es que no admite elementos de formas geométricas variables, pues el éxito del funcionamiento apenas tolera superficies lisas uniformes.

Además, exige que la alimentación de los materiales sea acomodada previamente, para procurar una distribución uniforme de los esfuerzos en los rodillos y los discos. Tal circunstancia no permite un procesamiento rápido de desechos desordenados como el que demanda la realidad.

Con todos estos preliminares, se desarrolla una ***Matriz de Decisión (Tabla 3.1.)*** en función de los aspectos más importantes de prestación (parámetros de evaluación y desempeño).

b) Evaluación alternativa 2: *Picadora de desechos con árbol principal portacuchillas y tolva de alimentación directa.*

Esta maquinaria se muestra aventajada sobre el diseño anterior por la efectiva razón de aceptar formas geométricas variables y alimentación irregular.

Además, se puede consignar un diseño que permita la aceptación de materiales cuyas resistencias al corte son elevadas.

Para tal efecto, resulta primordial practicar adecuadamente la ingeniería en el cálculo de la demanda del motor; el mismo que estará desarrollado en

referencia al desecho más exigente que se obtiene en la zona de envase-empaque; es decir, para el área roscada del tubo colapsible.

Esta concepción, es fácilmente comparable con los diseños de las máquinas cepilladoras de madera para carpintería; sin embargo, la desventaja de esta aplicación es que materiales aún más resistentes que la madera pueden aprovisionar el eje de corte (ej: tubos de aluminio). Adicionalmente hay que considerar que, para el caso de las cepilladoras, el corte se produce por desgaste leve superficial en sentido tangencial a la alimentación del material; y, para el caso de la picadora, el corte se produce de manera perpendicular a la alimentación. Es necesario; por lo tanto, considerar de antemano la consecución de un diseño bastante robusto para choque elevado (en conformidad al principio sugerido), lo cual podría resultar demasiado costoso.

Una última condicionante que podría presentarse es la súbita caída del material por gravedad en la alimentación, puesto que podría saturar la capacidad del equipo y esforzar al máximo el eje de corte, el yunque, las cuchillas y los elementos de apoyo y sujeción.

De manera similar que con la alternativa a), se demuestra en la **matriz de la Tabla 3.1.** el análisis de los parámetros de evaluación y desempeño más trascendentales:

c) Presentación alternativa 3: Picadora de desechos con árbol principal cortacuchillas, tolvas de alimentación y banda transportadora.

Equipamiento que partiendo de la base de la alternativa 2 se transforma en un equipo de choque moderado por una nueva propuesta de disposición de las cuchillas en el eje de corte (inclinadas 10° sobre la horizontal, a manera de cizalla). Esta disposición reduce considerablemente la necesidad de un equipo altamente robusto, porque la carga aplicada se vuelve puntual a través del tiempo y la longitud de las mismas.

Otra diferencia se muestra en el sistema de alimentación de los desechos; puesto que surge la necesidad de dosificar el suministro de desperdicios hacia la zona de picado, sin descuidar la cualidad de un rápido procesamiento. De esta manera se propone; como atribución adicional, realizar la alimentación mediante una tolva de carga y una banda transportadora.

La desventaja de este particular se especula acerca del éxito de la alimentación dosificada; puesto que, al depender los desechos del impulso que promociona la banda transportadora es muy probable que durante el corte las cuchillas también generen una fuerza de empuje axial paralela al desplazamiento del material, provocando que los desechos sean impulsados en sentido contrario al de transportación. Esta sería una causal efectiva para generar atolladeros en plena zona de admisión.

Al igual que para las alternativas a) y b), la alternativa c) también será valorada en la **matriz de la Tabla 3.1**.

Tabla 3.1.: Matriz de Decisión para la Cámara Picadora

MATRIZ DE DECISIÓN CÁMARA PICADORA		Criterio calific. 1: Pésimo 10: Óptimo									
Caso analizado:		Aten. 1: Plc. arbol pñncipal; paracub. y zive de almendra									
PARAMETRO DE EVALUACION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costo de construcción					X					
2	Calidad de acabados (de acuerdo a se arbol instructivo)								X		
3	Facilidad de operación									X	
4	Fiabilidad					X					
5	Capacidad de procesamiento (producción - 100kg)		X								
6	Facilidad de equipo					X					
7	Viabilidad (con costos de calificación ante la ley actual)	X									
8	Efecto reb de proceso de construcción									X	
9	Fiabilidad				X						
10	CONEXIONES DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LINEAS - HERRAJES						X				
11	Seguridad al momento									X	
12	Vida útil									X	
Conteo:		1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
		total de puntos 65									

Criterio calific. 1: Pésimo 10: Óptimo		Aten. 2: Plc. arbol pñncipal; paracub. y zive de almendra									
PARAMETRO DE EVALUACION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costo de construcción						X				
2	Calidad de acabados (de acuerdo a se arbol instructivo)								X		
3	Facilidad de operación									X	
4	Fiabilidad					X					
5	Capacidad de procesamiento (producción - 100kg)					X					
6	Facilidad de equipo										
7	Viabilidad (con costos de calificación ante la ley actual)		X								
8	Efecto reb de proceso de construcción									X	
9	Fiabilidad										
10	CONEXIONES DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LINEAS - HERRAJES						X				
11	Seguridad al momento									X	
12	Vida útil									X	
Conteo:		0	0	1	0	2	4	3	2	0	0
		total de puntos 74									

Criterio calific. 1: Pésimo 10: Óptimo		Aten. 3: Plc. arbol pñncipal; paracub. y zive de almendra									
PARAMETRO DE EVALUACION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costo de construcción						X				
2	Calidad de acabados (de acuerdo a se arbol instructivo)								X		
3	Facilidad de operación									X	
4	Fiabilidad						X				
5	Capacidad de procesamiento (producción - 100kg)						X				
6	Facilidad de equipo										
7	Viabilidad (con costos de calificación ante la ley actual)										
8	Efecto reb de proceso de construcción									X	
9	Fiabilidad										
10	CONEXIONES DE MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LINEAS - HERRAJES							X			
11	Seguridad al momento									X	
12	Vida útil									X	
Conteo:		0	0	0	0	0	3	2	4	3	0
		total de puntos 79									

3.4.2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA CÁMARA PRENSADORA

a) Evaluación alternativa 1: Prensadora de desechos de impacto instantáneo efecto troqueladora.

Propuesta de solución mecánica, con mecanismos de torsión e inercia que otorgan a la flecha principal la fuerza vertical necesaria para el prensado de los frascos.

La funcionalidad de este equipo se presenta eficiente para el propósito de destrucción; sin embargo, un argumento de mayor trascendencia limita la adopción de este equipamiento como solución: la inversión económica.

Es notorio comprender que este diseño demanda enorme dedicación (tiempo y mano de obra) para la construcción de los mecanismos; especialmente del volante de inercia, de los elementos de transmisión, de la flecha principal y del mecanismo biela-manivela. Además; se asume con criterios de pre-ingeniería, que dichos componentes deberán ser de gran proporción para generar tal fuerza de impacto en el prensado, sin desvanecer sus propiedades ante el considerable sometimiento a fatiga (cargas alternantes elevadas).

Todos estos factores circunstanciales evocan una inversión costosa para un procesamiento simple y de poca demanda; por lo tanto, se descarta de antemano como posible tecnología.

De todas maneras, una evaluación más tangible se aprecia en la **Tabla 3.2.**, misma que permite comparar esta alternativa contra las demás propuestas.

b) Evaluación alternativa 2: Prensadora de desechos manual de cilindro hidráulico.

Su mecanismo de acción se remite a tomar ventaja de la condición de incompresibilidad de los líquidos, lo que permite transformar la presión de un líquido hidráulico en una potente fuerza de avance para el pistón actuador (aplicación del gato hidráulico).

Esta intención se juzga de bajo presupuesto, pero con limitada capacidad de destrucción por la simple dependencia del esfuerzo físico del operador.

La condición de independencia de servicios industriales es una gran cualidad a favor del diseño por la realidad rotativa que tendría esta cámara. Sin embargo, a juzgar por el personal técnico de Tecnandina, esta solución es bien recibida como principio de aplicación, pero no como tecnología, porque la estrategia general de la empresa es buscar productividad con salud ocupacional y seguridad industrial.

Se presenta, entonces, en la **Tabla 3.2.** la evaluación de cada uno de los parámetros influyentes en la aceptación de este diseño.

c) Evaluación alternativa 3: Prensadora de desechos hidráulica semi-automática.

Esta es una tecnificación de la alternativa b), lo que promueve un mayor desempeño del proceso de prensado, sin atentar directamente la salud ocupacional del trabajador (salvo riesgos propios de operación) al no tener que intervenir con su esfuerzo físico en la generación de la carga de avance.

Esta solución tolera altos valores de exigencia por estar compuesta de sistemas hidráulicos (como la bomba) cuyas capacidades maximizan la potencia en la compresión.

La acción de prensado se ejecuta de manera lenta, por lo cual consigue amortiguar los esfuerzos actuantes sobre los elementos; reparte la carga al interior de la cámara de prensado y permite mayor nivel de compactación (sin estallidos bruscos como los de la propuesta a). Es una alternativa tolerablemente silenciosa, que requiere únicamente de una conexión eléctrica de 220v y una estructura auxiliar para la instalación de los mecanismos hidráulicos.

Esta postulante inspira confianza por sus facultades de operación y se muestra como firme recurso; sin embargo, aún su aplicación está sujeta a discusión por el alto costo económico que implica el uso de los dispositivos hidráulicos.

De igual manera que en los dos casos anteriores, en la **Tabla 3.2.** se comprueba la evaluación de cada parámetro para esta alternativa.

d) Evaluación alternativa 4: Prensadora de desechos neumática semi-automática.

Esta particular desempeña la funcionalidad del caso anterior (con ciertas disposiciones nuevas), sustituyendo el fluido de trabajo desde un aceite hacia el aire comprimido, convocando las instalaciones de elementos neumáticos apropiados, cuyo costo gravita notablemente en el presupuesto de esta solución.

Los dispositivos neumáticos y los actuadores son considerablemente más baratos que los hidráulicos. Además, en esta presentación se omite el costo del compresor para la alimentación del sistema, puesto que se recurrirá a la explotación del suministro industrial de aire que proporciona el compresor central, liberando de este gasto a la proforma de inversión.

La preocupación inicial para la concepción de este diseño era la exigencia de capacidad del pistón prensador, pero el cilindro de doble fuelle cubre aceptablemente esa demanda de potencia (similar a la de un sistema hidráulico), por lo que hace de esta variante técnica una alternativa altamente competitiva en referencia a la alternativa c).

A pesar de todo lo descrito, esta adaptación tiene dos desventajas:

- 1) No ofrece mayores condiciones de adaptabilidad para mejorar la potencia en futuras consideraciones, a no ser que nuevas innovaciones tecnológicas lo permitan.
- 2) La carrera de prensado depende de la elongación máxima permisible del elemento deformable, razón por la que esta carrera se muestra corta y se convierte en limitante de diseño.

Con estas definiciones previas, se adjunta la matriz de evaluación y decisión para el caso descrito:

Tabla 3.2.: Matriz de Decisión para la Cámara Prensadora

Caso analizado:		Criterio calific.:									
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
PARAMETRO DE EVALUACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costos de los trabajos				X						
2	Gastos operacionales (cantidad de servicios telefónicos)									X	
3	Facilidad de operación								X		
4	Flexibilidad										
5	Capacidad de procesamiento: productividad - tiempo						X				
6	Facilidad de equipo										
7	Vegetación: condiciones de cultivos ante la diversidad	X									
8	Eficiencia de los procesos de trabajo										
9	Flexibilidad									X	
10	Condiciones de mantenimiento y almacenamiento de equipos - sistemas										
11	Seguridad en la operación										
12	Vida útil										
Conteo:		1	0	0	2	1	2	3	2	1	0
		total de puntos 72									

Caso analizado:		Criterio calific.:									
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
PARAMETRO DE EVALUACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costos de los trabajos										
2	Gastos operacionales (cantidad de servicios telefónicos)										
3	Facilidad de operación										
4	Flexibilidad										
5	Capacidad de procesamiento: productividad - tiempo										
6	Facilidad de equipo										
7	Vegetación: condiciones de cultivos ante la diversidad	X									
8	Eficiencia de los procesos de trabajo										
9	Flexibilidad										
10	Condiciones de mantenimiento y almacenamiento de equipos - sistemas										
11	Seguridad en la operación										
12	Vida útil										
Conteo:		1	0	1	1	1	1	4	2	1	2
		total de puntos 77									

Caso analizado:		Criterio calific.:									
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
PARAMETRO DE EVALUACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costos de los trabajos										
2	Gastos operacionales (cantidad de servicios telefónicos)										
3	Facilidad de operación										
4	Flexibilidad										
5	Capacidad de procesamiento: productividad - tiempo										
6	Facilidad de equipo										
7	Vegetación: condiciones de cultivos ante la diversidad	X									
8	Eficiencia de los procesos de trabajo										
9	Flexibilidad										
10	Condiciones de mantenimiento y almacenamiento de equipos - sistemas										
11	Seguridad en la operación										
12	Vida útil										
Conteo:		1	0	0	0	1	0	2	5	3	0
		total de puntos 87									

Caso analizado:		Criterio calific.:									
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
Caso analizado:		1: Pésimo		2		3		4		5: Óptimo	
PARAMETRO DE EVALUACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Costos de los trabajos										
2	Gastos operacionales (cantidad de servicios telefónicos)										
3	Facilidad de operación										
4	Flexibilidad										
5	Capacidad de procesamiento: productividad - tiempo										
6	Facilidad de equipo										
7	Vegetación: condiciones de cultivos ante la diversidad	X									
8	Eficiencia de los procesos de trabajo										
9	Flexibilidad										
10	Condiciones de mantenimiento y almacenamiento de equipos - sistemas										
11	Seguridad en la operación										
12	Vida útil										
Conteo:		1	0	0	0	1	0	2	5	3	0
		total de puntos 87									

3.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

3.5.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA PARA CÁMARA PICADORA

Con un análisis efectivo de las tres aspirantes para la creación de este equipamiento; gracias a las matrices de decisión, se ha propuesto llevar a término la idea presentada en la **alternativa 3 (79 ptos.)**; es decir, se proyectará desde este momento el diseño y la construcción de la *cámara picadora de desechos con árbol principal portacuchillas, tolvas de alimentación y banda transportadora*.

Esta aplicación tiene gran acogida por la innovación en la disposición de las cuchillas; efecto que reduce considerablemente la carga de aplicación al corte (efecto cizalla) y minimiza los esfuerzos en los elementos, ante la tendencia de carga puntual instantánea que ocurre durante el corte. Ésta es la causal principal que motiva la decisión, porque su razón funcional permite establecer expectativas de efectivo desempeño a menor costo.

Sin embargo, se previene un primer obstáculo en el diseño, y es precisamente la colocación en ángulo de las cuchillas rotativas en pleno eje principal; pues, existen factores fundamentales que intervienen en el criterio de colocación de estos elementos y que desafortunadamente no se pueden descuidar, tal es el caso de: la sujeción de las cuchillas, la inercia del árbol principal, el balance del árbol, las deflexiones máximas permisibles para ejes, la capacidad de torque y el espacio físico.

Prematuramente se anticipa una solución para esta contrariedad, la misma que postula manufacturar una sección cuadrada (por fresado) en medio del árbol principal, en la cual se pueda entallar un canal inclinado para la inserción de las cuchillas (éstas últimas estarán sujetas al eje mediante prisioneros).

Otra de las limitantes que se contempla dentro de esta propuesta es el suministro dosificado de desechos al interior de la zona de picado, puesto que la fuerza de empuje (contraria al flujo) provocada por las propias cuchillas podría ser causante de graves congestiones en la alimentación. Sin embargo se prevé; por el momento, la adición de un rodillo de arrastre en esa zona

crítica para motivar al material en la continuidad de desplazamiento, pese a la resistencia axial que pueda encontrar.

Ambas proposiciones de tecnificación serán consideradas en el diseño y validadas mediante pruebas de operación; razón por la cual, el criterio de aceptación para la propuesta se sostiene, asumiendo como reto la consecución de mecanismos eficientes que permitan solventar estas disyuntivas.

3.5.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA PARA CÁMARA PRENSADORA

Bajo el mismo procedimiento de análisis y decisión de la picadora, en este caso se ha propuesto desarrollar el diseño de la **alternativa 4 (87 pts.)**; ésta es, *la cámara prensadora de desechos neumática semi-automática*.

Basados en la obtención de un diseño eficiente que procure funcionalidad y desempeño durante el procesamiento, se ha optado esta consideración porque proporciona confiabilidad para quienes nos proponemos hacerla tangible. Es una tentativa que desarrolla los fundamentos de sus similares (alternativas 2 y 3); con dispositivos que le dan mayor capacidad y productividad que la propuesta 2 y con la misma confiabilidad y similar capacidad, pero a menor costo, que la propuesta 3.

Si bien esta solución no tendría la completa potencia que la 3, se juzga oportuna la potencia que brinda el cilindro de doble fuelle para la demanda diaria de desperdicios, por lo que se la considera apta para el procesamiento. A pesar también de verse limitada en su carrera de prensado por depender exclusivamente de la deformación del fuelle, se ha investigado anticipadamente acerca de las características del cilindro a utilizar, el mismo que contempla una carrera de 230 mm. que se estima suficiente para procesar la exigencia de trabajo en la destrucción de frascos y/o tubos colapsibles.

Las ventajas prevalecen sobre las debilidades, sobresaliendo entre éstas, el ahorro económico con índice de tecnificación aceptable para un procesamiento continuo; el mismo que fomenta la productividad en la operación. Estas razones argumentan valiosamente la decisión de esta selección.

CAPÍTULO 4:

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL EQUIPO

Parte I: DISEÑO DE CÁMARA PICADORA

4.1. GENERALIDADES

El primer paso a dar en el aspecto del diseño; y como argumento fundamental, es determinar la capacidad de la cámara a través de un análisis de producción de desperdicios en un mes referente (estudio de campo), a fin de estimar una tasa de producción real.

Las ***Tablas de control de pesaje, estimación semanal y mensual (Anexo 1)*** permitieron la evaluación de este estudio previo con el cual se obtuvo una media aproximada de generación de desechos. Con estos argumentos preliminares se define la proporción de la cámara; permitiendo aceptar la capacidad sugerida en la ***Meta del Proyecto***; esto es:

Cámara picadora con capacidad de 2 pies³

El siguiente ha sido la descripción ante Gerente del Departamento de Mantenimiento sobre los diseños y la planificación para el desarrollo del proyecto; y él, por su parte, asintió la realización inmediata con una sugerencia inicial, la misma que se constituiría en un parámetro decisivo de diseño:

Emplear los recursos existentes en stock de bodega; entre ellos, un motor de origen alemán sin expectativas de utilización para las demandas propias de la planta. Esta propuesta nace con objeto de minimizar los costos de manufactura.

Se describen ahora las características principales del motor:

Marca:	SCHORCH
Serie No.:	13536/7
Tipo:	LK 27/4
Potencia teórica:	2.25 Kw ~ 3.02 hp
Velocidad angular:	1650 rpm
Conexión eléctrica:	3 x 220V / 8.8 A / 60Hz

Como se ha dicho, el compromiso de optimización de los recursos se convierte automáticamente en el parámetro inicial del proyecto; por lo que resulta efectivo detallar el cálculo y el criterio de aceptación para aprobar la funcionalidad de este motor. Los pasos y criterios a seguir se detallan así:

1) Estudio de campo del régimen de evacuación diaria.

La planta de producción debe despachar todos los días los desechos generados desde la zona de Envase-Empaque hacia los colectores externos de la planta, siendo retirados dos veces por semana por los recolectores de basura municipales. Esta particularidad condiciona la utilización de la maquinaria de por lo menos dos horas diarias dos días a la semana. Por tal causa, se debe incurrir en un control estadístico a fin de registrar cual es el ritmo de producción de desechos (**Tablas de control de pesaje - Anexo 1**), considerando que el de mayor exigencia para el proceso de picado es el tubo colapsible de 100 gr. Este último tiene un carácter de trascendencia por el simple hecho de demandar la mayor exigencia del equipo; es así que se lo explica a fondo en el siguiente paso.

2) Determinación del tipo de desperdicio más crítico a intervenir.

Con la investigación de campo desarrollado sobre el régimen de evacuación de los desperdicios, y con la ayuda de los listado de parámetros principales en la **Guía de Gestión (Anexo 12)**, se consigue establecer finalmente que los **tubos colapsibles de aluminio para contenidos de 100 gr.** son los materiales más exigentes; principalmente por la zona del roscado de la tapa cuyas dimensiones se resaltan en el cálculo descrito a continuación. La consideración adoptada, es la de capacitar a la máquina para que pueda procesar inclusive este desperdicio, aclarando que **la cámara picadora no**

está acondicionada para la destrucción programada de este tipo de desecho, sino que aceptará la casualidad de que por desorden en la clasificación de los materiales antes de la destrucción un elemento con estas condiciones pueda someter al equipo, arriesgando la integridad de los elementos. Esta eventualidad se justifica sobradamente, pues se ha comprobado de forma visual que existen bultos enviados desde el área de Control en Procesos en los cuales se verifica la mezcla de remanentes; especialmente entre ristras, estuches y tubos.

3) Cálculos preliminares acerca del área crítica en el tubo colapsible.

$P_n = 3.02[\text{hp}] \rightarrow$ potencia nominal del motor

Diámetros zona crítica :

$d_e = 8.50[\text{mm}]$

$d_i = 4.00[\text{mm}]$

$$\text{Área real de corte } (A_r) = \frac{(d_e^2 - d_i^2) * \pi}{4} = 44.18[\text{mm}^2] \approx 6.85 * 10^{-2}[\text{plg}^2] \quad (\text{Ec. 4.1.1})$$

Se considera que el área efectiva (A_e) de corte instantáneo es igual al 85% del área real, entonces se tiene que :

$$A_e = 0.85 * A_r = 0.85 * 6.85 * 10^{-2} = 5.82 * 10^{-2}[\text{plg}^2] \quad (\text{Ec. 4.1.2})$$

NOTA: Cálculo desarrollado con ángulo dependiente de cuchillas aproximado entre $10^\circ - 12^\circ$.

\Rightarrow Esfuerzo del aluminio al corte $\rightarrow Su_{\text{Al forjado}} =$ entre 13000[Ksi] y 15000[Ksi]

$Su = 13500[\text{Ksi}]$

Cálculo de la fuerza real aplicada en las cuchillas :

$$Ssu = 0.65 * Su \quad (\text{Ec. 4.1.3})$$

$$Fr = Ssu * A_e = 8775[\text{Ksi}] * 5.82 * 10^{-2}[\text{plg}^2] = 510.75[\text{lbf}] \quad (\text{Ec. 4.1.4})$$

4) Esfuerzo máximo del aluminio al cortante y capacidad de carga.

Factor de servicio impuesto a causa de la variabilidad del espesor del tubo colapsible $\Rightarrow F.\text{Serv.}$

$F.\text{Serv.} = 1.20$

\Rightarrow Cálculo de la capacidad de carga de la máquina picadora :

$$Fd = 1.20 * Fr = 1.20 * 510.75[\text{lbf}] = 612.90[\text{lbf}] \approx \underline{2730.20[\text{N}]} \quad (\text{Ec. 4.1.5})$$

5) Potencia requerida y criterio de aceptación del motor.

$$T = Fd * \frac{\phi_{eje}}{2} \rightarrow \text{el } \phi_{eje} \text{ es obtenido en tablas iterativas (Anexo C; Tabla C1.)} \quad (\text{Ec. 4.1.6})$$

$$T = \frac{612.90[\text{lbf}] * 4.0[\text{plg}]}{2} = 1225.81[\text{lbf} \cdot \text{plg}]$$

Mediante tabla de iteración, y considerando la potencia nominal del motor $\rightarrow 3.02[\text{hp}]$ se obtiene :

$$n_{eje} = 150[\text{rpm}]$$

\therefore Demostrando así :

$$\Rightarrow P_{req.} = \frac{T * n_{eje}}{63000} = \frac{1225.81[\text{lbf} \cdot \text{plg}] * 150[\text{rpm}]}{63000} = \underline{\underline{\underline{2.92[\text{hp}] \leq 3.00[\text{hp}]}}} \quad (\text{Ec. 4.1.7})$$

(criterio de aceptación)

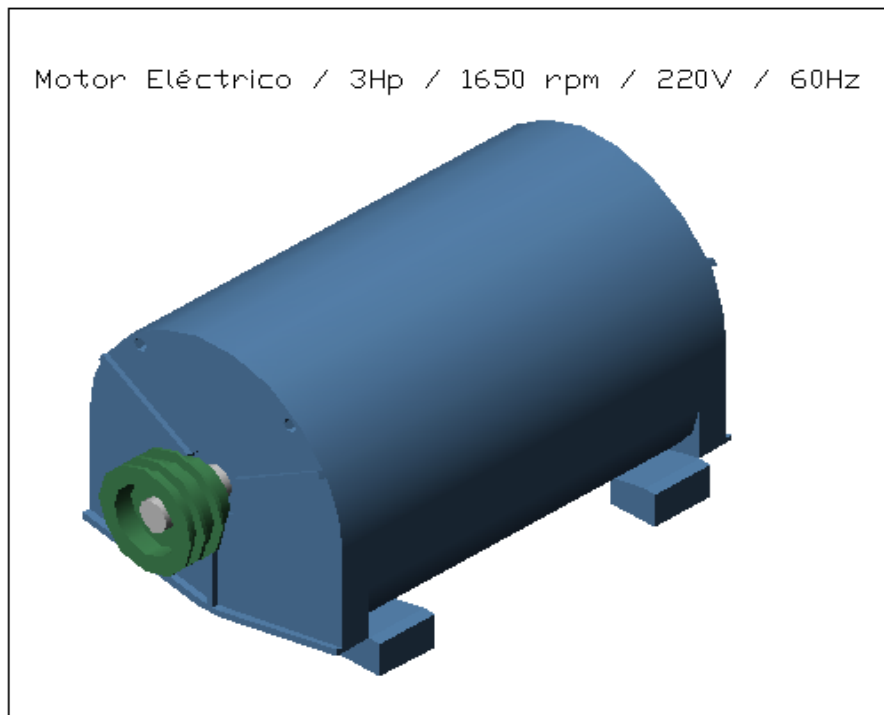


Figura 4.1. Motor principal de la Cámara Picadora de desperdicios

4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN PRINCIPAL

El sistema de transmisión principal constituye el corazón de la maquinaria, pues es el encargado de generar el trabajo necesario para el procesamiento de los desechos. Este sistema está compuesto de: 1) Motor principal, 2) Juego de poleas y bandas de transmisión, 3) Caja reductora (caja de transmisión), 4) Árbol (eje) transmisor, 5) Árbol (eje) principal portacuchillas, 6) Cojinetes y soportes y 7) Mecanismo de transferencia de velocidad.

Para efectos de diseño, se detallan a continuación los procesos de cálculo de cada uno de los subsistemas y mecanismos componentes de este aparato motor; salvo la definición del motor, la cual se especificó en el tema anterior.

4.2.1. MOTOR PRINCIPAL

Pot. teórica: 2.25 Kw ~ 3.02 hp / *Vel. angular:* 1650 rpm / *Conex. Eléct.:* 3x220V

4.2.2. JUEGO DE POLEAS Y BANDAS DE TRANSMISIÓN DEL SISTEMA PRINCIPAL

Con la finalidad de procurar el mayor factor de reducción en la transmisión desde 1650 [rpm] en el motor eléctrico hasta los 150 [rpm] exigidos para el desempeño más crítico, se ha puesto empeño en conseguir un juego de poleas cuyas dimensiones favorezcan tal condición; sin desmerecer otros conceptos como espacio y adquisición.

La condicionante del espacio fomenta al diseñador a asumir una inmediata necesidad de construcción de un conjunto de engranes a manera de caja de transmisión, la que se explica a profundidad en el tema **4.2.3. Caja reductora**; sin embargo, es necesario citarla en este particular porque su existencia es también un importante paliativo.

En resumen, la selección del juego de poleas depende del mayor factor de reducción, del espacio, de la posibilidad de adquisición, y de la capacidad de la caja reductora. De la tabla de iteración (**Tabla C2**) se ha podido seleccionar al par más adecuado, y el ejemplo del esquema de cálculos se muestra a seguir:

Esquema de cálculos, juego de poleas y banda transmisora del sistema principal (esquema propuesto por el Catálogo de Bandas GOODYEAR)

Potencia del motor (Pot) = 3.02[hp] \approx 2.25[Kw]

Velocidad angular motor (n_{motor}) = 1650[rpm]

Diámetro polea motriz (ϕ_{pm}) = 3[plg]

Diámetro polea conducida (ϕ_{pc}) = 12[plg]

Distancia entre centros (C) = 20[plg]

Relación de Velocidades – reducción (i) = $\frac{\phi_{pm}}{\phi_{pc}} = 0.25$ (Ec. 4.2.1)

Factor de servicio aplicado al motor ($S.F.$) = 1.1

Potencia de servicio (Pot_s) = $Pot * S.F. = 3.32[hp]$ (Ec. 4.2.2)

Arcos de contacto :

Para la polea conducida (θ_L) = $\pi + 2 * A \sin\left(\frac{\phi_{pc} - \phi_{pm}}{2 * C}\right) = 3.60[rad] \approx 206.01^\circ$ (Ec. 4.2.3)

Para la polea motriz (θ_S) = $\pi - 2 * A \sin\left(\frac{\phi_{pc} - \phi_{pm}}{2 * C}\right) = 2.69[rad] \approx 153.99^\circ$ (Ec. 4.2.4)

Velocidad lineal de banda (V) = $\frac{\pi * \phi_{pm} * n_{motor}}{12} = 1295.91\left[\frac{pies}{min}\right] \approx 6.58\left[\frac{m}{sg}\right]$ (Ec. 4.2.5)

Long. de banda (L) = $\sqrt{4 * C^2 - (\phi_{pc} - \phi_{pm})^2} + \frac{\theta_L * \phi_{pc} + \theta_S * \phi_{pm}}{2} = 64.58[plg]$ (Ec. 4.2.6)

∴ Tipo de banda seleccionada mediante parámetros de longitud, relación de transmisión y distancia entre centros :

Banda tipo A60 → Catálogo de bandas GOODYEAR;
bandas tipo A, sección V

Longitud de paso de la banda (Lp) = 60 + 1.30 = 61.30[plg]

Potencia nominal de c/banda (Pot_{nb}) = 2.10[hp] → valor obtenido de tablas del catálogo de bandas GOODYEAR.

Factor de corrección por arco y long. ($K1$) = 0.89 → valor obtenido de tablas del catálogo de bandas GOODYEAR.

Potencia corregida (Pot_c) = $Pot_{nb} * K1 = 2.10 * 0.89 = 1.87[hp]$ (Ec. 4.2.7)

Número de bandas transmisoras requeridas (Nb) = $\frac{Pot_s}{Pot_c} = 1.78 \cong \underline{\underline{2 \text{ bandas}}}$ (Ec. 4.2.8)

Factor de rozamiento entre el caucho y la polea desnuda (μ) = 0.45

Valor de la relación entre la fuerza del lado tenso y la fuerza del lado flojo ($e^{f\theta_1}$)

$$e^{f\theta_1} = e^{\mu * \theta_1} = 5.04 \quad (\text{Ec. 4.2.9})$$

Peso específico de la banda de sección V (Wespf) = $60.48 \left[\frac{\text{lb}_f}{\text{pies}^3} \right]$

$$\text{Fuerza centrífuga (F.centrif)} = \text{Wespf} * \left(\frac{V}{60} \right)^2 * \frac{b * h}{32.1522} = 136.01 [\text{lb}_f] \quad (\text{Ec. 4.2.10})$$

→ Donde :

$a \Rightarrow$ ancho de la sección de la banda

$h \Rightarrow$ altura de la sección de la banda

$$\text{Fuerza tangencial (Ftan)} = \frac{\text{Pot} * 33000}{V} = 76.83 [\text{lb}_f] \quad (\text{Ec. 4.2.11})$$

$$\text{Fuerza l. flojo (F2)} = \frac{(F.centf - e^{f\theta_1} * F.centf) - \frac{33000 * \text{Pot}_s}{V}}{(1 - \phi_{pc})} = 156.92 [\text{lb}_f] \quad (\text{Ec. 4.2.12})$$

$$\text{Tirantez del lado tenso (F1)} = \text{Ftan} + \text{F2} = 233.75 [\text{lb}_f] \quad (\text{Ec. 4.2.13})$$

$$\text{F. total ejercida sobre ejes de poleas (F.al eje)} = \text{F1} + \text{F2} = 390.67 [\text{lb}_f] \quad (\text{Ec. 4.2.14})$$

$$\text{Veloc. angular de salida (n}_{\text{eje}}) = n_{\text{motor}} * i = 412.50 [\text{rpm}] \rightarrow \text{para cálculos se aproximará la velocidad a } 415 [\text{rpm}] \quad (\text{Ec. 4.2.15})$$

$$\text{Torque generado (T)} = \frac{63000 * \text{Pot}}{n_{\text{eje}}} = 460.82 [\text{lb}_f . \text{plg}] \quad (\text{Ec. 4.2.16})$$

CONCLUSIÓN: Se decide corregir la distancia entre centros de 20.0[plg] a 18.3[plg] para usar una banda A60 en juego de poleas propuesto inicialmente (3 [plg] de diámetro para la polea motriz y 12 [plg] de diámetro para la polea conducida).

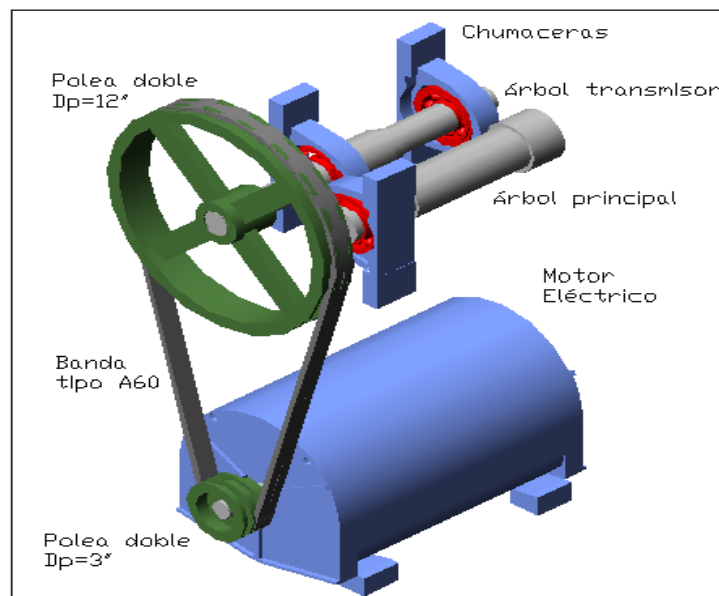


Figura 4.2. Juego de poleas y banda; diagrama ilustrativo

4.2.3. CAJA REDUCTORA (Caja de transmisión)

Este mecanismo de la maquinaria permite al equipo brindar mayor versatilidad en el procesamiento de los desperdicios, puesto que la alternabilidad de las velocidades procura garantizar un aceptable margen de eficiencia en conformidad con el tipo de desperdicio.

El mayor parámetro de diseño a ser considerado es el aspecto económico, por el costo del maquinado; mismo que depende del tamaño y del tipo y número de dientes.

El material seleccionado para la construcción de los engranes es el AISI 1018 CD, porque es factible de cementación con buena profundidad de penetración debido a su alto contenido de manganeso.

Considerando estos preliminares se concreta el establecimiento de dos velocidades de destrucción, definidas así:

- Velocidad lenta 1 (BAJA) → 150 rpm: para papel de instructivos, ristras, estuches, cartón, folio de aluminio y PVC.

Es considerada como velocidad apropiada de operación, porque su juego de engranes rectos origina el torque más elevado gracias a su relación de transmisión de **2.8:1 (reducción)**.

Es una marcha diseñada para el procesamiento de la mayoría de los desechos, con un nivel de ruido tolerable producido durante el impacto de las cuchillas.

A pesar de que su índice de destrucción no es tan minucioso como en el de la velocidad 2, se juzga ideal para los intereses de Tecnandina por su desempeño, puesto que esta velocidad logra someter los remanentes más comunes sin riesgo para la maquinaria.

Se detalla; entonces, el ejemplo del proceso de cálculos manejado y el cuadro de iteración de valores en la **Tabla C3, C4 y C5**.

Esquema de cálculos, caso particular: piñón motriz para 150 rpm

Consideración: Diseño efectuado bajo criterios de flexión por calificarse como parámetro más crítico que el desgaste.

DISEÑO A FLEXIÓN POR EL MÉTODO DE LEWIS

$$\text{Potencia (Pot)} = 3.02[\text{hp}]$$

$$n_1 = 415[\text{rpm}]$$

$$n_2 = 150[\text{rpm}]$$

$$\text{No. dientes piñón (Zp)} = 20 \rightarrow (\text{impuesto por espacio})$$

$$\text{Relación de transmisión (i)} = \frac{415}{150} = 2.77$$

$$\text{Ángulo de contacto} = 20^\circ$$

$$\text{Factor seguridad (F.S.)} = 2.25 \rightarrow (\text{Shigley pág.25, Tabla 1-1, ítem 3}) \quad (\text{Ec. 4.2.17})$$

$$\text{No. dientes engranaje (Ze)} = Zp * i = 20 * 2.77 = 55.33 \approx 56[\text{dientes}] \quad (\text{Ec. 4.2.18})$$

\Rightarrow Material escogido para los engranes : AISI 1018 CD

$$\text{Resistencia a la fluencia (Sy)} = 70[\text{Ksi}]$$

$$\text{Módulo (m)} = 2.50 \rightarrow (\text{calculado mediante iteraciones})$$

$$\text{Paso (P)} = \frac{25.40}{m} = 10.16[\text{plg}] \quad (\text{Ec. 4.2.19})$$

$$\text{Diámetro de paso (dp)} = m * Zp = 50[\text{mm}] \quad (\text{Ec. 4.2.20})$$

$$So = Sy / F.S. = 31.11[\text{Ksi}] \quad (\text{Ec. 4.2.21})$$

$$\text{Factor concentración esfuerzos (Kf)} = 1.50$$

$$\text{Fact. forma (Y)} = 0.322$$

$$B^* = 12 (\text{obtenido mediante iteraciones})$$

$$\text{Ancho del diente (B)} = \frac{B^*}{P} = 0.9843[\text{plg}] \quad (\text{Ec. 4.2.22})$$

$$\text{Capacidad de carga (Fb)} = \frac{So * B^* Y}{P * Kf} * 1000 = 646.98[\text{lbf}] \quad (\text{Ec. 4.2.23})$$

$$\text{Fuerza tangencial en diente (Ft)} = \frac{Pot * 396000}{\pi * dp / 25.4 * n_1} = 465.98[\text{lbf}] \quad (\text{Ec. 4.2.24})$$

$$\text{Velocidad tangencial (V)} = \frac{\pi * P * n_1}{25.4 * 12} = 213.87 \left[\frac{\text{pies}}{\text{min}} \right] \quad (\text{Ec. 4.2.25})$$

$$\text{Carga aplicada (Fd)} = \frac{600 + V}{600} * Ft = 632.08[\text{lbf}] \quad (\text{Ec. 4.2.26})$$

\Rightarrow Aceptación criterio de diseño $\rightarrow Fb \geq Fd$ (cumple)

DISEÑO A FLEXIÓN POR EL MÉTODO AGMA (propuesto por Deusch. – Aaron)

$$\text{Factor geométrico } (J) = \frac{Y}{K_f} = 0.2147 \quad \text{Ec. (4.2.27)}$$

Factor concentración sobrecarga (K_o) = 1.50

Factor corrección tamaño (K_s) = 1.00

Factor distribución cargas (K_m) = 1.30

Factor dinámico desarrollo cargas (K_v) = 1.09

Esfuerzo calculado en raíz del diente (σ_f):

$$\sigma_f = \frac{F_t * P}{B * J} * \frac{K_o * K_s * K_m * K_v}{1000} \quad \text{Ec. (4.2.28)}$$

$$\sigma_f = 47.63[\text{Ksi}]$$

Factor corrección por duración (K_l) = 1.00 → ciclos : 50'400.000

Factor corrección por temperatura (K_t) = 1.00 → Temp. < 40°C

Factor corrección por confiabilidad (K_c) = 1.00 → confiabilidad al 99.0%

Esfuerzo flexionante permisible (S_t) = 55[Ksi] → dependiente de la dureza y grado de cementación : 55HB

$$\text{Resistencia al diseño del material } (S_{ad}) = \frac{S_t * K_l}{K_t * K_c} = 55.00[\text{Ksi}] \quad \text{Ec. (4.2.29)}$$

$$\text{Torque generado } (T) = \frac{F_t * d_p}{25.4} = 917.28[\text{lbf} \cdot \text{plg}] \quad \text{Ec. (4.2.30)}$$

Aceptación criterio de diseño → $S_{ad} \geq \sigma_f$

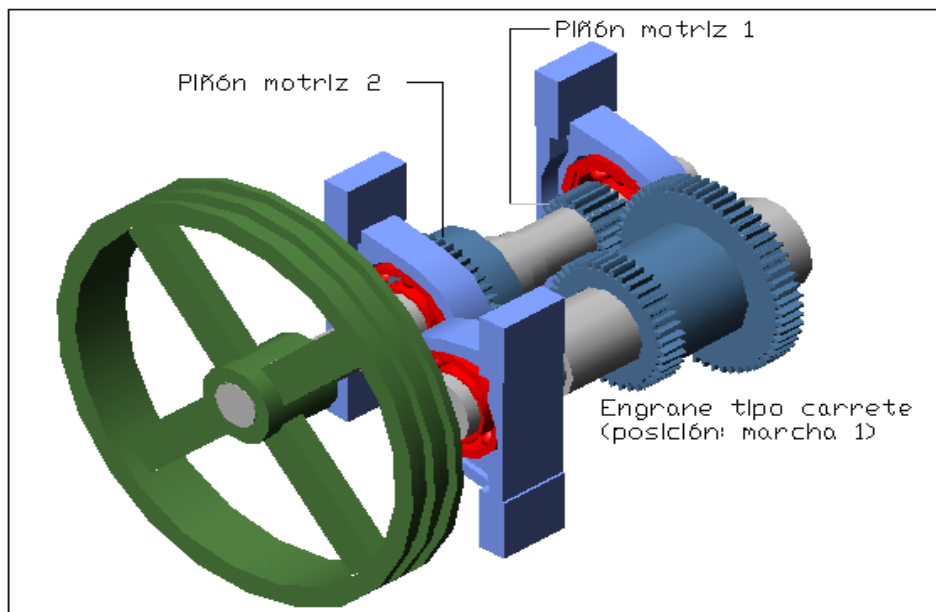


Figura 4.3. Posición de los engranes para marcha “BAJA”.

- Velocidad rápida 2 (ALTA) → 415 rpm: para papel de documentación y cierto tipo de estuches o ristras.

Velocidad que se consigue con una relación de transmisión **1:1**, mediante un par de engranes rectos que originan un índice de destrucción más afinado. Ideal para la procesamiento de documentación confidencial y desperdicios de empaques furtivos.

La utilización de esta marcha deberá ser ocasional, y solo bajo las condiciones descritas; puesto que el nivel de ruido provocado por la naturaleza de los engranes y el impacto de las cuchillas (durante el corte) es considerable. Además, es necesario valorar previamente las condiciones de los despojos, porque el torque generado en esta realidad es bajo (a causa de la alta velocidad de rotación), y se corre riesgo de que desechos resistentes comprometan la capacidad del equipo y sus elementos.

Se presenta el cuadro de iteración en la **Tabla C5** para la consecución de este par de engranes, conociendo por adelantado que ante la aceptación del juego de engranes para la marcha 1 se sobrentiende que el diseño para este nuevo juego estará aprobado por criterio de ingeniería.

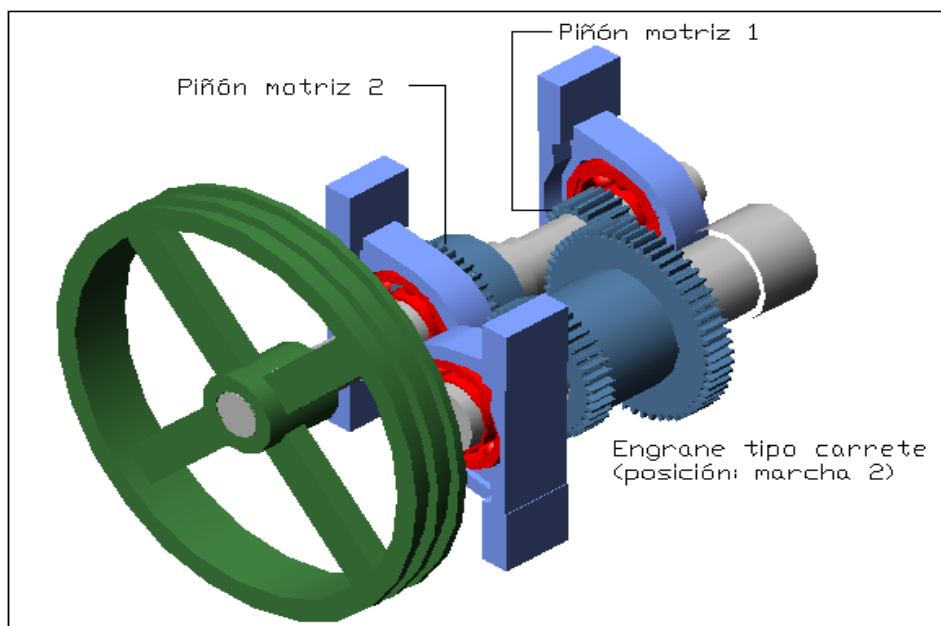


Figura 4.4. Posición de los engranes para marcha “ALTA”.

4.2.4. ÁRBOL (EJE) TRANSMISOR

Esta flecha constituyente del sistema de transmisión debe estar diseñada para el montaje de elementos de tracción, como son: la polea conducida de 12plg (Fpol), el piñón del par de engranes 1 (el mismo que nace del mismo eje transmisor) y el piñón del par de engranes 2. Adicionalmente, consta de dos secciones definidas en donde se colocan los rodamientos y soportes (Fch1 y Fch2) que logran apoyar a la flecha en el bastidor.

Para el diseño de este mecanismo, se distinguen los casos de aplicación de cargas; tanto para el piñón 1 (Fp1) como para el piñón 2 (Fp2), distinguiendo en ambas las circunstancias que ponen en riesgo los límites de deflexión permisibles para las flechas (**Anexo 2 y 3 – Análisis AXCOSM y COSMOS**).

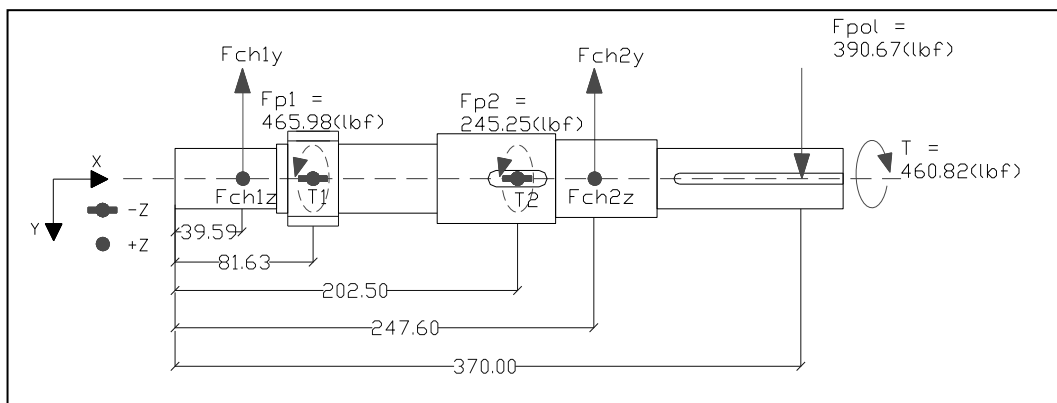


Figura 4.5. Diagrama de cuerpo libre del eje transmisor (DCL).

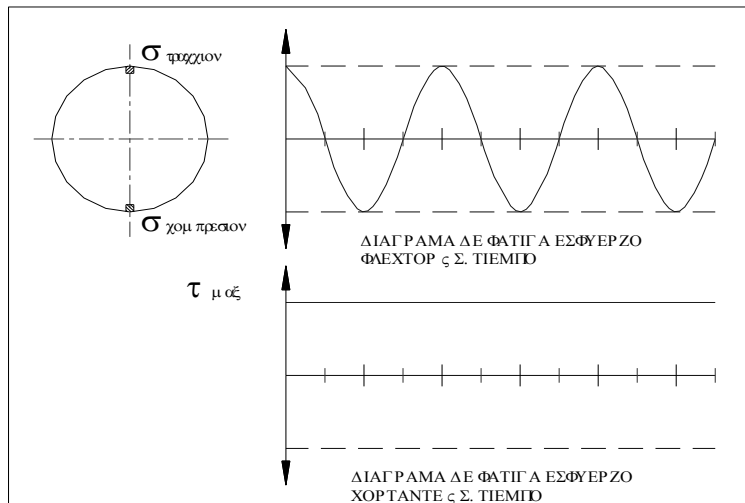


Figura 4.6. Ciclos de fatiga

Definido el DCL, es preciso calcular los valores de los apoyos de los rodamientos; con los cuales se llega a determinar la totalidad de las fuerzas externas que se aplican al eje. A partir de ellas, se concentra la ingeniería en la consecución de los diámetros de las secciones y la flecha máxima permisible. Finalmente, un acero de bajo contenido de carbono; como el SAE 1018 CD, es seleccionado como material de partida por su importante grado de tenacidad. Ver **Tabla C6 y C7** para síntesis del cálculo de secciones.

Esquema de cálculos de fuerzas, árbol transmisor

Eje X, Y :

$$\sum F_y = 0;$$

$$- F_{ch1y} - F_{ch2y} + F_{pol} = 0$$

$$\sum M_{ch1} = 0;$$

$$206 * F_{ch2y} - 330 * F_{pol} = 0$$

Despejando Fch2y y reemplazando valores :

$$\Rightarrow F_{ch2y} = \frac{390.67 * 330}{206} = \underline{\underline{625.83[lbf] \approx 2783.83[N]}}$$

∴ Reemplazando Fch2y y despejando Fch1y se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch1y} = 390.67 - 625.83 = \underline{\underline{-235.16[lbf] \approx -1046.04[N]}}$$

Eje X, Z :

CASO 1:

$$\sum F_z = 0;$$

$$F_{ch1z} - F_{p1} + F_{ch2z} = 0$$

$$\sum M_{ch1} = 0;$$

$$206 * F_{ch2z} - 42 * F_{p1} = 0$$

Despejando Fch2z y reemplazando valores :

$$\Rightarrow F_{ch2z} = \frac{465.98 * 42}{206} = 95.01[lbf] \approx 422.63[N]$$

∴ Reemplazando Fch2z y despejando Fch1z se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch1z} = 465.98 - 95.01 = \underline{\underline{\underline{370.97[lbf] \approx 1650.16[N]}}}$$

CASO 2:

$$\sum F_z = 0;$$

$$F_{ch1z} - F_{p2} + F_{ch2z} = 0$$

$$\sum M_{ch1} = 0;$$

$$206 * F_{ch2z} - 163 * F_{p1} = 0$$

Despejando F_{ch2z} y reemplazando valores:

$$\Rightarrow F_{ch2z} = \frac{245.25 * 163}{206} = \underline{\underline{194.06[lbf] \approx 863.22[N]}}$$

\therefore Reemplazando F_{ch2z} y despejando F_{ch1z} se obtiene:

$$\Rightarrow F_{ch1z} = 245.25 - 194.06 = 51.19[lbf] \approx 227.70[N]$$

Cálculo de las secciones del árbol transmisor

Material seleccionado: AISI 1018 CD

$$\text{Resistencia última } (S_u) = 81[Ksi]$$

$$\text{Resistencia a la fluencia } (S_y) = 70[Ksi]$$

* Cálculo para el diseño estático del árbol:

$$\text{Torque aplicado al eje } (T) = 460.82[lbf \cdot plg]$$

Torques y Momentos flectores aplicados en las secciones del eje (M_x):

$$T_A = 0.00[lbf \cdot plg] \quad ; \quad M_A = 398.28[lbf \cdot plg]$$

$$T_B = -460.82[lbf \cdot plg] \quad ; \quad M_B = 1150.60[lbf \cdot plg]$$

$$T_C = 460.82[lbf \cdot plg] \quad ; \quad M_C = 1725.90[lbf \cdot plg]$$

$$T_D = 460.82[lbf \cdot plg] \quad ; \quad M_D = 1947.17[lbf \cdot plg]$$

$$T_E = 460.82[lbf \cdot plg] \quad ; \quad M_E = 1371.87[lbf \cdot plg]$$

Factor seguridad ($F.S.$) = 2.5 \rightarrow impuesto por diseño (Shigley, Tabla 1-1, pág.25)

$$\text{Diámetro calculado de sección } (\phi \text{ cálculo}_x) = \left[\frac{32 * F.S.}{\pi * S_y} * \sqrt{T^2 + M^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Ec. 4.2.31})$$

$$\phi \text{ cálculo}_A = 0.53[plg] \approx 13.34[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_B = 0.77[plg] \approx 19.48[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_C = 0.87[plg] \approx 22.00[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_D = 0.90[plg] \approx 22.85[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_E = 0.81[plg] \approx 20.51[mm]$$

Diámetros definidos en función de los cambios de sección (ϕ sección_x):

$$\phi \text{ sección}_A = 16.00[\text{mm}] \approx 0.63[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_B = 20.00[\text{mm}] \approx 0.79[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_C = 25.00[\text{mm}] \approx 0.98[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_D = 23.00[\text{mm}] \approx 0.91[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_E = 21.00[\text{mm}] \approx 0.83[\text{plg}]$$

CONCLUSIÓN: se determinan por cálculo los diámetros señalados anteriormente sin embargo, no se consideran como los diámetros definitivos en vista de su dependencia del estudio de fatiga, del análisis de deflexiones de los programas AXCOM, COSMOS y de las especificaciones de los cojinetes existentes en el mercado.

**Cálculo para el diseño a fatiga del árbol (TECM) y Soderberg :*

Diámetros mayor y menor en el tramo del eje ($D_{x-y}; d_{x-y}$):

$$D_{A-B} = 0.79[\text{plg}] \quad ; \quad d_{A-B} = 0.63[\text{plg}]$$

$$D_{B-C} = 0.98[\text{plg}] \quad ; \quad d_{B-C} = 0.79[\text{plg}]$$

$$D_{C-D} = 0.98[\text{plg}] \quad ; \quad d_{C-D} = 0.91[\text{plg}]$$

$$D_{D-E} = 0.91[\text{plg}] \quad ; \quad d_{D-E} = 0.83[\text{plg}]$$

$$D_E = 0.83[\text{plg}] \quad ; \quad d_E = 0.83[\text{plg}]$$

Radio de curvatura en los cambios de sección (r_{x-y}) = 0.05[plg] \rightarrow impuesto para todas las secciones.

Relación D/d (D_{x-y}/d_{x-y}); relación r/d (r_{x-y}/d_{x-y}):

$$D_{A-B}/d_{A-B} = 1.25 \quad ; \quad r_{A-B}/d_{A-B} = 0.08$$

$$D_{B-C}/d_{B-C} = 1.25 \quad ; \quad r_{B-C}/d_{B-C} = 0.06$$

$$D_{C-D}/d_{C-D} = 1.09 \quad ; \quad r_{C-D}/d_{C-D} = 0.06$$

$$D_{D-E}/d_{D-E} = 1.10 \quad ; \quad r_{D-E}/d_{D-E} = 0.06$$

$$D_E/d_E = 1.00 \quad ; \quad r_E/d_E = 0.06$$

Factor geométrico de concentración de esfuerzos por flexión (Kt_{x-y}):

\rightarrow (ver Norton pág.1006, Apéndice E - 2)

$$Kt_{A-B} = 1.75; \quad Kt_{B-C} = 1.90; \quad Kt_{C-D} = 1.80;$$

$$Kt_{D-E} = 1.80; \quad Kt_E = 1.45$$

*Factor sensibilidad del material en cambio de sección (q) = 0.74**

***(*ver Norton pág.392, Fig. 6 - 36)*

Factor de concentración de esfuerzos por flexión para fatiga (Kf_{x-y}):

$$\rightarrow Kf_{x-y} = 1 + q(Kt_{x-y} - 1) \quad (\text{Ec. 4.2.32})$$

$$Kf_{A-B} = 1.56; \quad Kf_{B-C} = 1.67; \quad Kf_{C-D} = 1.59;$$

$$Kf_{D-E} = 1.59; \quad Kf_E = 1.33$$

Factor geométrico de concentración de esfuerzos por torsión (Kts_{x-y}):

\rightarrow (ver Norton pág.1007, Apéndice E - 3)

$$Kts_{A-B} = 1.55; \quad Kts_{B-C} = 1.90; \quad Kts_{C-D} = 1.80;$$

$$Kts_{D-E} = 1.80; \quad Kts_E = 1.90$$

Factor de concentración de esfuerzos por torsión para fatiga (Kfs_{x-y}):

$$\rightarrow Kfs_{x-y} = 1 + q(Kts_{x-y} - 1) \quad (\text{Ec. 4.2.33})$$

$$Kfs_{A-B} = 1.41; \quad Kfs_{B-C} = 1.67; \quad Kfs_{C-D} = 1.59;$$

$$Kfs_{D-E} = 1.59; \quad Kfs_E = 1.67$$

Factor de corrección por carga (Kw) = 0.577 \rightarrow (ver Norton pág.376)

Factor de corrección de temperatura ($Ktemp$) = 1.00 \rightarrow (Norton pág.381, $T < 450^\circ\text{C}$)

Factor de corrección por confiabilidad 99% (Kc) = 0.814 \rightarrow (ver Norton pág.381,

Tabla 6-4)

Factor de corrección por tamaño (Ks_{x-y}):

$$\rightarrow Ks_{x-y} = 0.869 * \phi \text{ sección }_x$$

$$Ks_{A-B} = 0.909; \quad Ks_{B-C} = 0.889; \quad Ks_{C-D} = 0.877;$$

$$Ks_{D-E} = 0.885; \quad Ks_E = 0.885$$

Factor de corrección por superficie (Ka): \rightarrow (ver Norton pág.378, Tabla 6-3)

$$\rightarrow Ka = 2.7 * Su[Ksi]^{-0.265} = 0.843 \quad (\text{Ec. 4.2.34})$$

Límite de resistencia teórico (Se') = $0.5 * Su = 40.5[Ksi]$ (Ec. 4.2.35)

Límite de resistencia corregido (Se_{x-y}):

$$\rightarrow Se_{x-y} = Kw * Ktemp * Kc * Ks_{x-y} * Ka * Se' \quad (\text{Ec. 4.2.36})$$

$$Se_{A-B} = 14.57[Ksi]; \quad Se_{B-C} = 14.26[Ksi]; \quad Se_{C-D} = 14.06[Ksi];$$

$$Se_{D-E} = 14.19[Ksi]; \quad Se_E = 14.19[Ksi]$$

Momento máximo aplicado en las secciones ($Mmáx_{x-y}$) [lbf .plg]:

$$Mmáx_{A-B} = 398.28; \quad Mmáx_{B-C} = 1150.60; \quad Mmáx_{C-D} = 1725.90;$$

$$Mmáx_{D-E} = 1947.17; \quad Mmáx_E = 1371.87$$

Momento mínimo aplicado en las secciones ($Mmín_{x-y}$) [lbf .plg]:

$$Mmín_{A-B} = -398.28; \quad Mmín_{B-C} = -1150.60; \quad Mmín_{C-D} = -1725.90;$$

$$Mmín_{D-E} = -1947.17; \quad Mmín_E = -1371.87$$

Momento medio aplicado (Mm_{x-y}) [lbf .plg]:

$$\rightarrow Mm_{x-y} = \frac{Mmáx_{x-y} + Mmín_{x-y}}{2} \quad (Ec. 4.2.37)$$

$$Mm_{A-B} = 0.00; \quad Mm_{B-C} = 0.00; \quad Mm_{C-D} = 0.00;$$

$$Mm_{D-E} = 0.00; \quad Mm_E = 0.00$$

Momento alternativo aplicado ($Mm_{x-y\text{Diámetros}}$) [lbf .plg]:

$$\rightarrow Ma_{x-y} = \frac{Mmáx_{x-y} - Mmín_{x-y}}{2} \quad (Ec. 4.2.38)$$

$$Ma_{A-B} = 398.28; \quad Ma_{B-C} = 1150.60; \quad Ma_{C-D} = 1725.90;$$

$$Ma_{D-E} = 1947.17; \quad Ma_E = 1371.87$$

Torque máx. aplic. secciones [lbf .plg] ($Tmáx_{C-D,D-E,E}$) = 460.82; $Tmáx_{B-C} = -460.82$

$$Tmáx_{A-B} = 0.00$$

Torque mín. aplic. secciones [lbf .plg] ($Tmín_{C-D,D-E,E}$) = 460.82; $Tmín_{B-C} = -460.82$

$$Tmín_{A-B} = 0.00$$

Torque medio aplic. [lbf .plg] ($Tm_{C-D,D-E,E}$) = 460.82; $Tm_{B-C} = -460.82$

$$Tm_{A-B} = 0.00$$

Torque alternativo aplicado ($Ta_{A-B,B-C,C-D,D-E,E}$) = 0.00[lbf .plg]

Factor de seguridad (F.S.) = 2.5

Diámetro calculado de la sección (ϕ cálculo_x):

$$\phi \text{ cálculo}_x = \left[\frac{32 * F.S.}{\pi * Sy} * \left[\sqrt{Tm_x^2 + Mm_x^2} + \frac{Sy}{Se} \sqrt{(Kf_{x-y} * Ma_{x-y})^2 + (Kfs_{x-y} * Ta_x)^2} \right] \right] \quad (Ec. 4.2.39)$$

$$\phi \text{ cálculo}_A = 1.03[plg] \approx 26.08[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_B = 1.53[plg] \approx 38.90[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_C = 1.73[plg] \approx 43.84[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_D = 1.79[plg] \approx 45.46[mm]$$

$$\phi \text{ cálculo}_E = 1.38[plg] \approx 35.02[mm]$$

Diámetros definidos en función de los cambios de sección (ϕ sección_x):

$$\phi \text{ sección}_A = 30.00[mm] \approx 1.18[plg]$$

$$\phi \text{ sección}_B = 39.00[mm] \approx 1.54[plg]$$

$$\phi \text{ sección}_C = 44.00[mm] \approx 1.73[plg]$$

$$\phi \text{ sección}_D = 46.00[mm] \approx 1.81[plg]$$

$$\phi \text{ sección}_E = 35.00[mm] \approx 1.38[plg]$$

CONCLUSIÓN. – *diámetros decididos con base al dimensionamiento de los cojinetes, y en conformidad con mayor exigencia de ambos diseños; tanto estático como fatiga (ϕ decididos). No son los diámetros definitivos del árbol porque son susceptibles al análisis de deflexiones mediante los programas computacionales AXCOM y COSMOS.*

4.2.5. ÁRBOL (EJE) PRINCIPAL PORTACUCHILLAS

Este importante mecanismo de la maquinaria está dividido en cuatro zonas importantes, para el cumplimiento efectivo de su función, la misma que trasciende en efectuar corte perpendicular al sentido de alimentación de los desperdicios; mediante la rotación de las cuchillas montadas en su cuerpo. Específicamente hablando, las zonas que forman este árbol de grandes proporciones son las siguientes: 1) Zona de ubicación de rodamiento y soporte (Fch3), 2) Zona de colocación del engranaje tipo carrete que permite la transferencia de marcha entre ambos juegos de engrane (Fe1 y Fe2), 3) Zona portacuchillas de corte y 4) Zona de ubicación de rodamiento y soporte (Fch4). En forma similar al árbol transmisor, para este elemento se tienen que distinguir diferentes casos; los cuales se presentan por el carácter alternable del engranaje tipo carrete (dos casos: marcha 1 o marcha 2). Cada caso, a su vez, presentan tres diferentes alternativas, en las que se analiza la posición de la carga de sometimiento (fuerza de corte necesaria para destruir el desecho más exigente); la misma que se puede localizar en cualquiera de los dos extremos o en el medio de la zona porta cuchillas de corte.

En definitiva, se presentan seis casos de análisis previa la realización del DCL, con los cuales se identifican las circunstancias posibles de existencia de cargas externas en el árbol portacuchillas principal, y para cada una se efectúa el estudio de las deflexiones en el (*Anexo 2 y 3 – Análisis AXCOM y COSMOS*).

Al igual que en el caso del transmisor, se presenta el cuadro de síntesis para cálculo de secciones en las **Tablas C8 y C9**.

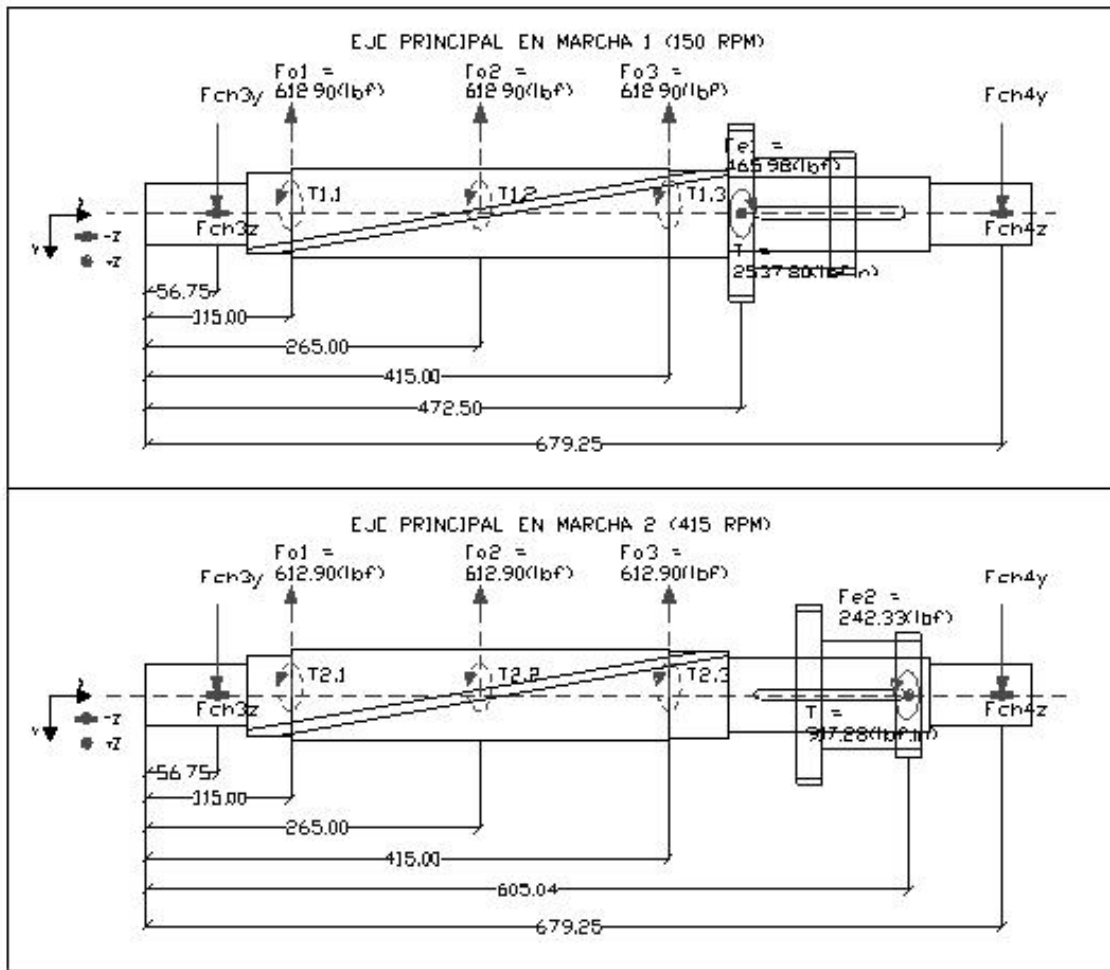


Figura 4.7. Diagrama de cuerpo libre del eje principal portacuchillas (DCL).

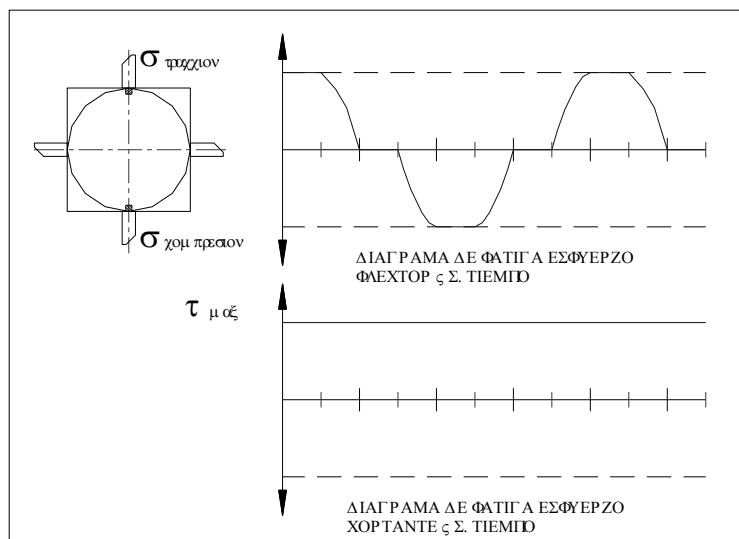


Figura 4.8. Ciclos de fatiga.

Puntualizado el diagrama de cuerpo libre, es preciso calcular los valores de los apoyos de los rodamientos; con los cuales se llega a determinar la totalidad de las fuerzas interactuantes en el árbol. A partir de este nuevo conocimiento, se concentra la ingeniería en la consecución de los diámetros de las secciones; a sabiendas de que en la zona portacuchillas la sección del cuerpo será cuadrangular (para la colocación inclinada de las cuchillas de corte), en lugar de una sección circular; sin embargo, para efectos de cálculos se analizará la sección circular circunscrita en la cuadrangular.

El acero empleado para el material de partida del árbol principal será el mismo para este nuevo caso; es decir, el SAE 1018 CD brindará en el diseño y la construcción su facultad de tenacidad.

Esquema de cálculos de fuerzas, árbol portacuchillas

*Cálculo de fuerzas y D.C.L. del eje corte principal (picador)

1. Para el engranaje 1 (máquina trabajando a 150 rpm)

CASO 1:

EJE X, Y:

$$\sum Fy = 0;$$

$$Fch3y - Fa1 + Fch4y = 0$$

$$\sum Mch3 = 0;$$

$$-58 * Fa1 + 623 * Fch4y = 0$$

Despejando $Fch4y$ y reemplazando valores:

$$\Rightarrow Fch4y = \frac{612.90 * 58}{623} = 57.06[lbf] \approx 253.82[N]$$

\therefore Reemplazando $Fch4y$ y despejando $Fch3y$ se obtiene:

$$\Rightarrow Fch3y = 612.90 - 57.06 = \underline{\underline{555.84[lbf] \approx 2472.50[N]}}$$

CASO 2:

$$\sum Fy = 0;$$

$$Fch3y - Fa2 + Fch4y = 0$$

$$\sum Mch3 = 0;$$

$$-208 * Fa2 + 623 * Fch4y = 0$$

Despejando $Fch4y$ y reemplazando valores:

$$\Rightarrow Fch4y = \frac{612.90 * 208}{623} = 204.63[lbf] \approx 910.24[N]$$

\therefore Reemplazando F_{ch4y} y despejando F_{ch3y} se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch3y} = 612.90 - 204.63 = 408.27[lbf] \approx 1816.08[N]$$

CASO 3:

$$\sum F_y = 0;$$

$$F_{ch3y} - F_{a3} + F_{ch4y} = 0$$

$$\sum M_{ch3} = 0;$$

$$-358 * F_{a3} + 623 * F_{ch4y} = 0$$

Despejando F_{ch4y} y reemplazando valores :

$$\Rightarrow F_{ch4y} = \frac{612.90 * 358}{623} = \underline{\underline{352.20[lbf] \approx 1566.66[N]}}$$

\therefore Reemplazando F_{ch4y} y despejando F_{ch3y} se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch3y} = 612.90 - 352.20 = 260.70[lbf] \approx 1159.65[N]$$

EJE X, Z:

$$\sum F_z = 0;$$

$$-F_{ch3z} + F_{e1} - F_{ch4z} = 0$$

$$\sum M_{ch3z} = 0;$$

$$-416 * F_{e1} + 623 * F_{ch4z} = 0$$

Despejando F_{ch4z} y reemplazando valores :

$$\Rightarrow F_{ch4z} = \frac{465.98 * 416}{623} = \underline{\underline{311.15[lbf] \approx 1384.06[N]}}$$

\therefore Reemplazando F_{ch4z} y despejando F_{ch3z} se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch3z} = 465.98 - 311.15 = \underline{\underline{154.83[lbf] \approx 688.72[N]}}$$

2. Para el engranaje 2 (máquina trabajando a 415 rpm)

CASO 1:

EJE X, Y:

$$\sum F_y = 0;$$

$$F_{ch3y} - F_{a1} + F_{ch4y} = 0$$

$$\sum M_{ch3} = 0;$$

$$-58 * F_{a1} + 623 * F_{ch4y} = 0$$

Despejando F_{ch4y} y reemplazando valores :

$$\Rightarrow F_{ch4y} = \frac{612.90 * 58}{623} = 57.06[lbf] \approx 253.82[N]$$

\therefore Reemplazando F_{ch4y} y despejando F_{ch3y} se obtiene :

$$\Rightarrow F_{ch3y} = 612.90 - 57.06 = \underline{\underline{555.84[lbf] \approx 2472.50[N]}}$$

CASO 2:

$$\sum F_y = 0;$$

$$F_{ch3y} - F_{a2} + F_{ch4y} = 0$$

$$\sum M_{ch3} = 0;$$

$$-208 * F_{a2} + 623 * F_{ch4y} = 0$$

Despejando F_{ch4y} y reemplazando valores:

$$\Rightarrow F_{ch4y} = \frac{612.90 * 208}{623} = 204.63[lbf] \approx 910.24[N]$$

\therefore Reemplazando F_{ch4y} y despejando F_{ch3y} se obtiene:

$$\Rightarrow F_{ch3y} = 612.90 - 204.63 = 408.27[lbf] \approx 1816.08[N]$$

CASO 3:

$$\sum F_y = 0;$$

$$F_{ch3y} - F_{a1} + F_{ch4y} = 0$$

$$\sum M_{ch3y} = 0;$$

$$-358 * F_{a1} + 623 * F_{ch4y} = 0$$

Despejando F_{ch4y} y reemplazando valores:

$$\Rightarrow F_{ch4y} = \frac{612.90 * 358}{623} = 352.20[lbf] \approx 1566.66[N]$$

\therefore Reemplazando F_{ch4y} y despejando F_{ch3y} se obtiene:

$$\Rightarrow F_{ch3y} = 612.90 - 352.20 = 260.70[lbf] \approx 1159.65[N]$$

EJE X, Z:

$$\sum F_z = 0;$$

$$-F_{ch3z} + F_{e2} - F_{ch4z} = 0$$

$$\sum M_{ch3z} = 0;$$

$$-548 * F_{e2} + 623 * F_{ch4z} = 0$$

Despejando F_{ch4z} y reemplazando valores:

$$\Rightarrow F_{ch4z} = \frac{242.33 * 548}{623} = 213.16[lbf] \approx 948.18[N]$$

\therefore Reemplazando F_{ch4z} y despejando F_{ch3z} se obtiene:

$$\Rightarrow F_{ch3z} = 242.33 - 213.16 = 29.17[lbf] \approx 129.75[N]$$

Cálculo de las secciones del árbol portacuchillas

Material seleccionado: AISI 1018 CD

Resistencia última (S_u) = 81[Ksi]

Resistencia a la fluencia (S_y) = 70[Ksi]

*Cálculo para el diseño estático del árbol:

Torque aplicado al eje (T_x):

Momentos flectores aplicados en las secciones del eje (M_x):

$$\begin{aligned} T_F &= 0.00[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_F &= 398.28[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \\ T_G &= 0.00[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_G &= 885.08[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \\ T_H &= 2537.80[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_H &= 3009.26[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \\ T_I &= -2537.80[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_I &= 3009.26[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \\ T_J &= -2537.80[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_J &= 3009.26[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \\ T_K &= 0.00[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] & ; & & M_K &= 752.31[\text{lb}f \cdot \text{pl}g] \end{aligned}$$

Factor de seguridad ($F.S.$) = 2.5 \rightarrow impuesto por diseño (Shigley, Tabla 1-1, pág.25)

$$\text{Diámetro calculado de sección } (\phi \text{ cálculo}_x) = \left[\frac{32 * F.S.}{\pi * S_y} * \sqrt{T^2 + M_x^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Ec. 4.2.40})$$

$$\phi \text{ cálculo}_F = 0.53[\text{pl}g] \approx 13.34[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_G = 0.69[\text{pl}g] \approx 17.41[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_H = 1.13[\text{pl}g] \approx 28.63[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_I = 1.13[\text{pl}g] \approx 28.63[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_J = 1.13[\text{pl}g] \approx 28.63[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_K = 0.65[\text{pl}g] \approx 16.49[\text{mm}]$$

Diámetros definidos en función de los cambios de sección (ϕ sección $_x$):

$$\phi \text{ sección}_F = 20.00[\text{mm}] \approx 0.79[\text{pl}g]$$

$$\phi \text{ sección}_G = 25.00[\text{mm}] \approx 0.98[\text{pl}g]$$

$$\phi \text{ sección}_H = 29.00[\text{mm}] \approx 1.14[\text{pl}g]$$

$$\phi \text{ sección}_I = 30.00[\text{mm}] \approx 1.18[\text{pl}g]$$

$$\phi \text{ sección}_J = 29.00[\text{mm}] \approx 1.14[\text{pl}g]$$

$$\phi \text{ sección}_K = 25.00[\text{mm}] \approx 0.98[\text{pl}g]$$

CONCLUSIÓN: se determinan por cálculo los diámetros señalados anteriormente sin embargo, no se consideran como los diámetros definitivos en vista de su dependencia del estudio de fatiga, el análisis de deflexiones de los programas AXCOM, COSMOS y de las especificaciones de los cojinetes existentes en el mercado.

*Cálculo para el diseño a fatiga del árbol (TECM) y Soderberg :

Diámetros mayor y menor en el tramo del eje (D_{x-y} ; d_{x-y}):

$$D_{F-G} = 0.98[plg] \quad ; \quad d_{F-G} = 0.79[plg]$$

$$D_{G-H} = 1.22[plg] \quad ; \quad d_{G-H} = 0.98[plg]$$

$$D_{H-I} = 1.26[plg] \quad ; \quad d_{H-I} = 1.22[plg]$$

$$D_{I-J} = 1.26[plg] \quad ; \quad d_{I-J} = 1.22[plg]$$

$$D_{J-K} = 1.22[plg] \quad ; \quad d_{J-K} = 0.98[plg]$$

$$D_K = 0.98[plg] \quad ; \quad d_K = 0.98[plg]$$

Radio de curvatura en los cambios de sección (r_{x-y}) = 0.05[plg] → impuesto
para todas las secciones.

Relación D/d (D_{x-y}/d_{x-y}); relación r/d (r_{x-y}/d_{x-y}):

$$D_{F-G}/d_{F-G} = 1.25 \quad ; \quad r_{F-G}/d_{F-G} = 0.06$$

$$D_{G-H}/d_{G-H} = 1.24 \quad ; \quad r_{G-H}/d_{G-H} = 0.05$$

$$D_{H-I}/d_{H-I} = 1.03 \quad ; \quad r_{H-I}/d_{H-I} = 0.04$$

$$D_{I-J}/d_{I-J} = 1.03 \quad ; \quad r_{I-J}/d_{I-J} = 0.04$$

$$D_{J-K}/d_{J-K} = 1.24 \quad ; \quad r_{J-K}/d_{J-K} = 0.05$$

$$D_K/d_K = 1.00 \quad ; \quad r_K/d_K = 0.05$$

Factor geométrico de concentración de esfuerzos por flexión (Kt_{x-y}):

→ (ver Norton pág.1006, Apéndice E - 2)

$$Kt_{F-G} = 1.90; \quad Kt_{G-H} = 2.00; \quad Kt_{H-I} = 1.80;$$

$$Kt_{I-J} = 1.80; \quad Kt_{J-K} = 2.00; \quad Kt_K = 1.50$$

Factor sensibilidad del material en cambio de sección (q) = 0.74*

“(ver Norton pág.392, Fig. 6-36)

Factor de concentración de esfuerzos por flexión para fatiga (Kf_{x-y}):

$$\rightarrow Kf_{x-y} = 1 + q(Kt_{x-y} - 1) \quad (Ec. 4.2.41)$$

$$Kf_{F-G} = 1.67; \quad Kf_{G-H} = 1.74; \quad Kf_{H-I} = 1.59;$$

$$Kf_{I-J} = 1.59; \quad Kf_{J-K} = 1.74; \quad Kf_K = 1.37$$

Factor geométrico de concentración de esfuerzos por torsión (Kts_{x-y}):

→ (ver Norton pág.1007, Apéndice E - 3)

$$Kts_{F-G} = 1.55; \quad Kts_{G-H} = 1.65; \quad Kts_{H-I} = 1.25;$$

$$Kts_{I-J} = 1.25; \quad Kts_{J-K} = 1.65; \quad Kts_K = 1.20$$

Factor de concentración de esfuerzos por torsión para fatiga (Kfs_{x-y}):

$$\rightarrow Kfs_{x-y} = 1 + q(Kts_{x-y} - 1) \quad (Ec. 4.2.42)$$

$$Kfs_{F-G} = 1.41; \quad Kfs_{G-H} = 1.48; \quad Kfs_{H-I} = 1.19;$$

$$Kfs_{I-J} = 1.19; \quad Kfs_{J-K} = 1.48; \quad Kfs_K = 1.15$$

Factor de corrección por carga (K_w) = 0.577 → (ver Norton pág.376)

Factor de corrección de temperatura (K_{temp}) = 1.00 → (Norton pág.381, $T < 450^\circ\text{C}$)

Factor de corrección por confiabilidad 99% (K_c) = 0.814 → (ver Norton pág.381,

Tabla 6-4)

Factor de corrección por tamaño ($K_{s_{x-y}}$):

$$\rightarrow K_{s_{x-y}} = 0.869 * \phi \text{ sección}_x \quad (\text{Ec. 4.2.43})$$

$$K_{s_{F-G}} = 0.889; \quad K_{s_{G-H}} = 0.870; \quad K_{s_{H-I}} = 0.852;$$

$$K_{s_{I-J}} = 0.852; \quad K_{s_{J-K}} = 0.870; \quad K_{s_K} = 0.870$$

Factor de corrección por superficie (K_a): → (ver Norton pág.378, Tabla 6-3)

$$\rightarrow K_a = 2.7 * Su[Ksi]^{-0.265} = 0.843 \quad (\text{Ec. 4.2.44})$$

Límite de resistencia teórico (Se') = $0.5 * Su = 40.5[Ksi]$ (Ec. 4.2.45)

Límite de resistencia corregido (Se_{x-y}):

$$\rightarrow Se_{x-y} = K_w * K_{temp} * K_c * K_{s_{x-y}} * K_a * Se' \quad (\text{Ec. 4.2.46})$$

$$Se_{F-G} = 14.26[Ksi]; \quad Se_{G-H} = 13.95[Ksi]; \quad Se_{H-I} = 13.66[Ksi];$$

$$Se_{I-J} = 13.67[Ksi]; \quad Se_{J-K} = 13.95[Ksi]; \quad Se_K = 13.95[Ksi]$$

Momento máximo aplicado en las secciones ($Mmáx_{x-y}$) [lbf.plg]:

$$Mmáx_{F-G} = 442.54; \quad Mmáx_{G-H} = 1239.11; \quad Mmáx_{H-I} = 4292.61;$$

$$Mmáx_{I-J} = 4292.61; \quad Mmáx_{J-K} = 4292.61; \quad Mmáx_K = 885.08]$$

Momento mínimo aplicado en las secciones ($Mmín_{x-y}$) [lbf.plg]:

$$Mmín_{F-G} = -442.54; \quad Mmín_{G-H} = -1239.11; \quad Mmín_{H-I} = -4292.61;$$

$$Mmín_{I-J} = -4292.61; \quad Mmín_{J-K} = -4292.61; \quad Mmín_K = -885.08$$

Momento medio aplicado (Mm_{x-y}) [lbf.plg]:

$$\rightarrow Mm_{x-y} = \frac{Mmáx_{x-y} + Mmín_{x-y}}{2} \quad (\text{Ec. 4.2.47})$$

$$Mm_{F-G} = 0.00; \quad Mm_{G-H} = 0.00; \quad Mm_{H-I} = 0.00;$$

$$Mm_{I-J} = 0.00; \quad Mm_{J-K} = 0.00; \quad Mm_K = 0.00$$

Momento alternativo aplicado ($Mm_{x-y \text{ Diámetros}}$) [lbf.plg]:

$$\rightarrow Ma_{x-y} = \frac{Mmáx_{x-y} - Mmín_{x-y}}{2} \quad (\text{Ec. 4.2.48})$$

$$Ma_{F-G} = 442.54; \quad Ma_{G-H} = 1239.11; \quad Ma_{H-I} = 4292.61;$$

$$Ma_{I-J} = 4292.61; \quad Ma_{J-K} = 4292.61; \quad Ma_K = 885.08$$

Torque máx. aplic. secciones [lbf .plg] ($Tm_{F-G,G-H,K}^{máx} = 0.00$; $Tm_{I-J,J-K}^{máx} = -2537.80$)

$$Tm_{H-I}^{máx} = 2537.80$$

Torque mín. aplic. secciones [lbf .plg] ($Tm_{F-G,G-H,K}^{mín} = 0.00$; $Tm_{I-J,J-K}^{mín} = -2537.80$)

$$Tm_{H-I}^{mín} = 2537.80$$

Torque medio aplic. [lbf .plg] ($Tm_{F-G,G-H,K} = 0.00$; $Tm_{I-J,J-K} = -2537.80$)

$$Tm_{H-I} = 2537.80$$

Torque alternativo aplicado ($Ta_{F-G,G-H,H-I,I-J,J-K,K} = 0.00$ [lbf .plg])

Factor de seguridad (F.S.) = 2.5

Diámetro calculado de la sección (ϕ cálculo_x):

$$\phi \text{ cálculo}_x = \left[\frac{32 * F.S.}{\pi * Sy} * \left[\sqrt{Tm_x^2 + Mm_x^2} + \frac{Sy}{Se} \sqrt{(Kf_{x-y} * Ma_{x-y})^2 + (Kfs_{x-y} * Ta_x)^2} \right] \right] \quad (\text{Ec. 4.2.49})$$

$$\phi \text{ cálculo}_F = 1.10[\text{plg}] \approx 27.84[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_G = 1.58[\text{plg}] \approx 40.10[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_H = 2.39[\text{plg}] \approx 60.72[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_I = 2.39[\text{plg}] \approx 60.71[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_J = 2.44[\text{plg}] \approx 62.02[\text{mm}]$$

$$\phi \text{ cálculo}_K = 1.30[\text{plg}] \approx 33.10[\text{mm}]$$

Diámetros definidos en función de los cambios de sección (ϕ sección_x):

$$\phi \text{ sección}_F = 37.00[\text{mm}] \approx 1.46[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_G = 48.00[\text{mm}] \approx 1.89[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_H = 62.00[\text{mm}] \approx 2.44[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_I = 63.00[\text{mm}] \approx 2.48[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_J = 62.00[\text{mm}] \approx 2.44[\text{plg}]$$

$$\phi \text{ sección}_K = 48.00[\text{mm}] \approx 1.89[\text{plg}]$$

CONCLUSIÓN. – diámetros decididos con base al dimensionamiento de los cojinetes, y en conformidad con la mayor exigencia de ambos diseños; tanto estático como a fatiga (ϕ decididos). No son los diámetros definitivos del árbol porque son susceptibles al análisis de deflexiones mediante los programas computacionales AXCOM y COSMOS.

4.2.6. COJINETES Y SOPORTES

Estos mecanismos de apoyo que sujetan a los ejes en el bastidor son seleccionados sobre la base de los diámetros calculados de cada árbol. Es necesario conocer la carga más crítica aplicada sobre cada uno de los rodamientos (en conformidad con los casos y DCL's de los ejes) e imponer un tiempo de vida justificado, para efectuar los cálculos con previo conocimiento de las condiciones de diseño y durabilidad.

Los soportes de cada cojinete se seleccionarán en conformidad con las especificaciones de los fabricantes (SKF o FAG), sin descuidar las limitadas alternativas de espacio que sugiere una caja de rectora.

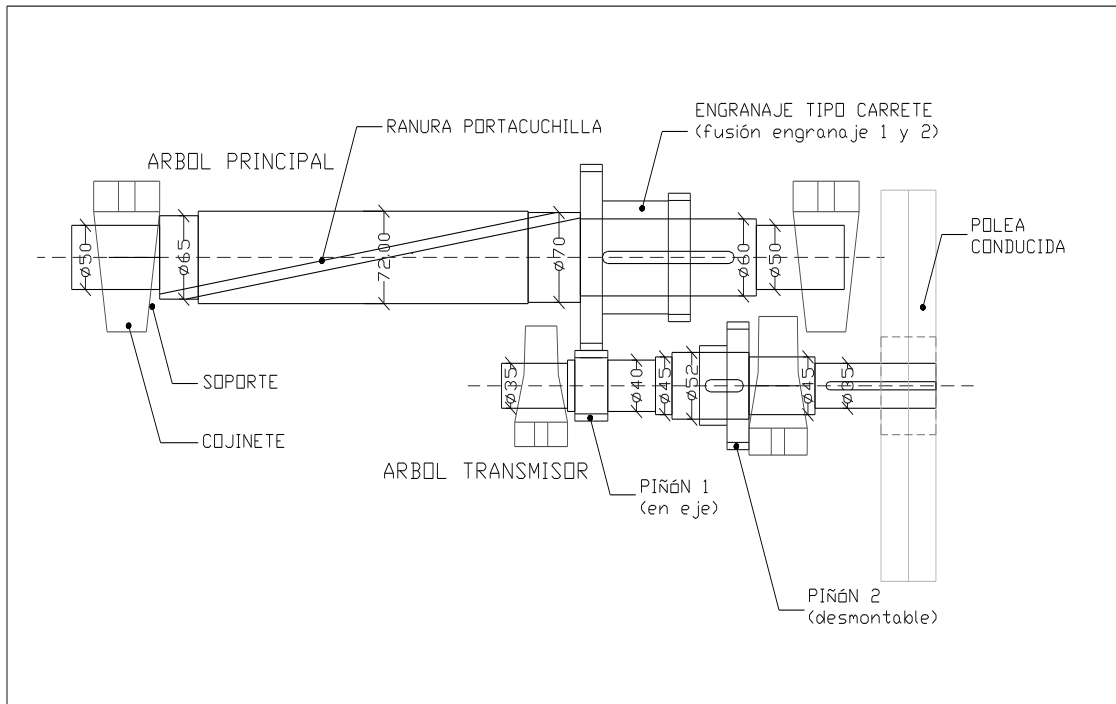


Figura 4.9. Esquema de montaje de cojinetes y soportes en caja reductora.

El ejemplo del cálculo para el diseño y la selección de estos elementos se presenta en seguida, y el cuadro de iteraciones para la aprobación se presenta en la **Tabla C10 y C11**.

Esquema de cálculos de rodamientos y soportes, caso particular:

Árbol transmisor, ϕ 35 mm.

$$\begin{aligned} \text{Carga crítica aplicada en cojinetes } (Fch_{1z}) &= \sqrt{(Fch_{1y})^2 + (Fch_{1z})^2} \quad (\text{Ec. 4.2.50}) \\ &= \sqrt{(1046.04)^2 + (1650.16)^2} = 1953.77[N] \end{aligned}$$

90% de confiabilidad en el diseño $\rightarrow R = 0.90$

Vida nominal establecida para el diseño (L_d) = 2500[horas] \rightarrow (obtenido con iteraciones)

$$\text{Vida estimada en años} = \frac{L_d}{nd * ds * sa} = 12.50 \approx 13[\text{años}] \quad (\text{Ec. 4.2.51})$$

Donde:

nd : número de horas por día de trabajo = 2[horas]

ds : días de trabajo por semana = 2[días]

sa : semanas de trabajo por año = 50[semanas]

Valor cte. de la vida nominal (L_r) = 3000; L_{10} a 500 [rpm] \rightarrow TIMKEN

ENGINEERING JOURNAL

Velocidad angular real del eje (nd) = 415[rpm]

Valor cte. velocidad angular nominal (nr) = 500[rpm]

Factor por tipo de cojinete (a) = 3 \rightarrow cojinete de bolas

Factor aplic. cargas (F_c) = 1.50 \rightarrow impacto moderado (Shigley, Tabla 11-5, pág.711)

$$\begin{aligned} \text{Carga radial nominal cojinete } (Cr) &= \frac{Ca}{1000 * F_c} * \left[\left(\frac{L_d}{L_r} \right) * \left(\frac{nd}{nr} \right) * \left(\frac{1}{6.84} \right) \right]^{\frac{1}{a}} * \frac{1}{\left[\ln \left(\frac{1}{R} \right) \right]^{\frac{1}{1.17 * a}}} \\ & \quad (\text{Ec. 4.2.52}) \end{aligned}$$

$$Cr = 2592.30[N]$$

Capacidad carga dinámica cojinete (C_{din}) = 12200* [N] \rightarrow Catálogo SKF

(* rodamiento tipo 6007)

Aceptación criterio de diseño $\rightarrow Cr \leq C_{din}$

El rodamiento 6007 cumple con la demanda; sin embargo se conoce que excede considerablemente el valor calculado pero se acepta por ser el más común y apropiado para soportes de piso.

\therefore Cojinete escogido para eje de 35[mm] \Rightarrow 6007

4.2.7. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE VELOCIDAD

Este mecanismo conformado por componentes básicos, no amerita cálculo de ingeniería para su diseño; mas las únicas condicionantes que estipula son espacio, comodidad y funcionalidad. Los componentes de este conjunto son:

- a) *Camisa para buje de bronce.*- necesario para brindar mayor resistencia al buje y acoplar el mismo en la palanca de transferencia. Fabricado a partir de acero AISI 1040.
- b) *Buje de bronce.*- es el elemento que se encuentra en contacto directo con el engranaje tipo carrete, permitiéndole el desplazamiento requerido para alternar las velocidades. Pieza elaborada en bronce fosfórico.
- c) *Palanca de transferencia con pivote y seguro.*- la palanca de transferencia es el instrumento que relaciona la fuerza de accionamiento manual (operador) con el desplazamiento del engranaje. La función pivote es provocar un momento ante la presencia de una fuerza externa que; en este caso, es la fuerza del trabajador al demandar el cambio de velocidad. De esta manera, se genera el trabajo de transferencia y el engrane se coloca en la nueva posición. El material en el que está desarrollado este elemento es acero A36.

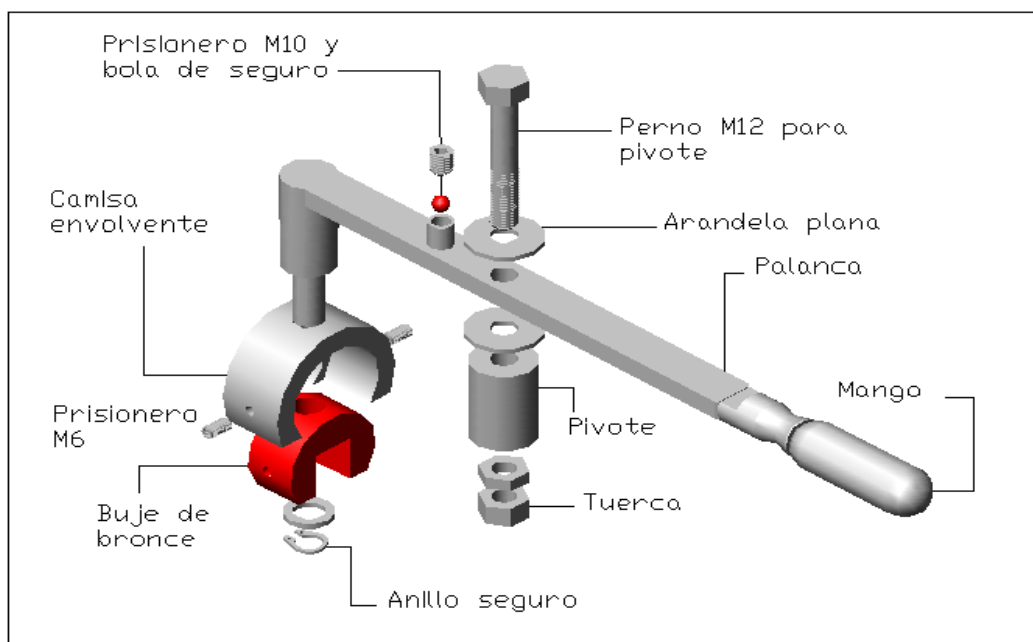


Figura 4.10. Esquema de montaje en mecanismo de transferencia de cambios.

4.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CORTE

El sistema de corte es el protagonista del diseño, pues es en definitiva quien proporciona la capacidad de procesamiento y destrucción de desechos a la maquinaria. Este organismo mecánico depende en su totalidad del acertado desempeño que desarrolle el sistema de transmisión principal, porque éste proporciona el torque y la potencia necesarios para someter los desperdicios de empaque en tiempos de destrucción acelerados. La condición del corte se rige por la orientación con la que ingresen los desperdicios hacia la zona de picado, y por la disposición de las cuatro cuchillas rotativas montadas en el árbol principal y la cuchilla del yunque soportante. Este acomodo de mecanismos permite tramitar volúmenes considerables de demanda.

El sistema de corte se encuentra conformado por los siguientes constituyentes: 1) Zona de sección cuadrangular del árbol portacuchillas, 2) Elementos de sujeción y cuchillas rotativas, 3) Yunque soportante, 4) Elementos de sujeción y cuchilla fija.

4.3.1. ZONA SECCIÓN CUADRANGULAR DEL ÁRBOL PORTACUCHILLAS

Como se definió en la fase del cálculo de las flechas de los ejes, la forma geométrica de esta zona particular cumple con los criterios de diseño; es decir, la sección adoptada de 72.5 x 72.5 mm. tiene la suficiente inercia como para mantener límites de deflexión dentro de parámetros permisibles.

La original idea de maquinar esta sección en medio de todo el árbol, se concibe con la intención de colocar en ella las cuchillas rotativas con un ángulo de inclinación comprendido entre 10° - 12°, para motivar el efecto cizalla que reduce los esfuerzos y las cargas en los elementos del equipo. Las cuchillas se insertan en las ranuras inclinadas del prisma cuadrangular formado y presionadas hacia las paredes del canal mediante prisioneros.

La profundidad del canal de inserción se estima conveniente 25 mm. para provocar mayor capacidad de empotramiento a las herramientas de corte y

evitar al máximo esfuerzos flectores; por tal razón se detalla en el diagrama la ubicación, las proporciones y las formas geométricas de las piezas.

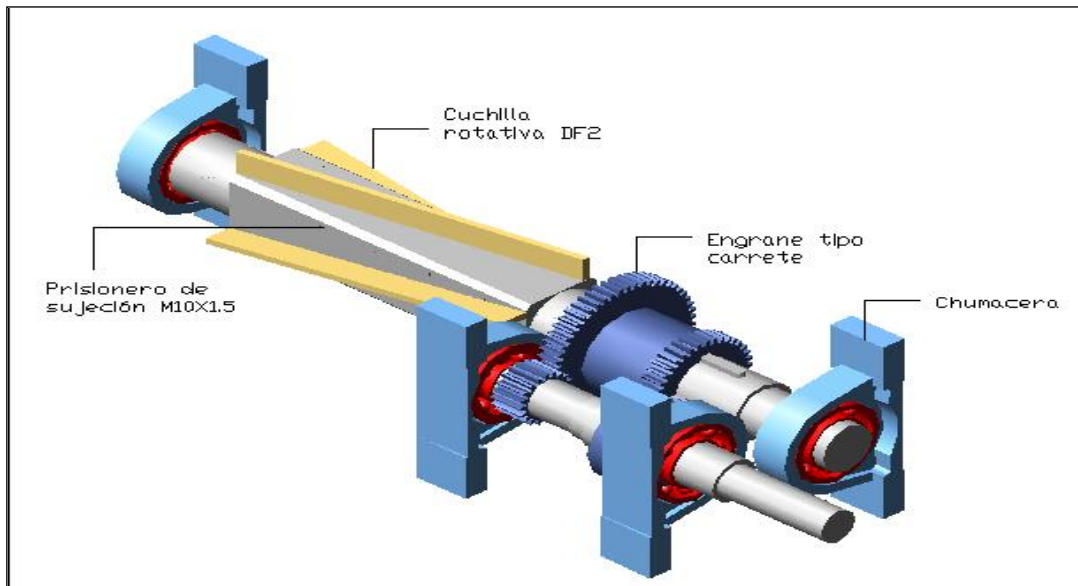


Figura 4.11. Esquema de montaje y ubicación de componentes en prisma cuadrangular del árbol principal.

4.3.2. ELEMENTOS DE SUJECIÓN Y CUCHILLAS ROTATIVAS

Los elementos de sujeción de cada cuchilla son 5 prisioneros de cabeza hueca aplanada de M10x1.5mm x 15mm de longitud, los cuales ingresan por los lados adyacentes a los de inserción de las cuchillas. Estas últimas tienen un espesor de 8mm y tienen un diseño particular adaptado a la disposición de los elementos de corte y apropiado para el principio de funcionamiento de la máquina.

Las cuatro están construidas en un acero para trabajo en frío DF2, cuya aleación con manganeso-cromo-tungsteno permite que pueda ser templable en aceite para uso general desde 830°C; obteniéndose una dureza de 62 HRC, ideal para las condiciones de corte por cizallado. El ángulo de alivio de ataque de 60° está concebido para evitar trepidación al roce con la cuchilla fija. El número de cuchillas rotativas (4) acopla acertadamente en la concepción del

diseño del árbol principal con una inclinación en referencia de la horizontal de 10 – 12°.

4.3.3. YUNQUE SOPORTANTE

Este elemento de soporte está diseñado para permitir el ensamblaje de la cuchilla fija (mediante pernos M8x1.25mm) y transmitir las cargas de aplicación y los momentos flectores generados hacia la mesa o base de soporte. Dicha base pertenece al bastidor, por cuanto los efectos de las cargas y los esfuerzos en la soldadura se explican a profundidad en el diseño del bastidor.

El yunque soportante posee un mecanismo de alineación (ver figura 4.12), con el cual se consigue ajustar el roce de las cuchillas rotativas con la cuchilla fija. Todo esto a manera de calibración dependiente de la resistencia y espesor del material de los desechos, y de la vida útil de las cuchillas.

La alineación se consigue mediante giros de ajuste o desajuste del par de pernos M12x1.75mm que controlan el recorrido del yunque al enroscarse o desenroscarse en las plaquitas posicionadoras, pero es necesario aflojar previamente las dos tuercas–seguros M10x1.5mm que impiden el libre desplazamiento del soportante sobre la base durante la operación.

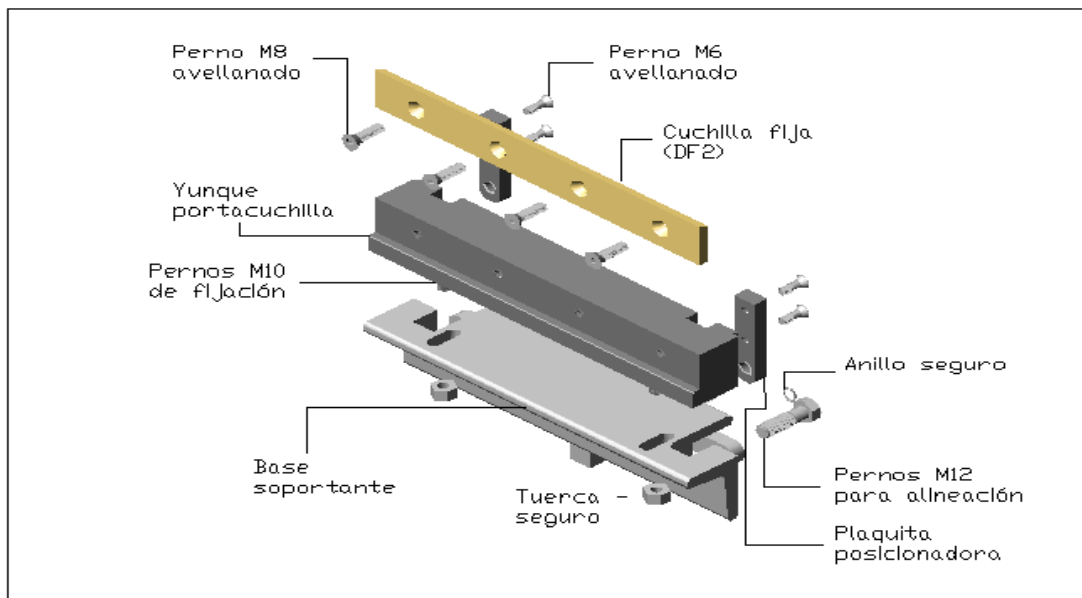


Figura 4.12. Disposición, montaje y sujeción de yunque y cuchilla.

Un acero A36 es seleccionado para su construcción, pues el elemento en sí prescinde de características especiales de tenacidad, por lo que no se muestra necesario la adjudicación de algún material en particular, sino que se remite a la utilización de provisiones de bodega de Mantenimiento.

De igual manera, los pernos, tuercas y seguros para el mecanismo de alineación tampoco muestran cálculos de respaldo por considerarse indiferentes de cargas críticas; sin embargo, son seleccionados bajo argumentos de funcionalidad y espacio.

4.3.4. ELEMENTOS DE SUJECIÓN Y CUCHILLA FIJA

Los elementos de sujeción lo conforman 4 pernos M8x1.25mm avellanados; los cuales se diseñaron a partir de la Teoría del Esfuerzo de Corte Máximo, mediante una suposición crítica en la que se asume que la carga de corte puede ser aplicada puntualmente sobre un solo perno y que la cuchilla no se encuentra apoyada completamente sobre el destaje del yunque; ya sea por imperfecciones entre las superficies de contacto o porque se prevé una reutilización de la cuchilla luego de un proceso de reafilado y maquinado, teniendo que acortar el tamaño de la altura de la misma. De esta manera, se describe el bosquejo del cálculo tramitado:

Cálculo del grado y tipo de pernos para la sujeción de la cuchilla fija.

Fuerza de sometimiento a efecto de corte (F_a) = 612.90[lbf] → proveniente de la demanda máxima estimada (rosca en tubos colapsibles).

→ Suponiendo utilización de pernos métricos de rosca gruesa de grado 4.6 (existentes en stock)

Esfuerzo de fluencia grado 4.8 (S_y) = 240[MPa] ≈ 35[Ksi]*

(ver Shigley, pág 477, Tabla 8–11)*

*Resistencia del material al corte (S_{sy}) = 0.5 * S_y = 17.5[Ksi] → *TECM* (Ec. 4.3.1)*

Factor de seguridad impuesto ($F.S.$) = 2

*Diám. requerido perno (ϕ_p) = $\sqrt{\frac{4 * F_a * F.S.}{S_{sy} * \pi}}$ = 0.2986[plg] ≈ 7.59[mm] (Ec. 4.3.2)*

CONCLUSIÓN: Se emplean pernos M8x1.25, grado 4.6, cabeza avellanada

Para el caso de la cuchilla fija, ésta estará conformada; al igual que en las cuchillas rotativas, de acero para trabajo en frío DF2, cuya aleación manganeso - cromo - tungsteno permite que pueda ser templable en aceite para uso general desde 830°C; obteniéndose una dureza de 62 HRC, ideal para las condiciones de corte por cizallado. El ángulo de inclinación estará comprendido entre 8 - 10°, por cuanto el ángulo de corte se complementa entre 80 - 82°.

4.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación permite el acceso de los desperdicios hacia la zona de destrucción. El diseño concebido (banda de alimentación, rodillo de arrastre y tolvas de alimentación) tramita cada despojo de manera moderada a través de una cama dosificadora en el un caso y con alimentación directa en el otro, lo cual fomenta una mejor gestión del equipo en vista de las variantes de las condiciones físicas en los diversos desperdicios.

Se ha dividido a este sistema de apoyo en tres subsistemas importantes, en los que se analizará con mayor detalle cada uno de los mecanismos componentes que motivan la función de alimentación.

4.4.1. BANDA DE ALIMENTACIÓN

Este conjunto de elementos es el encargado directo del traslado de los productos para destrucción. Está conformado por un grupo representativo de componentes mecánicos necesarios para motivar la función de transportación. Como criterio inicial de diseño, se ha promocionado una distancia de 1.00[m] entre centros de los pines deslizantes, a partir del cual se desarrollarán los cálculos pertinentes para cada mecanismo.

Con este precedente, a continuación se describe cada unos de los mecanismos pertenecientes a este subsistema y su respectivo diseño:

a. *Motorreductor impulsor de banda.*- este elemento eléctrico también ha sido adaptado al equipo en vista de su existencia en bodega de repuestos de Mantenimiento. Y se lo ha catalogado en función de parámetros esenciales para el procesamiento, tales como potencia y velocidad angular.

En el caso de la potencia, el motorreductor MARKTREWITZ/GAYERN – Serie No. 224006 / Tipo lo / D33 / A provee de una potencia de $\frac{3}{4}$ [hp] \approx 0.56 [Kw] con una eficiencia aproximada del 96%, para la transportación y el arrastre de los despojos; lo cual se considera suficiente en vista de que se tramitan cargas de peso y resistencia apenas ligeras en comparación al torque producido por el aparato motriz. Respecto de la velocidad angular, el valor de 80 [rpm], lo que permite un rapidez lineal de 12.57 [m/min] (estimación calculada con previo conocimiento del diámetro de los pines deslizantes – ver detalle del diámetro en el item d. Pero aún este valor se considera elevado, pues las expectativas para el parámetro de velocidad lineal están dentro del rango de 9 – 10 (m/min), en el cual se especula que el desecho de menor dimensión (ristra de 39 x 42 mm para muestras médicas) recibirá por lo menos dos cortes a lo largo de su menor medida (39 mm) en la velocidad más baja de corte (150 rpm). Este es el motivo por el cual se debe acondicionar un juego de poleas para reducir la velocidad lineal. No se consideran velocidades menores a 9(m/min) para evitar que el tamaño de las poleas sea grande. La conexión eléctrica que requiere el motor es de 220 V y 60 Hz. A seguir, se presenta el procedimiento de determinación de la velocidad lineal.

Cálculo de la velocidad lineal

Velocidad angular corte (n_1) = 150[rpm] → calculado en diseño de sistema de corte

Número de cuchillas (N_c) = 4 → impuesto por espacio y diseño de árbol principal

*Frecuencia de corte (f_c) = $n_1 * N_c = 600$ [cortes / min] \approx 10 [cortes / s] (Ec. 4.4.1)*

Espaciamiento mínimo entre c / corte (dc) = 15[mm]

*Velocidad lineal banda (V_b) = $dc * f_c = 150$ [mm / s] \approx 9 [m / min] (Ec. 4.4.2)*

NOTA: si el espaciamiento entre cada corte supera los 20[mm] se considera un corte de riesgo dado que el mismo provocaría apenas un corte en la ristra, lo cual es insuficiente ante la potencial oportunidad de que la ristra entera se apenas procesada.

b. *Ejes rodillos o pines deslizantes para banda transportadora.*- el diseño de los pines deslizantes es importante, pues es su diámetro un parámetro fundamental en la concepción de la rapidez lineal de la banda. Esta rapidez lineal relaciona la velocidad angular con la que gira el rodillo deslizante motriz y el perímetro que describe su circunferencia. Por tal razón, es necesario conocer con antelación que los pines tendrán un diámetro de 50[mm], por la simple razón de estar constituidos de un tubo galvanizado hueco para conducción de agua lluvia (disponible en bodega). Para el caso del diseño propuesto se emplearán dos pines deslizantes, entre los cuales, uno será el motriz (adaptado ejes seccionados para colocación de rodamientos, polea y catalina) y otro será el conducido. Ambos estarán sustentados en apoyos, pero el motriz lo hará sobre dos bujes de fijación con dos rodamientos 6006, mientras que el conducido lo hará sobre guías huecas en las pletinas estructurales laterales de la banda alimentadora (para favorecer el recorrido de tensión de la banda de caucho con ayuda de los pernos tensores). Éste último tendrá incrustados dos rodamientos 6004 en el interior y a cada lado del tubo.

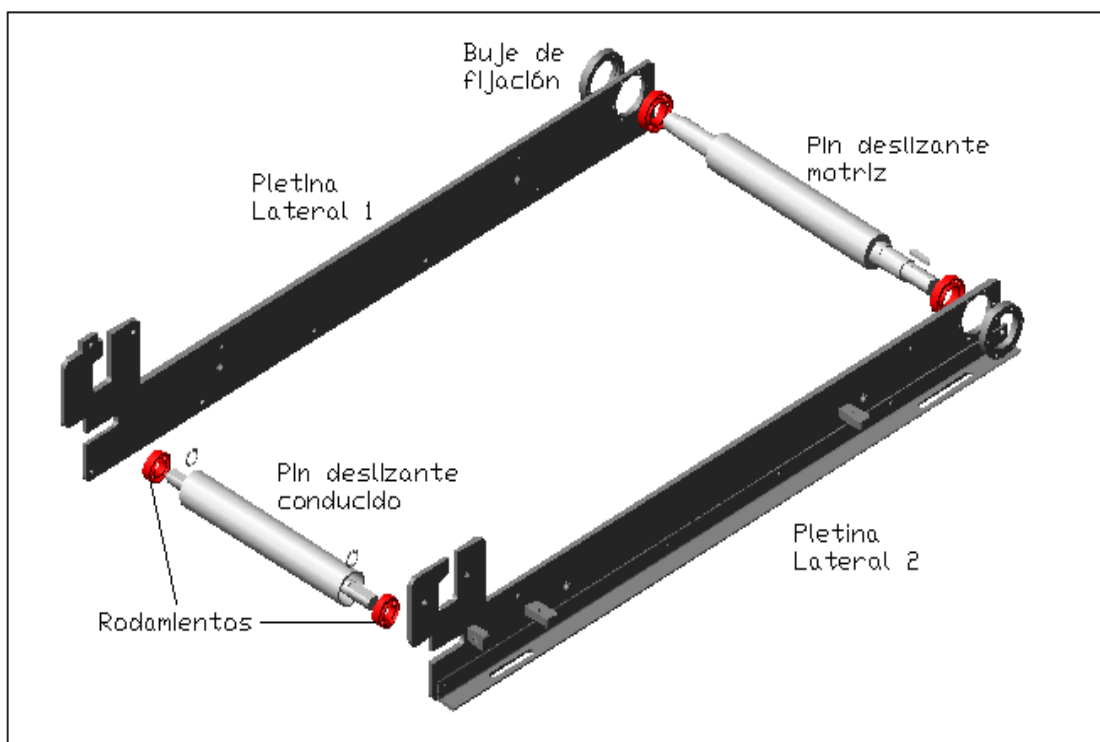


Figura 4.13. Ubicación de los pines deslizantes

c. *Juego de poleas reductoras y banda de transmisión.*- el concepto del diseño empleado es el mismo que se aplicó en el ejemplo de cálculos del juego de poleas y banda transmisora del motor principal que motiva el giro del árbol portacuchillas. La intención del diseño es colocar el motor a nivel del piso y generar el impulso al pin deslizante motriz mediante este conjunto de elementos. En primera instancia se efectuará el cálculo de la velocidad angular que deberán tener los pines deslizantes a fin de conseguir la rapidez lineal de 9 - 10 (m/min). A partir de allí, en la **Tabla C-12** de iteración se presentan las alternativas que consideran este cálculo precedente, garantizando por lo menos dos cortes en la ristra más pequeña. De ellas, se escogerá la selección cuyo juego de poleas posea las dimensiones más accesibles en el mercado.

Cálculo de la velocidad angular requerida.

$$\text{Velocidad lineal banda } (Vb) = 9.00[m/min] = 9000[mm/min]$$

$$\text{Diámetro de los pines } (\phi_{pin}) = 50[mm]$$

$$\text{Distancia entre centros de los pines } (d) = 1000[mm]$$

$$\text{Longitud banda transportadora } (Lb) = \pi * \phi_{pin} + 2d = 2157.08[mm] \quad (\text{Ec. 4.4.3})$$

$$\text{Perímetro de cada pin } (P_{pin}) = \pi * \phi_{pin} = 157.08[mm] \quad (\text{Ec. 4.4.4})$$

$$\text{Giros / cada pin dar vuelta completa banda } (n') = \frac{Lb}{P_{pin}} = 13.73[\text{giros}] \quad (\text{Ec. 4.4.5})$$

$$\text{Período de giro de la banda } (p_{banda}) = \frac{Vb}{Lb} = 4.17[\text{vueltas / min}] \quad (\text{Ec. 4.4.6})$$

$$\text{Velocidad angular de los pines } (n) = p_{banda} * n' = \underline{\underline{57.25[rpm]}} \quad (\text{Ec. 4.4.7})$$

CONCLUSIÓN: *el conjunto de poleas y banda transmisora requerida deben proporcionar al pin motriz una velocidad angular de 57.25[rpm]. El valor máximo permitido para velocidad de 10[m/min] es de 63.65[rpm].*

d. *Banda transportadora de caucho.*- componente indispensable de caucho BFC de 300mm. de ancho (tamaño adoptado por el ancho de las hojas de papel A4), imprescindible para el transporte efectivo de los desechos a procesar. En conjunto con el rodillo de arrastre tramitan la alimentación dosificada, conduciendo los materiales hacia la zona de destrucción de manera ordenada. Con intención de definir un diseño eficiente, se recurre al cálculo con

pleno conocimiento de parámetros iniciales, entre los cuales se especula que la capacidad de la máquina es de 40 [Kg/hr].

A continuación se plasman los criterios adoptados y las condicionantes preliminares para la selección y aceptación de la banda; recalcando que el procedimiento radica en la ejecución de los pasos de diseño recomendado en el “Catálogo de Bandas de Transporte de ICOBANDAS”.

Cálculo de tensión y selección de banda

Datos conocidos :

$$\text{Potencia motorreductor (Pot)} = 3/4[\text{hp}]$$

$$\text{Velocidad angular motorreductor (n}_{\text{motor}}) = 80[\text{rpm}]$$

$$\text{Relación de velocidades (i)} = \frac{5}{7} = 0.71$$

$$\text{Velocidad angular pin motriz (n}_{\text{pin}}) = n_{\text{motor}} * i = 57.14[\text{rpm}] \quad (\text{Ec. 4.4.8})$$

$$\text{Diámetro rodillos deslizantes (\phi}_{\text{pin}}) = 50[\text{mm}]$$

$$\text{Número de rodillos deslizantes (No.}_{\text{pin}}) = 2$$

$$\text{Eficiencia aproximada en reducciones (ef)} = 0.9$$

$$\text{Perím. rodillos desliz. en contacto con banda (P)} = \pi * \phi_{\text{pin}} = 157.08[\text{mm}] \quad (\text{Ec. 4.4.9})$$

$$\text{Distancia entre centros de pines (C)} = 1000[\text{mm}] \approx 3.28[\text{pies}]$$

$$\text{Longitud de banda (L)} = C * 2 + P = 2157.08[\text{mm}] \quad (\text{Ec. 4.4.10})$$

$$\text{Ancho de la banda (Ab)} = 300[\text{mm}] \approx 11.8[\text{plg}]$$

$$\text{No.vueltas pin / vuelta de banda (Nvp)} = \frac{L}{P} = 13.73[\text{rev}] \quad (\text{Ec. 4.4.11})$$

$$\text{No.vueltas banda / minuto (Nvb)} = \frac{n_{\text{pin}}}{Nvp} = 4.16[\text{rev / min}] \quad (\text{Ec. 4.4.12})$$

$$\text{Velocidad banda (Vb)} = Nvb * L = 8.97[\text{m / min}] \approx 29.43[\text{pies / min}] \quad (\text{Ec. 4.4.13})$$

Cálculo de tensiones f (carga de trabajo) → a partir de una banda de dos lonas

Coef. fricción enrollamiento banda y rodillos desliz. (Fx) = 0.03 → equipo nuevo

$$\text{Peso piezas en movimiento : pines, poleas, rodamientos, etc. (G)} = \frac{33[\text{lbf}]}{3.28[\text{pies}]}$$

$$G = 10.06[\text{lbf / pie}]$$

$$\text{Tensión para mover banda en vacío (Tx)} = Fx * G * C = 0.99[\text{lbf}] \quad (\text{Ec. 4.4.14})$$

Carga de trabajo recomendado (Qr) = 34[lbf / plg] ≈ 408[lbf / pie] → Tabla BFC, pág. 21, ICOBANDAS

Coefficiente de fricción entre banda y pines (F_y) = 0.04

Tensión mover carga sentido horiz. (T_y) = $Q_r * F_y * C = 53.53[lbf]$ (Ec. 4.4.15)

Tensión para mover banda en vacío (T_x) = $F_x * G * C = 0.99[lbf]$

Tensión efectiva (T_e) = $T_x + T_y = 54.52[lbf]$ (Ec. 4.3.18)

Carga en toneladas por hora (Q') = $\frac{Q_r * V_b}{33.3} = 360.58[T / hr]$ (Ec. 4.4.16)

Carga real (Q_{real}) = $0.04[T / hr]$

Criterio de aceptación :

$Q_{real} \ll Q' \rightarrow 0.04 \ll 360.58 \rightarrow CUMPLE$

BANDA SELECCIONADA: Banda para transporte liviano

Tipo BFC 2 lonas \rightarrow unión vulcanizada (ICOBANDAS)

Longitud = 2157.08[mm]

Ancho = 300[mm]

Color : beige

e. *Bujes de fijación para pin motriz.*- estos bujes de fijación se utilizan como pistas de apoyo para los rodamientos del pin motriz y soporte propio del pin; para el caso, se han tomado en cuenta los diámetros interiores del buje en conformidad con las medidas de los rodamientos empleados (6006).

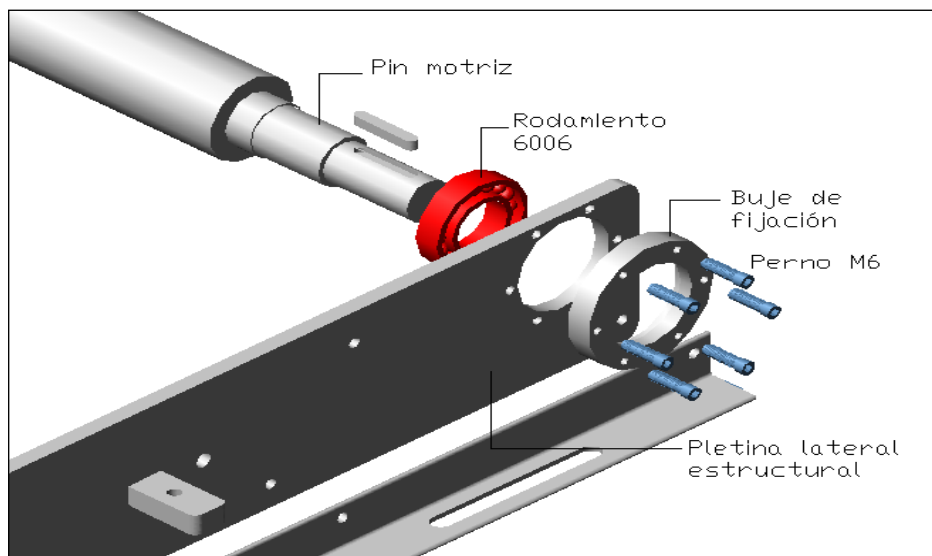


Figura 4.14. Ubicación del buje de fijación.

f. *Pernos tensores de banda.*- estos elementos importantes permiten alinear y ajustar el movimiento de la banda transportadora de caucho. Estos elementos se ajustan o desajustan en las roscas M8x1.25 de las plaquitas soldadas a las pletinas estructurales de la banda.

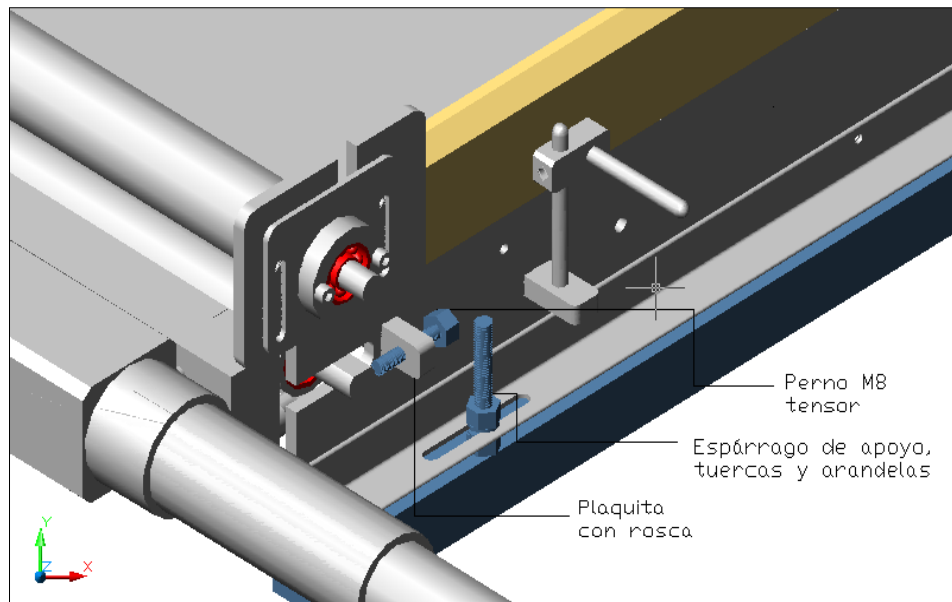


Figura 4.15. Ubicación del perno tensor.

g. *Guías para cama de alimentación.*- conocidas también como guías de banda son concebidas en un polímero de color negro (PVC); utilizado para barrederas de la zona de fabricación, y que existe en las bodegas de Tecnandina como saldo disponible.

h. *Reguladores de distancias para guías.*- estos reguladores son un conjunto de elementos conformados por un grupo de ejes de 10mm de diámetro que se deslizan dentro de plaquitas de acero, las cuales están empotradas en las pletinas laterales de la banda. Para manipular el desplazamiento, ajuste y desajuste de los reguladores se emplean prisioneros M5x0.8mm sobre los ejes.

i. *Espárragos de apoyo y calibración de altura de la banda.*- ejes de 10mm de diámetro, maquinados en rosca M10x1.5mm, y concebidos para apoyar la banda en el bastidor, permitiendo a la vez calibrar la posición de altura de la misma a través de sus tuercas y arandelas planas.

j. *Pletinas laterales estructurales y mesa soporte.* - las pletinas laterales a base de Acero A36 permiten ensamblar cada uno de los componentes de la banda mediante pernos o soldadura a filete, en cierto casos. La mesa soporte no es más que una plancha de tool galvanizado de 0.8 [mm] de espesor, el mismo que con los respectivos dobleces y perforaciones se sujeta en las laterales. El diseño y posición de cada elemento en las pletinas se explican en los planos de construcción y montaje; sin embargo, a continuación se adjunta un bosquejo similar al presentado en la descripción de los pines deslizantes, con la diferencia de que en éste se visualiza el conjunto completo de elementos, incluyendo los componentes del rodillo de arrastre (los cuales que se explicarán en detalle en el siguiente tema – *Rodillo de arrastre*).

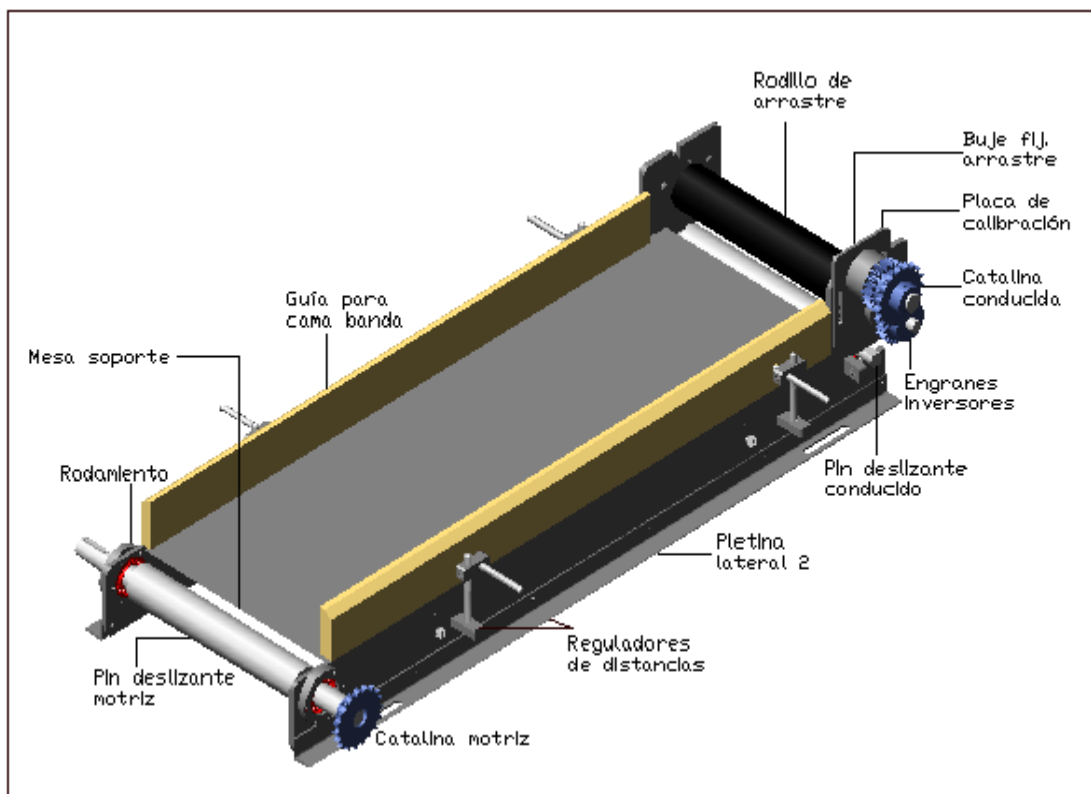


Figura 4.16. Conjunto de elementos anexos a pletinas laterales de la banda.

4.4.2. RODILLO DE ARRASTRE

Se le ha nombrado de esta manera a un subsistema de mecanismos que provocan un efecto de arrastre a los desperdicios colocados sobre la banda transportadora. El principal participante es en sí un rodillo recubierto de caucho para alto desgaste, el cual es motivado por un conjunto de elementos de transmisión que permiten la rotación del elemento a partir del mismo motorreductor impulsor de la banda.

El efecto de agarre se establece a través del coeficiente de fricción que provocan tanto la banda como el recubrimiento del rodillo en ambas superficies de cada despojo. Dicho coeficiente se estima en **0.5**¹ (en promedio) sobre cada superficie.

Con este precedente, a continuación se detalla cada uno de los mecanismos pertenecientes a este subsistema y su respectivo diseño.

a. Motorreductor.- tomando ventaja de la existencia del motorreductor impulsor de la banda alimentadora, se decide aprovechar la potencia de este equipo para la motivación del rodillo recubierto; por cuanto, se conoce con previa antelación las cualidades de dicho motor (ítem a. del tema 4.4.1. *Banda de alimentación*).

b. Juego de catalinas, cadena de transmisión y catalina tensora.- este conjunto de componentes permiten trasladar la energía motriz generada desde el pin motriz de la banda transportadora a través de una catalina de 19 dientes, una cadena de rodillos, una catalina tensora de 17 dientes y una catalina conducida de 19 dientes montada sobre un buje de fijación, que motiva la rotación del piñón motriz del rodillo de arrastre.

A continuación se presenta el respectivo esquema de cálculo y la selección de estos mecanismos de transmisión, indispensables para motivar el giro del rodillo.

¹ **Coefficiente de fricción** tomado de Tabla 17-2 del libro de “Diseño en Ingeniería” de Shigley / Mischke

Cálculo y selección de elementos de tracción

Potencia del motorreductor (H_{nom}) = 0.75[hp]

Factor de diseño (nd) = 1.40 → impuesto

Distancia entre centros de catalinas (C) = 1000[mm] ≈ 39.37[plg]

Velocidad angular pin motriz (n_1) = 60[rpm] → aproximadamente

No. dientes catalina motriz (N_1) = 19[dientes]

No. dientes catalina conducida (N_2) = 19[dientes]

→ Cadenas existentes en stock de Mto : Cadena ASA No.40 y ASA No.60

Tipo de lubricación : A

Capacidad nominal catalina 19 dientes ($H_{tab'}$) = $\frac{nd * K_s * H_{nom}}{K_1 * K_2}$ (Ec. 4.4.17)

$$(H_{tab'}) = \frac{1.4 * 1.3 * 0.75}{1.13 * K_2} = \frac{1.21}{K_2} = 1.21$$

Donde:

Número de hilos (nh) = 1 → $K_2 = 1$

Criterio de aceptación : $H_{tab'} \geq H_{nom}$, cumple : $1.21 \geq 0.75$

Cadena seleccionada : Cadena ASA No.60 → Tabla 17.21, pág.1093, SHIGLEY

Capacidad nominal cadena seleccionada para catalina 17 dientes (H_{tab}) = 1.24[hp]

Pot. permisib. catal. 19 dientes (H_a) = $K_1 * K_2 * H_{tab} = 1 * 1.13 * 1.24$ (Ec. 4.4.18)

$H_a = 1.40$ [hp] → operando en la parte pre – extrema de la potencia

Paso cadena (p) = 0.750[plg] ≈ 19.05[mm]

Velocidad cadena (V) = $\frac{N_1 * p * n_1}{12} = \frac{19 * 0.75 * 60}{12} = 71.25$ [pies / min] (Ec. 4.4.19)

No. pasos cadena (L / p) = $\frac{2C}{p} + N_1 = \frac{2 * 39.37}{0.750} + 19 = 123.99$ [pasos] (Ec. 4.4.20)
≈ 124[pasos]

Distancia entre centros (A) = $N_1 - L / p = 19 - 124 = -105$ (Ec. 4.4.21)

$\frac{C}{p} = \frac{1}{4} * \left[-A + \sqrt{A^2} \right] = \frac{1}{4} * [105 + 105] = 52.5$ (Ec. 4.4.22)

$C = 52.5 * p \rightarrow C = 52.5 * 25.4 = 39.38$ [plg] ≈ 1000.13[mm] (Ec. 4.4.23)

ACEPTACIÓN : se comprueba que la potencia permisible excede el valor de la potencia del motorreductor, por lo tanto se acepta la cadena seleccionada.

CONCLUSIÓN : se empleará cadena ASA No.60, con una longitud de pasos de 124, con una distancia entre centros de 39.38 [plg] y con una lubricación tipo A.

COMENTARIO : está operado en la parte pre-extrema de la potencia, por tanto las estimaciones de la durabilidad diferentes de 15000[hr] no están disponibles dadas las deficientes condiciones de operación (lubricación deficiente y ambiente sucio), la vida será más corta.

c. Juego de engranes para inversión de movimiento.- esta combinación adaptada esta constituida de dos engranes rectos de 22 dientes de 15mm de ancho, en base material de poliamida (existentes en stock). Uno de ellos es el engrane motriz, quien recepta la rotación proveniente desde el motorreductor a través del juego de catalinas y la cadena de rodillos. Este engrane; a su vez, motiva al engrane conducido, también llamado engrane inversor de rotación. Estos dispositivos están montados en sus respectivos ejes mediante chavetas 6mm (de sección) x 25mm de largo y prisioneros M5x0.8mm.

d. Buje de fijación para engrane motriz.- este característico buje de fijación para dos rodamientos se utiliza como pista de apoyo para ellos y soporte del eje; para el caso, se han tomado en cuenta los diámetros interiores del buje en conformidad con las medidas de los rodamientos empleados (6004).

e. Rodillo recubierto.- este componente indispensable ejerce propiamente la labor de agarre de los desperdicios, a través de los coeficientes de fricción del caucho envolvente y el coeficiente de la banda. El desenvolvimiento de este rodillo es la convergencia de las acciones de los elementos anteriormente descritos que conforman este subsistema. El recubrimiento tiene una capa de 1.4mm de espesor al diámetro, y tiene como base un tubo hueco de acero galvanizado atravesado por un eje de 15mm de diámetro. Este último tracciona al eje a causa de dos tapas soldadas al tubo que sellan el espacio hueco. El eje reposa a su vez en dos rodamientos 6003 dentro de un par de buje de fijación. El engrane inversor motiva a su vez la rotación del rodillo.

4.4.3. TOLVAS DE ALIMENTACIÓN

A causa de la variedad de desperdicios a procesar, se considera prudente el proveer a la cámara de un efectivo sistema de admisión, capaz de suministrar apropiadamente cada tipo de despojo. De esta forma, se conciben en diseño dos tolvas de alimentación. Una de ella estará conectada con la banda alimentadora, y la otra evitará la banda para ingresar los desperdicios de forma directa hacia la zona de destrucción. A continuación el detalle de cada una:

a. Tolva de admisión dosificada (tolva 1).- tolva desarrollada en tool galvanizado, conformada por una garganta y una bajante de suministro hacia banda transportadora. La boca de admisión tiene una dimensión de 750 x 450mm, con una garganta de 300 x 150mm que incluye un damper acrílico incrustado en un eje, y empernado este último a la tolva mediante un perno M10x1.5mm, un par de tuercas y un par de arandelas. Este damper dosifica la cantidad de material a intervenir en una cama uniforme, y será manipulado a través del personal de mantenimiento para la regulación de la abertura. Por esta entrada se suministran desperdicios concernientes a instructivos, estuches, etiquetas, folio formado – sellado y ristras sin encapsulados.

b. Tolva de admisión directa (tolva 2).- al igual que en la tolva anterior, está desarrollada en tool galvanizado, conformada por una garganta y una bajante de suministro hacia banda transportadora. La boca de admisión tiene una dimensión de 300 x 100mm, con una garganta de 300 x 70mm. Este elemento permite tramitar ciertos despojos cuyas formas geométricas requieren un tratamiento más flexible que no comprometa los elementos del subsistema de alimentación; especialmente el rodillo de arrastre y la banda, que son muy susceptibles ante embotamientos en zona de admisión, los cuales provocan acumulaciones excesivas de desperdicios que pueden llegar a trabar estos mecanismos, y poner en riesgo su integridad a causa de posible fricción, desgaste, rotura, etc. Esta adversidad se puede presentar ante la necesidad de procesar ristras con productos comprimidos en su interior. Esta tolva es considerada un accesorio adicional que se deberá instalar (a través de sus pernos M6x1 mm) solamente cuando la demanda lo requiera.

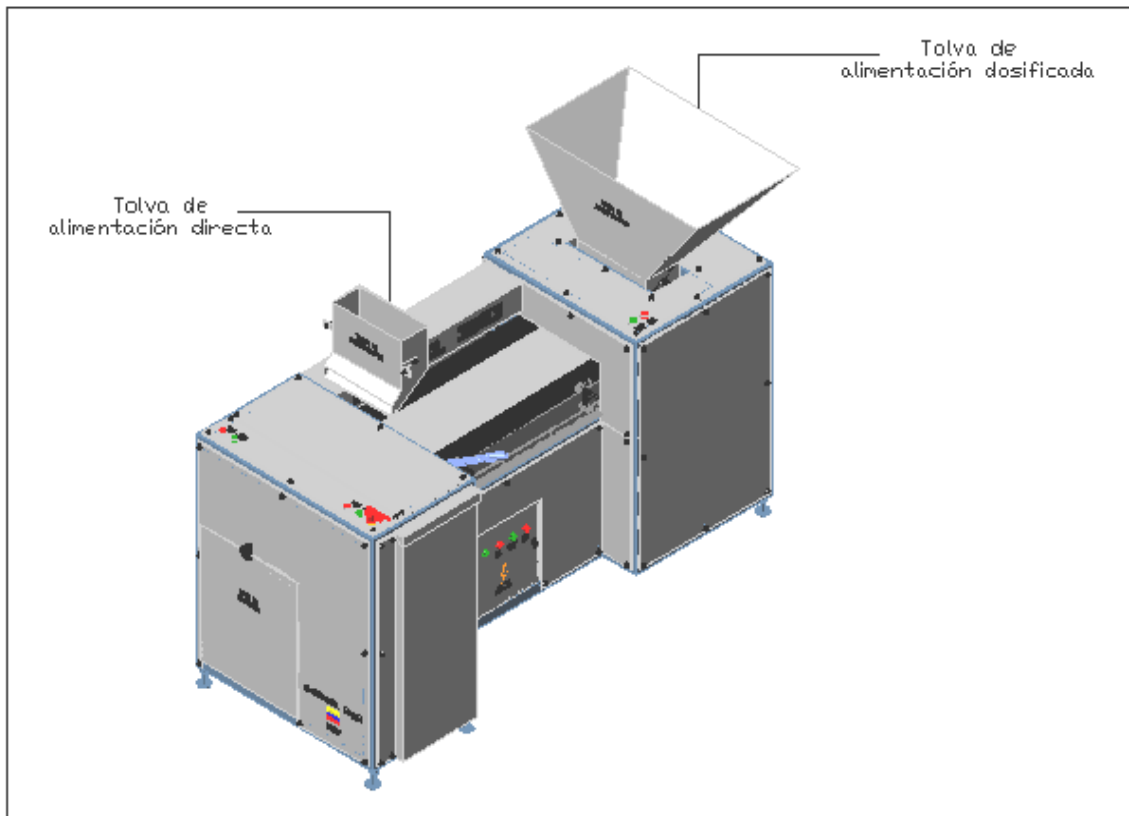


Figura 4.18. Ubicación de las tolvas de alimentación.

4.5. DISEÑO DEL BASTIDOR (estructura principal)

El bastidor permite adaptar todos los elementos mecánicos requeridos para el pleno funcionamiento del equipo. Para efectos de diseño, es normativa fundamental la consideración particular de este proyecto: *“optimización y reutilización de materiales existentes en stock de bodega de Mantenimiento”*. Reconociendo este argumento, es necesario realizar un análisis estático de la estructura; definiendo las condiciones de soldadura apropiadas en las principales uniones. De esta manera se consigue validar la concepción de todo el bastidor; para lo cual se profundizará en dos elementos importantes: 1) Base soporte para yunque porta cuchilla y 2) Bastidor.

4.5.1. BASE SOPORTE DEL YUNQUE PORTACUCHILLA

Esta adaptación en forma de T es una variación de un perfil estructural en I soldado sobre un tramo en perfil cuadrado hueco del bastidor principal. Las funciones principales son la de permitir el deslizamiento del yunque soportante durante la calibración y la de solventar la deflexión producida por las cargas aplicadas durante el cizallamiento de los desperdicios. A continuación se presenta un diagrama del componente, seguido de la determinación del **CG**; a partir del cual se efectuarán los cálculos necesarios de deflexiones y soldadura.

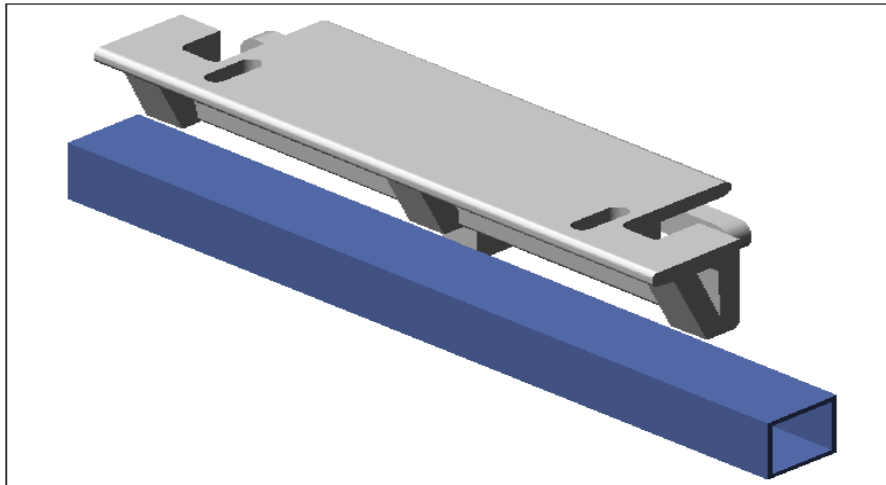


Figura 4.19. Diagrama de la base del yunque y tramo del bastidor.

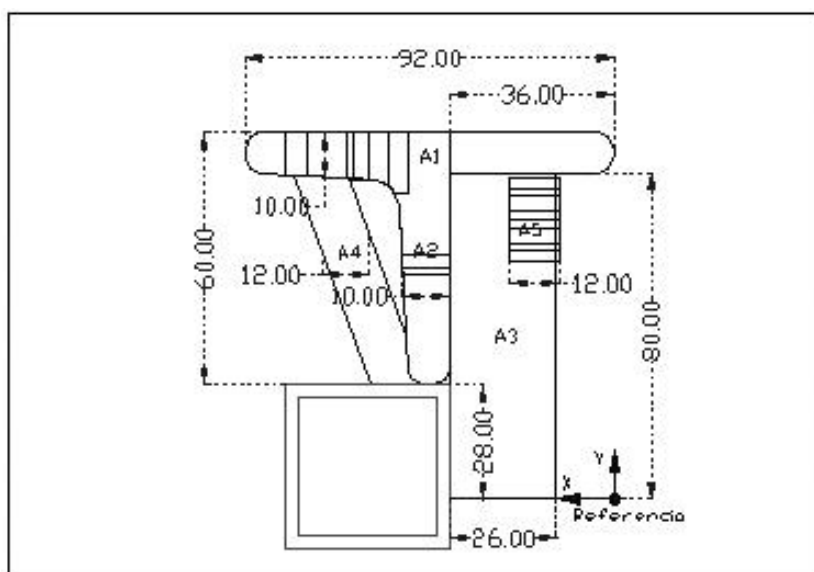


Figura 4.20. Vista lateral de la base y referencia para el cálculo del CG.

Cálculo del centro de gravedad de la base soporte del yunque

Valor de cada área del elemento (A_i):

$$A_1 = b_1 * h_1 = 92 * 10 = 920[mm^2]; \quad A_2 = b_2 * h_2 = 50 * 10 = 500[mm^2] \quad (Ec. 4.5.1)$$

$$A_3 = b_3 * h_3 = 26 * 80 = 2080[mm^2]; \quad A_4 = b_4 * h_4 = 12 * 50 = 600[mm^2]$$

$$A_5 = b_5 * h_5 = 12 * 20 = 240[mm^2]$$

$$\text{Área total del elemento } (A_T) = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = 4340[mm^2] \quad (Ec. 4.5.2)$$

Distancia en X de cada área respecto de la referencia (x_i):

$$x_1 = 92 / 2 = 46[mm]; \quad x_2 = 36 + 5 = 41[mm]$$

$$x_3 = 36 - 26 + 26 / 2 = 23[mm]; \quad x_4 = 62[mm]$$

$$x_5 = 20[mm]$$

Valor de la coordenada X del centro de gravedad del elemento (\bar{x}_{CG}):

$$\bar{x}_{CG} = \frac{\sum A_i * x_i}{A_T} \quad (Ec. 4.5.3)$$

$$\bar{x}_{CG} = \frac{920 * 46 + 500 * 41 + 2080 * 23 + 600 * 62 + 240 * 20}{4340} = 35.18[mm]$$

Distancia en Y de cada área respecto de la referencia (y_i):

$$y_1 = 80 + 5 = 85[mm] \quad ; \quad y_2 = 28 + 50 / 2 = 53[mm]$$

$$y_3 = 80 / 2 = 40[mm] \quad ; \quad y_4 = 28 + 50 / 2 = 53[mm]$$

$$y_5 = 80 - 20 / 2 = 70[mm]$$

Valor de la coordenada Y del centro de gravedad del elemento (\bar{y}_{CG}):

$$\bar{y}_{CG} = \frac{\sum A_i * y_i}{A_T} \quad (Ec. 4.5.4)$$

$$\bar{y}_{CG} = \frac{920 * 85 + 500 * 53 + 2080 * 40 + 600 * 53 + 240 * 70}{4340} = 54.49[mm]$$

Valor de la coordenada Z del centro de gravedad del elemento (\bar{z}_{CG}):

$$\bar{z}_{CG} = 320 / 2 = 160.00[mm]$$

$$C.G.: \quad \bar{x}_{CG} = 35.18[mm]$$

$$\bar{y}_{CG} = 54.49[mm]$$

$$\bar{z}_{CG} = 160.00[mm]$$

Respecto de las referencias (ejes).

Cálculo de la deflexión en la viga de la base soporte

Material de la base. Acero A36

$$\text{Módulo de elasticidad } (E) = 200000 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Dimensiones de la viga:

$$\text{Longitud de la viga } (l_v) = 51[mm]$$

$$\text{Ancho de la viga } (b) = 320[mm]$$

$$\text{Espesor de la viga } (h) = 10[mm]$$

Momento de Inercia de la viga (I_{v_z}):

$$I_{v_z} = \frac{b \cdot h^3}{12} = 26666.67[mm^4] \quad (\text{Ec. 4.5.5})$$

Fuerza máxima aplicada ($F_{\text{máx}}$) = 612.90[lbf] \approx 2726.32[N]

Momento generado (M):

$$M = F_{\text{máx}} \cdot l = 2726.32 \cdot 64 = 174484.48[N \cdot mm] \quad (\text{Ec. 4.5.6})$$

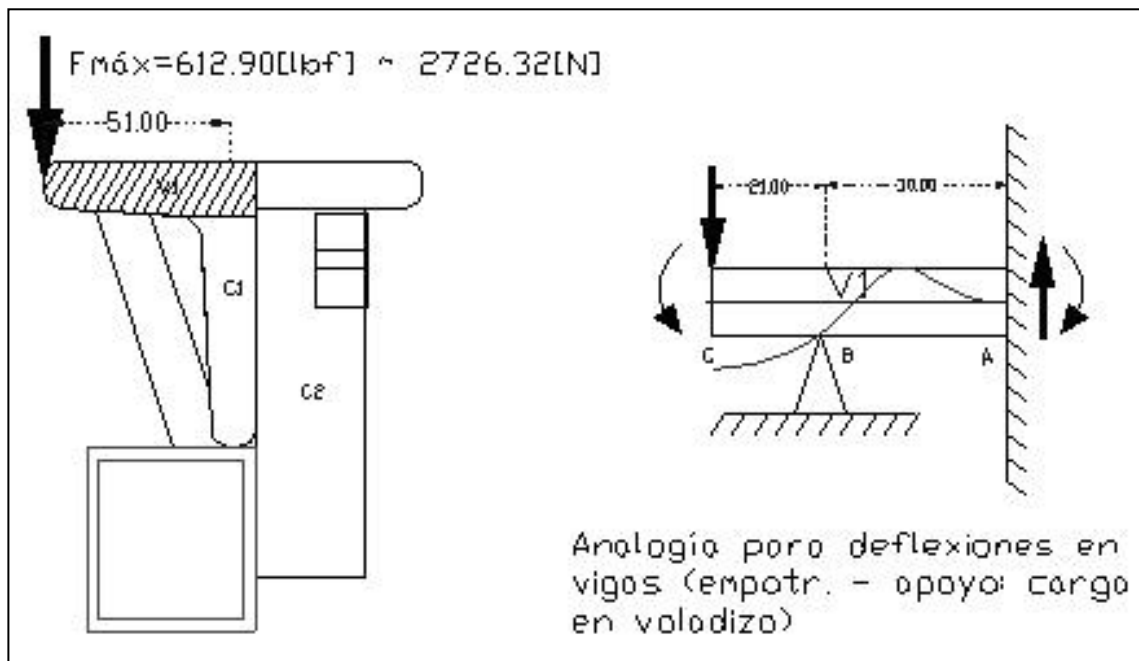


Figura 4.21. Diagrama de flecha de la viga de la base soporte

Deflexiones segmentos AB, BC :

$$a) y_{AB} = \frac{Fmáx * a * x}{6 * E * I * l} (l^2 - x^2); x \rightarrow 17.50[mm]; máx. deflexión \quad (Ec. 4.5.7)$$

$$y_{AB} = \frac{2726.32 * 21 * 17.50}{6 * 200000 * 26666.67 * 30} * (30^2 - 17.50^2) = 6.20 \times 10^{-4} [mm]$$

$$b) y_{BC}, y_C = -\frac{Fmáx * a^2}{3 * E * I * l} (l + a) \quad (Ec. 4.5.8)$$

$$y_{Cviga} = \frac{2726.32 * 21^2}{3 * 200000 * 26666.67 * 30} * (30^2 - 17.50^2) = \underline{\underline{1.49 \times 10^{-3} [mm]}}$$

Cálculo de la deflexión en las columnas de la base soporte

Dimensiones de la columna 1:

$$\text{Longitud de la columna } (lc_1) = 50[mm]$$

$$\text{Ancho de la columna } (b_1) = 320[mm]$$

$$\text{Espesor de la columna } (h_1) = 10[mm]$$

Dimensiones de la columna 2:

$$\text{Longitud de la columna } (lc_2) = 50[mm]$$

$$\text{Ancho de la columna } (b_2) = 20[mm]$$

$$\text{Espesor de la columna } (h_2) = 26[mm]$$

Momentos de Inercia de las columnas ($I_{c_{zi}}$):

$$I_{c_{z1}} = \frac{b_1 * lc_1^3}{12} = 3333333.33[mm^4] \quad (Ec. 4.5.9)$$

$$I_{c_{z2}} = \frac{b_2 * lc_2^3}{12} = 208333.33[mm^4]$$

→ Condición : viga en voladizo, momento en el extremo

∴ Deflexión máxima ($y_{máx_{columna}}$):

$$y_{máx_{columna}} = \frac{M * lc_1^2}{2 * E * (I_{c_{z1}} + I_{c_{z2}})} = 3.08 E^{-4} [mm] \quad (Ec. 4.5.10)$$

⇒ Deflexión total de la base soporte del yunque (y_{TOTAL}):

$$y_{TOTAL} = y_{Cviga} + y_{máx_{columna}} = \underline{\underline{1.80 E^{-3} [mm]}} \quad (Ec. 4.5.11)$$

Cálculo del decremento en la longitud de las columnas de la base

Suponiendo aplicación de fuerza en parte central del soporte:

Áreas de las columnas (Ac_i):

$$Ac_1 = b_1 * h_1 = 3200[mm^2] \quad (Ec. 4.5.12)$$

$$Ac_2 = h_2 * h_2 = 520[mm^2]$$

Decremento de las columnas (∂_1):

$$\partial_1 = \frac{F_{\text{máx}} * lc_1}{(Ac_1 + Ac_2) * E} = 1.83 E^{-4}[mm] \quad (Ec. 4.5.13)$$

$$\Rightarrow \text{Decremento máximo crítico } (\partial_{\text{máx}}) = \underline{\underline{1.83 E^{-4}[mm]}}$$

Diseñando la suelda de la columna 2 en la base soporte

Electrodo de la suelda: E 6011 \rightarrow impuesto

$$Sut = 427[MPa] \quad ; \quad Sy = 345[MPa]$$

Altura del cordón de suelda (h_s) = 8.00[mm] \rightarrow impuesto

Momento de Inercia unitario (I_U):

$$I_U = \frac{d^3}{6} = 85333.33[mm^3] \quad (Ec. 4.5.14)$$

Momento de Inercia de la suelda (I_S):

$$I_S = 0.707 * h_s * I_U = 482645.31[mm^4] \quad (Ec. 4.5.15)$$

Momento Polar unitario (J_U):

$$J_U = \frac{d * (3b^2 + d^2)}{6} = 101333.33[mm^3] \quad (Ec. 4.5.16)$$

Momento Polar de la suelda (J_S):

$$J_S = 0.707 * h_s * J_U = 573141.31[mm^4] \quad (Ec. 4.5.17)$$

→ *Determinación de esfuerzos :*

Fuerza máxima aplicada (Fmáx) = 612.90[lbf] ≈ 2726.32[N]

Factor aplic. carga en soldaduras para máq. choque moderado (F.a.c) : 1.50

*Fuerza definida por diseño de soldaduras (Fdef.) = Fmáx * F.a.c. (Ec. 4.5.18)*

$$F_{def.} = 919.35[lbf] \approx 4095.29[N]$$

Distancia desde pto. aplic. de fuerza hacia la junta soldada (t) = 56[mm]

Momento generado en el eje Z (M_Z):

$$M_Z = F_{def.} * t = 4095.29 * 56 = 229336.24[N.mm] \quad (Ec. 4.5.19)$$

Para punto A:

Distancia desde proyección aplic. de fuerza hacia CG suelda (y_A) = 40[mm]

$$Esfuerzo \text{ de flexión eje Z en los puntos A } (\sigma_{z_A}) = \frac{M_Z * y_A}{I_S} = 19.00[MPa] \quad (Ec. 4.5.20)$$

Para punto B:

Distancia desde proyección de aplic. de fuerza hacia CG suelda (y_B) = 0[mm]

$$Esfuerzo \text{ de flexión eje Z en los puntos B } (\sigma_{z_B}) = \frac{M_Z * y_B}{I_S} = 0.00[MPa] \quad (Ec. 4.5.21)$$

Esfuerzo cortante debido a la aplicación de la fuerza sobre la suelda (τ):

$$\tau_A = \frac{F_{def.}}{A_S} * k_{fs} * = 4.53 * 2.7 = 12.22[MPa] = \tau_B \quad (Ec. 4.5.22)$$

** K_{fs}. – factor de concentración esfuerzos para soldadura de filete paralelo*

Distancia del brazo de torsión (d) = 160[mm]

$$Torque \text{ máximo en la suelda } (T_{máx_S}) = F_{def.} * d = 655246.40[N.mm] \quad (Ec. 4.5.23)$$

Para punto A:

Distancia desde fuerza hacia pto. en cuestión (ρ_A):

$$\rho_A = \sqrt{(10 + 0.707 * 8)^2 + 40^2} = 42.95[mm]$$

Esfuerzo cortante debido a torsión en el punto A de la suelda (π_A):

$$\pi_A = \frac{T_{máx_S} * \rho_A}{J_S} = 49.10[MPa] \quad (Ec. 4.5.24)$$

Para punto B:

Distancia desde fuerza hacia pto. en cuestión (ρ_B):

$$\rho_B = 10 + 0.707 * 8 = 15.66[\text{mm}]$$

Esfuerzo cortante debido a torsión en el punto B de la suelda (τ_B):

$$\tau_B = \frac{T_{\text{máx}_S} * \rho_B}{J_S} = 17.90[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.25})$$

→ Determinación de esfuerzos equivalentes y factor de seguridad:

Para el punto A:

$$\text{Esfuerzo de corte total } (\tau_{TA}) = \tau_A + \tau_B = 61.32[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.26})$$

$$\text{Esfuerzo cortante equivalente } (\tau_{eqA}) = \sqrt{\tau_{TA}^2 + \sigma b z_A^2} = \underline{\underline{64.20[\text{MPa}]}} \\ (\text{Ec. 4.5.27})$$

Para el punto B:

$$\text{Esfuerzo de corte total } (\tau_{TB}) = \tau_B + \tau_B = 30.12[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.28})$$

$$\text{Esfuerzo cortante equivalente } (\tau_{eqB}) = \sqrt{\tau_{TB}^2 + \sigma b z_B^2} = 17.90[\text{Mpa}] \\ (\text{Ec. 4.5.29})$$

Esfuerzo equivalente medio (τ_{eqm}) = 32.10[MPa]

Esfuerzo equivalente alterno (τ_{eqa}) = 32.10[MPa]

Factor de corrección por superficie (K_a):

$$K_a = a * Sut^b = 1.58 * 427^{-0.086} = 0.939 \rightarrow (\text{esmerilado}) \quad (\text{Ec. 4.5.30})$$

(ver valores de "a" y "b" en Shigley, pág.380, Tabla 7-5)

Factor corrección por carga (K_w^*) = 1.00x0.59 = 0.590 → (flexión x torsión)

* K_w → ver Shigley, Tabla 7-7, pág.383

Factor corrección por tamaño (K_s) = 1.24 * 42.77^{-0.107} = 0.830

(ver ecuación en Shigley, pág.380, ítem 3)

Factor corrección por temperatura (K_{temp}) = 1.00 → ($Temp_{\text{operación}} \leq 450^\circ\text{C}$)

Factor de confiabilidad (K_c) = 1.00 → (confiabilidad al 99%)

Límite de fatiga para probeta (S_{se}') = 0.5 * S_{ut} = 213.50[MPa] (Ec. 4.5.31)

Límite de fatiga para suelda (S_{se}) = $S_{se}' \cdot K_a \cdot K_w \cdot K_s \cdot K_{temp} \cdot K_c$ = 98.17[MPa]

Límite de fluencia para suelda (S_{sy}) = 0.58 * S_y = 200.10[MPa] (Ec. 4.5.32)

$$\Rightarrow \text{Factor de seguridad (F.S.)} = \frac{S_{sy}}{\tau_{eqm} + \frac{S_{sy}}{S_{se}} * \tau_{eqa}} = 2.05 \quad (\text{Ec. 4.5.33})$$

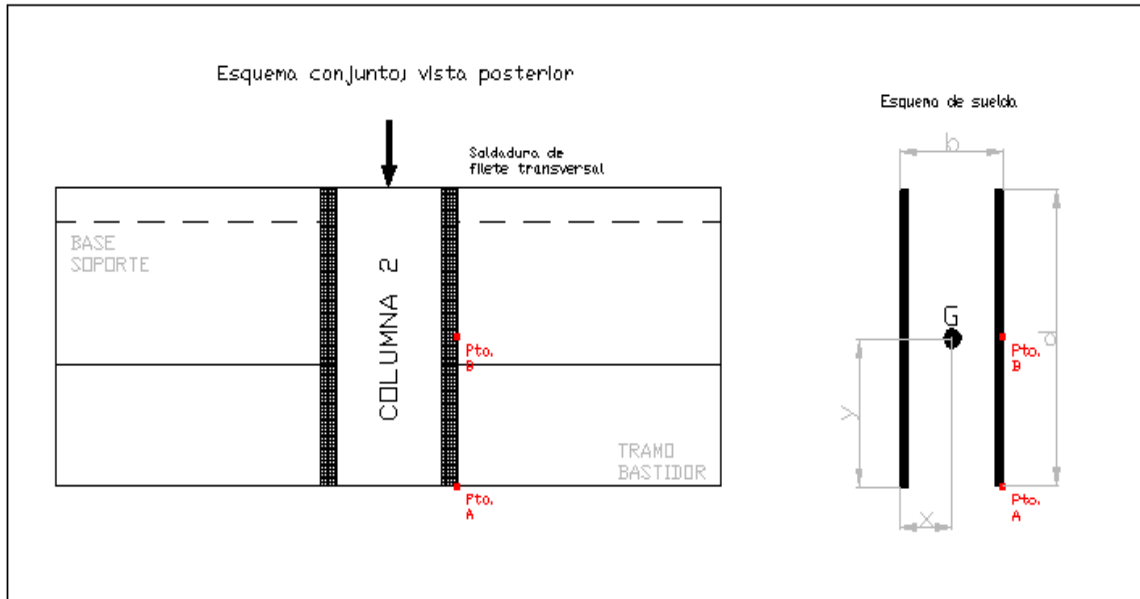


Figura 4.22. Propiedades a la flexión de soldaduras de filete

Diseñando la suelda de la base soporte del yunque

Electrodo de la suelda : E 6011 → impuesto

$$S_{ut} = 427[\text{MPa}] \quad ; \quad S_y = 345[\text{MPa}]$$

Altura del cordón de suelda (h_s) = 5.00[mm] → impuesto

→ *Cálculo del centro de gravedad de la suelda :*

Longitud de la suelda (d) = 320[mm]

Distancia entre cordones de suelda (b) = 10[mm]

$$\text{Área de la suelda } (A_s) = 0.707h_s * 2d = 2262.40[\text{mm}^2] \quad (\text{Ec. 4.5.34})$$

Valor de la coordenada X del centro de gravedad del elemento (\bar{x}_{CG}):

$$\bar{x}_{CG} = b/2 + 0.707 * 5 = 8.535[\text{mm}]$$

Valor de la coordenada Z del centro de gravedad del elemento (\bar{z}_{CG}):

$$\bar{z}_{CG} = d/2 = 160[\text{mm}]$$

Momento de Inercia unitario (I_U):

$$I_U = \frac{d^3}{6} = 5461333.33[\text{mm}^3] \quad (\text{Ec. 4.5.35})$$

Momento de Inercia de la suelda (I_S):

$$I_S = 0.707 * h_s * I_U = 19305813.32[\text{mm}^4] \quad (\text{Ec. 4.5.36})$$

Momento Polar unitario (J_U):

$$J_U = \frac{d * (3b^2 + d^2)}{6} = 5477333.33[\text{mm}^3] \quad (\text{Ec. 4.5.37})$$

Momento Polar de la suelda (J_S):

$$J_S = 0.707 * h_s * J_U = 19362373.32[\text{mm}^4] \quad (\text{Ec. 4.5.38})$$

→ Determinación de esfuerzos :

Fuerza máxima aplicada ($F_{\text{máx}}$) = 612.90[lbf] \approx 2726.32[N]

Factor aplic. carga en soldaduras para máq. choque moderado ($F.a.c$): 1.50

*Fuerza definida por diseño de soldaduras ($F_{\text{def.}}$) = $F_{\text{máx}} * F.a.c.$*

$$F_{\text{def.}} = 919.35[\text{lbf}] \approx 4095.29[\text{N}]$$

Distancia desde pto. aplicación fuerza hacia la junta soldada (t) = 51[mm]

Momento generado en el eje Z (M_Z):

$$M_Z = F_{\text{def.}} * t = 4095.29 * 51 = 208859.79[\text{N.mm}] \quad (\text{Ec. 4.5.39})$$

Esfuerzos por momentos en eje Z para punto A y B:

*Dist. desde proyección aplic. fuerza a CG suelda (y) = 5 + (0.707 * 5) = 8.54*

$$\text{Esfuerzo flexión eje Z en punto A } (\sigma_{b_{z_A}}) = \frac{M_Z * y_A}{I_S} = 0.0923[\text{MPa}] = \sigma_{b_{z_B}}$$

(Ec. 4.5.40)

Esfuerzo cortante debido a la aplicación de la fuerza sobre la suelda (τ):

$\tau_A = 0.00[\text{MPa}] = \tau_B \rightarrow$ porque la base se encuentra asentada sobre perfil

Esfuerzo por momentos en eje X para punto A :

Distancia desde pto. aplicación fuerza hacia junta soldada (r) = 320[mm]

Momento generado en el eje X (M_x):

$$M_x = F_{def} * r = 4095.29 * 320 = 1310492.80[N.mm] \quad (Ec. 4.5.41)$$

$$\text{Esfuerzo de flexión eje X en el punto A } (\sigma_{bx_A}) = \frac{M_x * y_A}{I_s} = 0.5794[MPa]$$

(Ec. 4.5.42)

Para punto B :

$$\text{Esfuerzo de flexión eje X en el punto B } (\sigma_{bx_B}) = \frac{0.5228}{2} = 0.2897[MPa]$$

(Ec. 4.5.43)

→ *Determinación de esfuerzos equivalentes y factor de seguridad :*

Para el punto A :

$$\text{Esfuerzo de corte total } (\tau_{T_A}) = \tau_{v_A} = 0.00[MPa]$$

$$\text{Esfuerzo cortante equiv. } (\tau_{eq_A}) = \sqrt{\tau_{T_A}^2 + (\sigma_{bx_A} + \sigma_{bz_A})^2} = 0.6717[MPa]$$

(Ec. 4.5.44)

Para el punto B :

$$\text{Esfuerzo de corte total } (\tau_{T_B}) = \tau_{v_B} = 0.00[MPa]$$

$$\text{Esfuerzo cortante equiv. } (\tau_{eq_B}) = \sqrt{\tau_{T_B}^2 + (\sigma_{bx_B} + \sigma_{bz_B})^2} = 0.3820[Mpa]$$

(Ec. 4.5.45)

$$\text{Esfuerzo equivalente medio } (\tau_{eqm}) = 0.3359[MPa]$$

$$\text{Esfuerzo equivalente alterno } (\tau_{eqa}) = 0.3359[MPa]$$

$$K_a = a * S_{ut}^b = 1.58 * 427^{-0.086} = 0.939 \rightarrow (\text{esmerilado}) \quad (Ec. 4.5.46)$$

(ver valores de "a" y "b" en Shigley, pág. 380, Tabla 7-5)

$$\text{Factor de corrección por carga } (K_w^*) = 1.00 \rightarrow (\text{flexión})$$

** $K_w \rightarrow$ ver Shigley, Tabla 7-7, pág. 383*

$$\text{Factor de corrección por tamaño } (K_s) = 0.859 - 0.000837 * 60.48 = 0.808$$

(ver ecuación en Shigley, pág. 380, ítem 4)

Factor de corrección por temperatura (K_{temp}) = 1.00 \rightarrow ($Temp_{opraci} \leq 450 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Factor de confiabilidad (K_c) = 1.00 \rightarrow (confiabilidad al 99%)

Límite de fatiga para probeta (S_{se}') = $0.5 * S_{ut} = 213.50[\text{MPa}]$ (Ec. 4.5.47)

Límite de fatiga para suelda (S_{se}) = $S_{se}' * K_a * K_w * K_s * K_{temp} * K_c = 161.99[\text{MPa}]$
(Ec. 4.5.48)

Límite de fluencia para suelda (S_{sy}) = $0.58 * S_y = 200.10[\text{MPa}]$ (Ec. 4.5.49)

$$\Rightarrow \text{Factor de seguridad (F.S.)} = \frac{S_{sy}}{\tau_{eqm} + \frac{S_{sy}}{S_{se}} * \tau_{eqa}} = 266.51 \quad (\text{Ec. 4.5.50})$$

COMENTARIO : se comprueba que la suelda satisface exageradamente la condición del diseño con un factor de seguridad de 266.51, por cuanto se decide acortar la longitud total de la suelda a la quinta parte, con lo que existirán tres cordones de 20 [mm] cada uno a ambos lados de la base soporte, resultando una configuración de 6 cordones en total.

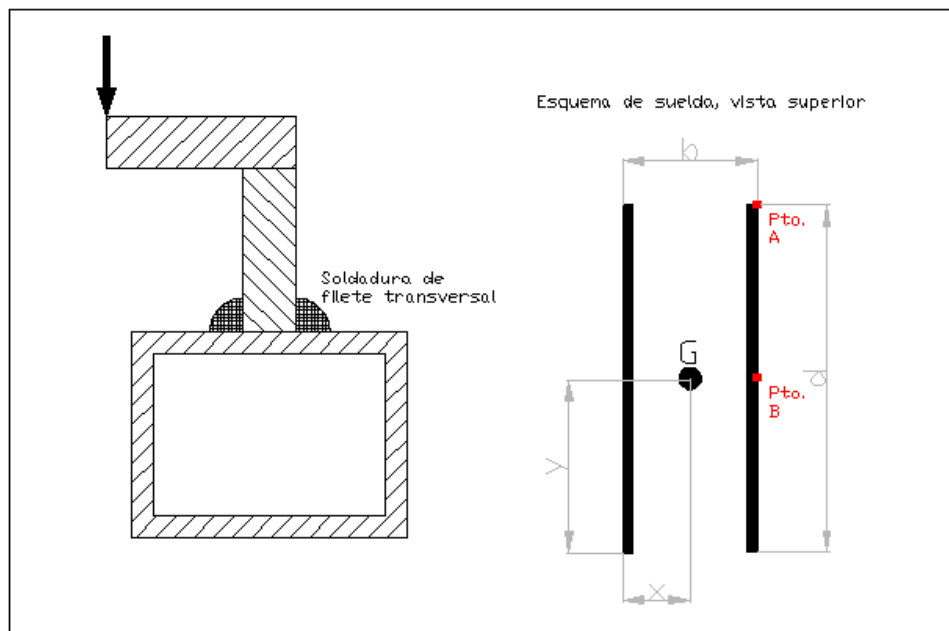


Figura 4.23. Propiedades a la flexión de soldaduras de filete

Comprobación de la resistencia del elemento de la junta soldada en la viga más crítica del bastidor (tramo de apoyo de la base soporte)

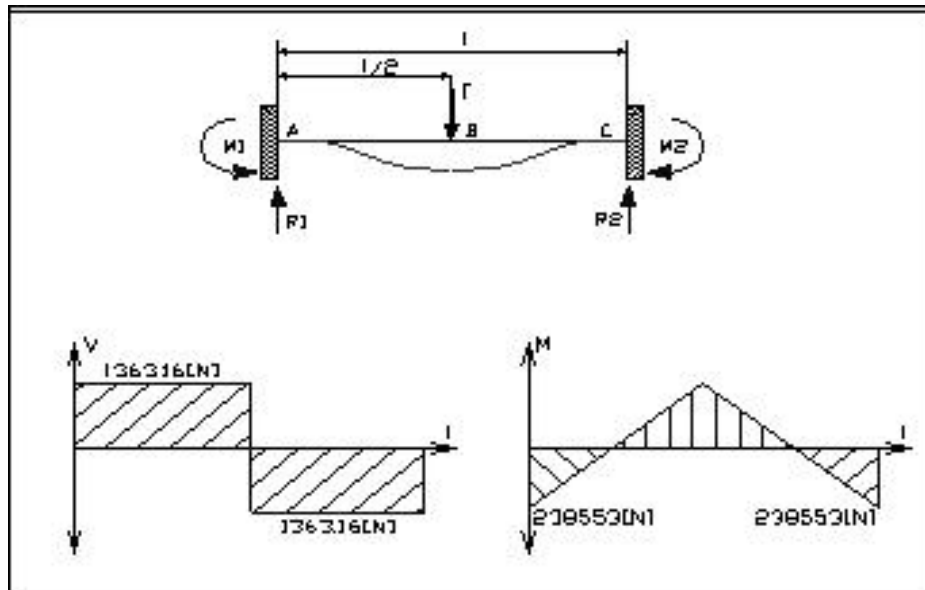


Figura 4.24. Diagrama de flecha de la viga del bastidor

Material del perfil : Acero estructural A36

Sut = 538[MPa]

Sy = 303[MPa]

→ Determinación de esfuerzos :

Perfil cuadrado L 40 x 40 x 3 [mm]

Longitud aproximada de la viga (l) = 700[mm]

Inercia del perfil cuadrado hueco (I) = 90100[mm⁴]

Fuerza máxima aplicada (Fmáx) = 612.90[lbf] ≈ 2726.32[N]

Factor aplic. carga en soldaduras para máq. choque moderado (F.a.c) : 1.50

*Fuerza def. por diseño de soldaduras (Fdef.) = Fmáx * F.a.c. (Ec. 4.5.51)*

Fdef. = 919.35[lbf] ≈ 4095.29[N]

Momentos aplicados en las juntas soldadas (M₁, M₂) :

$$M_{1,2} = \frac{F_{def} * l}{8} = 358337.88[N.mm] \quad (Ec. 4.5.52)$$

Distancia desde proyec.de aplic. de fuerza hacia CG suelda (y_A) = 20[mm]

$$\text{Esfuerzo de flexión } (\sigma_b) = \frac{M_{1,2} * y_A}{I_s} = 79.54[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.53})$$

$$\text{Esfuerzo de flexión medio } (\sigma_m) = 39.77[\text{MPa}]$$

$$\text{Esfuerzo de flexión alternante } (\sigma_a) = 39.77[\text{MPa}]$$

$$\text{Esfzo. cort. torsión } (\tau_t) = \frac{T}{2At} = \frac{4095.29 * 51}{2 * (40 - 3)^2 * 3} = 25.43[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.54})$$

$$\text{Esfuerzo cortante aplicación de carga } (\tau_v) = \frac{F_{def}}{A} = \frac{4095.29}{(40 - 3)^2} = 2.99[\text{MPa}]$$

(Ec. 4.5.55)

Para punto A:

$$\text{Esfuerzo cortante total } (\tau_T) = \sqrt{2.99^2 + 25.43^2 + 2 * 2.99 * 25.43 * \cos(45^\circ)}$$
$$= 27.63[\text{MPa}]$$

Para punto B:

$$\text{Esfuerzo cortante total } (\tau_T) = 25.43 + 2.99 = \underline{28.42[\text{MPa}]}$$

$$\text{Esfuerzo cortante medio } (\tau_m) = 14.21[\text{MPa}]$$

$$\text{Esfuerzo cortante alternante } (\tau_a) = 14.21[\text{MPa}]$$

Determinación de esfuerzos equivalentes críticos:

$$\text{Esfzo. equiv. medio } (\sigma_{eqm}) = \sqrt{\sigma_m^2 + 3 * \tau_m^2} = 46.77[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.56})$$

$$\text{Esfzo. equiv. altern. } (\sigma_{eqa}) = \sqrt{\sigma_a^2 + 3 * \tau_a^2} = 46.77[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.5.57})$$

$$K_a = a * S_{ut}^b = 56.1 * 538^{-0.719} = 0.610 \rightarrow (\text{lamin. en caliente}) \quad (\text{Ec. 4.5.58})$$

(ver valores de "a" y "b" en Shigley, pág. 380, Tabla 7-5)

$$\text{Factor corrección x carga } (K_w) = 1.00 * 0.59 = 0.590 \rightarrow (\text{flexión x torsión})$$

* $K_w \rightarrow$ ver Shigley, Tabla 7-7, pág. 383

$$\text{Factor corrección por tamaño } (K_s) = 1.24d^{-0.107} = 1.24 * 41.75^{-0.107} = 0.832$$

(ver ecuación en Shigley, pág. 380, ítem 3) (Ec. 4.5.59)

$$\text{Factor corrección temperatura } (K_{temp}) = 1.00 \rightarrow (Temp_{opraci} \leq 450^\circ\text{C})$$

$$\text{Factor de confiabilidad } (K_c) = 1.00 \rightarrow (\text{confiabilidad al 99\%})$$

$$\text{Límite fatiga probeta } (S_e) = 0.5 * K_a * K_w * K_s * K_{temp} * K_c * S_{ut} = 80.55[\text{MPa}]$$

$$\text{Límite fluencia del material } (S_y) = 303[\text{MPa}]$$

$$\Rightarrow \text{Factor de seguridad (F.S.)} = \frac{S_y}{\sigma_{eqm} + \frac{S_y}{S_e} * \sigma_{eqa}} = 1.36 \quad (\text{Ec. 4.5.60})$$

COMENTARIO: se comprueba que el perfil satisface de manera aceptable la condición más crítica del diseño con un factor de seguridad de 1.36.

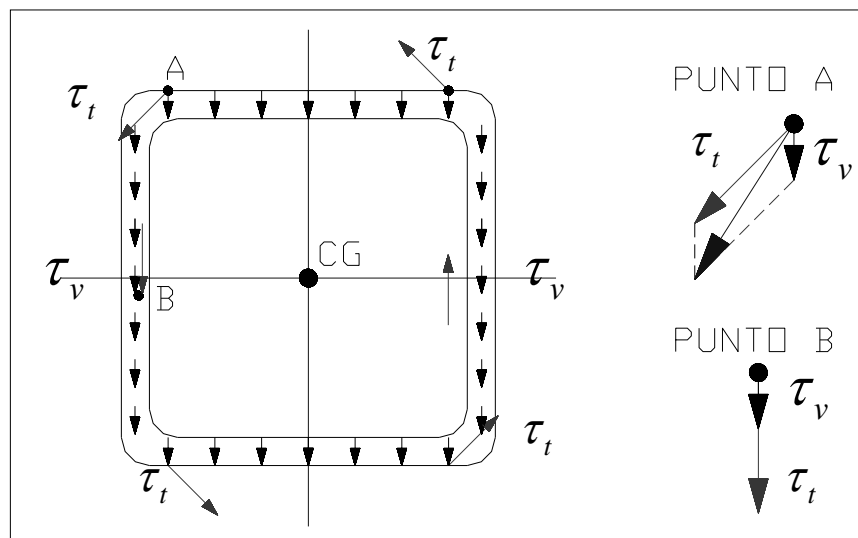


Figura 4.25. Estado de esfuerzos en sección del perfil cuadrado.

4.5.2. BASTIDOR

La estructura o esqueleto de la cámara debe ser analizada mediante un estudio estático en el cual se incluyan las cargas existentes (tanto vivas como muertas) en los tramos de la misma. Para efectos de esta investigación, se recurre al **Análisis Estructural de la cámara picadora** en el **Anexo 5** mediante el programa computacional de estructuras **SAP 2000**. El mismo permite determinar la aceptación de los nudos y tramos en condiciones de deflexión y resistencia.

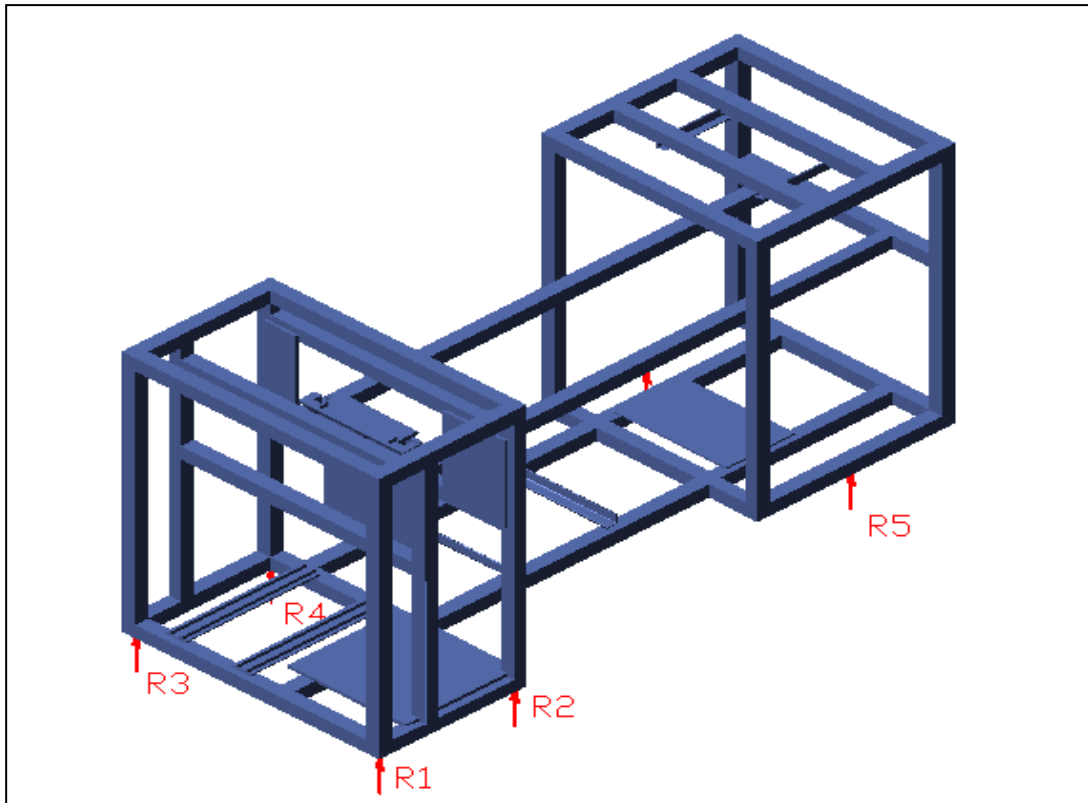


Figura 4.26. Bosquejo del bastidor de la cámara picadora.

4.6. DISEÑO DE PRISIONEROS Y CHAVETAS

4.6.1. PRISIONEROS

Para el diseño de los prisioneros requeridos en los diferentes sistemas de la cámara picadora, se recurre a la selección de elementos estandarizado existentes en inventario de bodega de mantenimiento.

Con este preliminar se procede a detallar el ejemplo del cálculo y la definición de los prisioneros de acuerdo a su funcionalidad y necesidad. Para completar la selección es necesario recurrir a la **Tabla C-13** de **Diseño de Prisioneros para Cámara Picadora** en el **4**.

Ejemplo de cálculos de demanda de prisioneros en elementos a tracción.

Diámetro de la sección del eje (ϕ_{eje}) = 35[mm]

Velocidad rotación elemento tracción (n_{tract}) = 415[rpm]

Potencia suministrada (Pot_{smt}) = 3.02[hp] → desde motor principal

$$Cap. sujeción demand. (Cdem) = \frac{63025 * Pot_{smt}}{n_{tract} * \frac{\phi_{eje} / 2}{25.4}} = 665.68[lbf] \quad (Ec. 4.6.1)$$

Diámetro del prisionero a emplear (ϕ_{prs}) = 3/8[pulg] ≈ 10[mm]

Capacidad sujeción teórica prisionero (Cteo) = 2000[lbf] → ver Shigley, pág. 513, Tabla 8–18

No. prisioneros colocados (Nprs) = 1[prisionero] → obtenido mediante iteración en EXCEL (Tabla C–13)

$$Factor de seguridad (F.S.) = \frac{Cteo * Nprs}{Cdem} = 3 \quad (Ec. 4.6.2)$$

CONCLUSIÓN: se empleará un prisionero de cabeza plana hueca de 10x1.5[mm].

4.6.2. CHAVETAS

El cálculo de las chavetas parte de la selección de un material típico para este tipo de elementos, para el caso particular de la cámara prensadora se adopta como constituyente de las chavetas al acero AISI 1045, cuya adquisición en el mercado ecuatoriano es accesible, tanto en medidas que responden al sistema métrico como al sistema inglés.

Este antecedente permite desarrollar el ejemplo de cálculo respectivo, además de presentarse en la **Tabla C-14** en detalle el **Diseño de las chavetas para la cámara picadora** en cada una de las secciones y elementos de tracción que reclaman la presencia de estos transmisores de torque y potencia.

Ejemplo de cálculos de chavetas en elementos a tracción

UBICACIÓN : Polea conducida banda alimentadora

Material de la chaveta : AISI 1045 CD $\rightarrow S_y = 32[\text{Kgf} / \text{mm}^2] \approx 313.92[\text{MPa}]$

Ancho chaveta (b) = 6.00[mm] $\approx 1/4[\text{plg}]$ Selección de pletina en medida

Alto chaveta (h) = 6.00[mm] $\approx 1/4[\text{plg}] \Rightarrow$ estándar (Prontuario Máquinas

Chaflán de chaveta (bl) = 0.30[mm] de Larburu, Tabla 18–13, pág. 518

Longitud chaveta (l) = 25[mm] \rightarrow longitud de manzana de la polea

Velocidad rotación del eje (n_{eje}) = 60[rpm] \rightarrow aproximadamente

Diámetro sección del eje (ϕ_{eje}) = 25[mm]

Diámetro de paso elemento a tracción (ϕ_{petrac}) = 177.80[mm] $\approx 7[\text{plg}]$

*Esfzo. corte aplicable por TECM (S_{sy}) = 0.5 * $S_y = 156.96[\text{MPa}]$ (Ec. 4.6.3)*

*Área de aplastamiento en chaveta (A_a) = $l * \frac{h}{2} = 79.38[\text{mm}^2]$ (Ec. 4.6.4)*

*Área de corte en chaveta (A_c) = $l * b = 158.75[\text{mm}^2]$ (Ec. 4.6.5)*

*Fuerza aplastam. teórica aceptable en chaveta (F_{a_t}) = $S_y * A_a = 24917.40[\text{N}]$
(Ec. 4.6.6)*

*Fuerza corte teórica aceptable en chaveta (F_{c_t}) = $S_{sy} * A_c = 24917.40[\text{N}]$
(Ec. 4.6.7)*

Fuerza tangencial aplicada en elemento de tracción ($F_{t_{(dato)}}$) = 422.88[lbf]

*Fuerza aplastam. real aplicada en chaveta (F_{a_r}) = $\frac{F_{t_{(dato)}} * 9.81}{2.2} = 1885.66[\text{N}]$
(Ec. 4.6.8)*

Factor de seguridad al aplastamiento ($F.S.a$) = $\frac{F_{a_t}}{F_{a_r}} = \underline{\underline{13.21}}$ (Ec. 4.6.9)

*Torque aplicado en chaveta (T) = $\frac{F_{a_r} * (\phi_{eje} - \phi_{petrac})}{1000} = 144.06[\text{N.m}]$
(Ec. 4.6.10)*

$$\text{Potencia transmitida a través de chaveta (Pott)} = \frac{2\pi * n_{eje} * T}{60 * 745.7} = 1.21[\text{hp}]$$

(Ec. 4.6.11)

$$\text{Esfuerzo torsor nominal } (\tau_n) = \frac{16000 * T}{\pi * \phi_{eje}} = 46.96[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.6.12})$$

$$\text{Factor multiplicador del } \tau_n (e) = \frac{1}{1 - 0.2 * \left(\frac{b}{\phi_{eje}}\right) - 1.1 * \left(\frac{h/2}{\phi_{eje}}\right)} = 1.23$$

(Ec. 4.6.13)

$$\text{Esfuerzo torsor real } (\tau_r) = \tau_n * e = 57.76[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.6.14})$$

CONCLUSIÓN: se emplea para el caso una chaveta de 6x6 [mm] de acero AISI 1045 CD, proporcionando un factor de seguridad para la labor de tracción de 13.21.

Parte II: DISEÑO DE CÁMARA PRENSADORA

4.7. GENERALIDADES

De igual manera que en el diseño de la cámara picadora, en la prensadora también se efectúa el estudio preliminar (***Tablas de control de pesaje, estimación semanal y mensual - Anexo 1***) con el cual se definen las proporciones de la misma a través de una estimación semanal de desechos. Estas medidas se consideran satisfactoriamente aprobadas en concordancia con la capacidad declarada en la ***Meta del Proyecto***; esto es:

Cámara prensadora con capacidad de 1.2 pies³

Con esta apreciación preliminar se ha expuesto el diseño seleccionado ante el Gerente de Mantenimiento, debido a las ventajas ofrecidas frente a las otras propuestas, asintiendo con la firme intención de desarrollar un diseño que se desempeñe eficientemente y que mantenga el criterio adoptado como objetivo del proyecto: **“Emplear los recursos inventariados en stock de bodega y utilizar materiales o elementos existentes en el mercado nacional”**.

Dentro del ámbito de las generalidades del diseño, se procuran procedimientos muy similares a los desarrollados en la picadora, pero con la facilidad de que en ésta cámara se procesarán tubos colapsibles y frascos de aluminio, lo que descomplica la determinación del parámetro crítico. Dichos procedimientos se detallan a seguir:

1) Estudio de campo del régimen de evacuación diaria.

Como se conoce previamente, se debe despachar todos los días los desechos generados desde la zona de Envase-Empaque hacia los colectores externos de la planta, siendo retirados dos veces por semana por los recolectores de basura municipales. A pesar de esta peculiaridad, se reconoce conveniente una utilización de la cámara prensadora de media hora por semana, en espera de una aceptable acumulación de despojos debido a la baja

producción de los mismos en calidad de rechazos. Esto se verifica en las **Tablas de control de pesaje - Anexo 1**.

En el **Anexo 6** del **Análisis estadístico descriptivo de ensayos destructivos en frascos**, se comprueba que el frasco de 10mL es el más crítico, dada su demanda de fuerza de destrucción (739.11 [Kgf] – 7248.19 [N]) en una pequeña concentración de área (443.01 [mm²]), lo que genera un esfuerzo de flexión sobre las placas prensadoras más demandante que en los otros casos. Estos hechos se verifican a base de cálculos en el siguiente paso.

2) Determinación del tipo de desperdicio más crítico a intervenir.

Como se previno en el punto anterior, el frasco de 10 mL se considera fundamental en el diseño de esta cámara, por cuanto se convierte en el desecho más crítico para sometimiento a destrucción, precisamente por su alta resistencia al demandar una fuerza representativa en un área considerablemente pequeña (16.35 [MPa] de presión en la placa de acero).

El **Anexo 7** de **Cálculo de fuerza demandada para efectos de trituración** permite comprobar dicha afirmación; y a la vez, proporciona la cantidad numérica de frascos para la cual estará concebida la cámara prensadora.

Dichos datos provienen de una serie de simples que cálculos que surgen con base a los beneficios que proporciona el cilindro de doble fuelle, especialmente su fuerza de avance.

Mencionada cualidad del cilindro está comprendida entre los 32000 a 53000 [N], pero por experiencias del proveedor se ha convenido en efectuar este proyecto tomando como referencia una fuerza de avance de 4500 [Kgf] o 44145 [N] (referirse a la **Documentación de productos de otros fabricantes** en el **Anexo 16**).

Determinación de la presión destructiva demandada por el desecho más crítico

Volumen del frasco a analizar (V_{fr}) = 10[mL]

Diámetro frasco (ϕ) = 23.75[mm] → dato proporcionado por Ctrl. Calidad

Altura frasco (H_f) = 62.00[mm] → dato proporcionado por Ctrl. Calidad

Fuerza máx. ruptura posición vertical ($F_{v_{máx}}$) = 591.29[Kgf] → Anexo E

Factor de confiabilidad ($F.c.$) = 1.25 → en función de desviación estándar de los ensayos destructivos.

*Fuerza máx. ruptura p. horizontal aplicada a diseño ($F_{v'_{máx}}$) = $F_{v_{máx}} * F.c.$*

$$F_{v'_{máx}} = 739.11[Kgf] \quad (Ec. 4.7.1)$$

*Presión máx. ejercida sobre placa prensado ($Pr_{máx}$) = $\frac{4 * F_{v'_{máx}}}{\phi^2} = 16.35[MPa]$*

(Ec. 4.7.2)

3) *Determinación de la capacidad de trituración por ciclo para la cámara prensadora.*

Para la especulación de la capacidad operativa del equipo, en referencia a la admisión de frascos por ciclo, se presenta en el **Anexo 7**, de **Cálculo de fuerza demandada para efectos de trituración**, un conjunto de tabulaciones que abarca la situación posicional (horizontal o vertical) de cada uno de los frascos, es sus variaciones de volumen. La intención es definir las circunstancias operativas para las potenciales condiciones de trabajo.

Dichas tabulaciones consideran también los resultados de la tabla de **Análisis estadístico de los ensayos destructivos de frascos** (en el **Anexo 6**) para el desarrollo del cálculo en función de la fuerza de avance del cilindro de doble fuelle; aclarando que se toman en cuenta los valores máximos de cada unos de los ensayos realizados, con el objeto de ponderar la circunstancia más crítica para cada muestra de frascos

Cálculo de la capacidad de prensado en función de la fuerza de avance

Fuerza de avance del cilindro de fuelle (F_p) = 4500[Kgf]

Volumen de frasco a analizar (V_{fr}) = 10[mL]

Diámetro frasco (ϕ) = 23.75[mm] → dato proporcionado por Ctrl. Calidad

Altura frasco (H_f) = 62.00[mm] → dato proporcionado por Ctrl. Calidad

Fuerza máx. ruptura posición horizontal ($F_{h_{máx}}$) = 127.85[Kgf] → Anexo E

Fuerza máx. ruptura posición vertical ($F_{v_{máx}}$) = 591.29[Kgf] → Anexo E

Factor de confiabilidad ($F.c.$) = 1.25 → en función de la desviación estándar de los ensayos destructivos.

$$\begin{aligned} \text{Fuerza máx. ruptura p. horizont. aplic. } (F_{h'_{máx}}) &= F_{h_{máx}} * F.c. \quad (\text{Ec. 4.7.3}) \\ &= 159.81[\text{Kgf}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuerza máx. ruptura p. vertical aplic. } (F_{v'_{máx}}) &= F_{v_{máx}} * F.c. \quad (\text{Ec. 4.7.4}) \\ &= 739.11[\text{Kgf}] \end{aligned}$$

$$\text{Cap. frascos p. horizont. } (No.p.h.) = \frac{F_p}{F_{h'_{máx}}} = 28.16 \approx 28[\text{frascos}] \quad (\text{Ec. 4.7.5})$$

$$\text{Cap. frascos p. vertical } (No.p.v.) = \frac{F_p}{F_{v'_{máx}}} = 6.09 \approx 6[\text{frascos}] \quad (\text{Ec. 4.7.6})$$

Cálculo de la capacidad de la cámara en función del espacio interior

Dimensiones de la cámara :

Largo (L) = 400.00[mm]

Ancho (A) = 400.00[mm]

Altura (H) = 120.00[mm]

Cálculo del número de frascos en posición horizontal :

$$\text{No. filas interior cámara } (N_f) = \frac{L}{H_f} = 6.45 \approx 6[\text{filas}] \quad (\text{Ec. 4.7.7})$$

$$\text{No. columnas interior cám. } (N_c) = \frac{A}{\phi} = 16.84 \approx 17[\text{columnas}] \quad (\text{Ec. 4.7.8})$$

$$\text{No. pisos interior cámara } (N_p) = \frac{H}{\phi} = 5.05 \approx 5[\text{pisos}] \quad (\text{Ec. 4.7.9})$$

$$\text{Cant. frascos en p. horizontal (No.p.h.)} = N_f * N_c * N_p = 578[\text{frascos}]$$

(Ec. 4.7.10)

CONCLUSIÓN: Dado la capacidad de prensado que puede ofrecer el cilindro de doble fuelle se determina que el número máximo de frascos a destruir es de 6 en posición vertical y de 28 en posición horizontal. Se descartan las capacidades por espacio interior en la cámara prensadora.

4) Definición de los procesos requeridos para la destrucción.

Para la concepción de este nuevo equipo es necesario definir brevemente cada uno de los pasos requeridos para la ejecución propia del tratamiento destructivo de los despojos. Estos pasos se listan así:

- Alimentación manual e ingreso automático de desechos a zona de destrucción: proceso en el cual se administran manualmente los despojos en una bandeja móvil cuyo piso de fondo tiene posiciones alternantes, estos elementos son a su vez accionados mediante dispositivos de control neumático para ingresar los desechos hacia el área de prensado, en espera del siguiente proceso.
- Ascenso, destrucción y descenso: segundo paso del ciclo, encargado de la desintegración de los desechos, el mismo que se ejecuta con la ayuda de dos placas de prensado, un cilindro neumático de alta capacidad y elementos de control neumático para el desempeño lógico del proceso.
- Extracción de remanentes tratados desde la zona de destrucción: tercera secuencia del ciclo, que transporta los desechos destruidos desde la zona de descarga. Emplea los mismos elementos mecánicos y neumáticos del proceso de alimentación, simplemente que en estados posicionales inversos.

- Acumulación y eliminación definitiva de remanentes: este paso final permite que se recolecten los despojos en un coche colector al interior de la zona de descarga, para que a continuación se coloquen de manera manual en fundas plásticas y se alojen en cartones para su disposición definitiva hacia los contenedores municipales.

4.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMPRESIÓN

El diseño de este sistema se basa en un análisis netamente estático por la naturaleza propia del equipo y por la frecuencia de utilización. Claramente se argumenta tal condición debido a que la cámara trabaja; en el peor de los casos, con **3 ciclos** de destrucción por semana promedio. Tomando en cuenta que cada ciclo de destrucción lleva alrededor de **5 a 7 minutos** se define claramente que el efecto de fatiga sobre los elementos de compresión es relativamente nulo. Además, durante los ciclos de prensado, el cilindro de doble fuelle asciende de manera uniforme y lenta (controlado mediante una válvula reguladora de flujo de aire) para facilitar un mejor ordenamiento de los despojos durante el ascenso y evitar que los mismos se destruyan en posición vertical. Por lo tanto, esta condición ayuda a disminuir los esfuerzos instantáneos.

En el **sistema de compresión**, el estudio se remite a la explicación de los elementos mecánicos que se encuentran directamente relacionados con la destrucción. Estos elementos son: 1) Plancha o placa de prensado ascendente / descendente y columnas transmisoras, 2) Plancha o placa superior fija de prensado, 3) Plancha o placa transmisoras de desplazamiento, columnas guías, bocines y camisas para bocines, 4) Plancha o placa base soporte y 5) Bandeja fija para zona de compresión.

Para facilitar el entendimiento de cada componente, se procede a continuación a describir la funcionalidad de los mismos por separado:

4.8.1. PLACA DE PRENSADO ASCENDENTE / DESCENDENTE Y COLUMNAS TRANSMISORAS

Estos elementos tiene singular trascendencia pues son los encargados de la destrucción de los desperdicios en acción conjunta con la placa fija superior. La placa ascendente / descendente adopta el desplazamiento alternante desde el cilindro de doble fuelle de manera indirecta, puesto que son cuatro columnas transmisoras las que transfieren dicho movimiento.

El material de la placa en cuestión es un acero A36 de 400 x 400mm, en un espesor de 12mm; y el de las columnas es de un acero de transmisión AISI 1040 con un diámetro de 22 mm (material existente en bodega) y con una longitud de 280 mm (dimensión que considera la carrera del cilindro de prensado: 230mm; más 50mm de adición que consideran la colocación de otros accesorios del equipo).

El espesor de la placa especificado responde a una adquisición oportuna de chatarra que efectuó Tecnandina en precio módico; por lo que se propuso el empleo de este material para efectos del diseño de la cámara prensadora. Las dimensiones se justifican en función del diámetro del cilindro de doble fuelle (380 mm), esta razón condiciona directamente el tamaño de la zona de compresión.

Con estas condicionantes iniciales se da paso a la modelación de la placa y las columnas transmisoras para un análisis de esfuerzos, ante un caso crítico de sometimiento del equipo. Este proceso se lo efectúa mediante un programa computacional en el **Anexo 9: Análisis de la placa de prensado en Cosmos Design Star**, con el cual se obtienen además de los esfuerzos, las deflexiones y el factor de seguridad del conjunto; comprobándose la siguiente tabla de resultados:

Tabla 4.1.- Resumen de resultados COSMOS

Circunstancia	Parámetro	Placa de prensado	Columnas transmisoras
CASO 1: <i>situación más común</i>	Esfuerzo VON MISES [MPa]	65.7	113.0
	Desplazamiento URES [mm]	<u>0.589</u>	0.145
	Factor de seguridad	2.5	
	Zona crítica	No	Si
CASO 2: <i>situación probable</i>	Esfuerzo VON MISES	33.90	<u>136.00</u>
	Desplazamiento URES	0.333	0.083
	Factor de seguridad	<u>1.8</u>	
	Zona más crítica	No	<u>Si</u>
CASO 3: <i>situación crítica, caso poco probable</i>	Esfuerzo VON MISES	55.20	132.00
	Desplazamiento URES	0.384	0.115
	Factor de seguridad	<u>1.9</u>	
	Zona más crítica	No	Si

Como se observa, la placa no es precisamente el elemento más crítico en cuestión de esfuerzos, sino que son las columnas transmisoras las que se afectarían en primera instancia en los tres casos investigados. El factor de seguridad efectivo para el conjunto sería el menor, con un valor de 1.8. El mayor desplazamiento de la placa es de 0.589 [mm].

De manera particular, se verifica que las columnas transmisoras sufren el efecto del pandeo, y el más crítico aplica un valor de deflexión máximo de 0.145 [mm], en el caso más crítico. Este desplazamiento podría perjudicar el ascenso de la placa al interior de la bandeja fija, por lo que se impone el hecho de mantener un espacio libre de 1[mm] a cada lado de la placa como holgura, para permitir el ligero movimiento de la plancha a causa al pandeo de sus columnas.

A continuación se muestra los diagramas de estudio del caso más típico; descargados del programa computacional, en el que se indica el valor de los esfuerzos de Von Mises para deflexión en diseño estático, los valores de los desplazamientos y el valor del factor de seguridad. Sin embargo, una presentación más completa se propone en el **Anexo 9**, en el cual se muestran los tres casos investigados para obtención del efecto más crítico y del efecto más común.

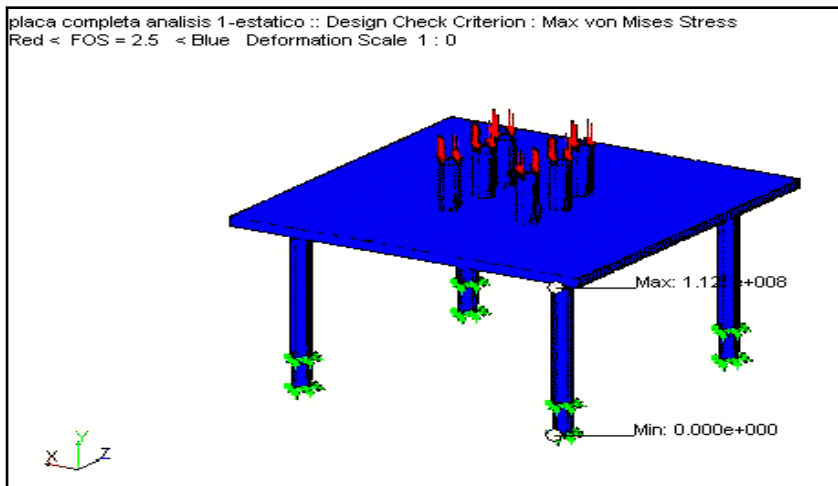


Figura 4.27.
Esfuerzo de VON
MISES.

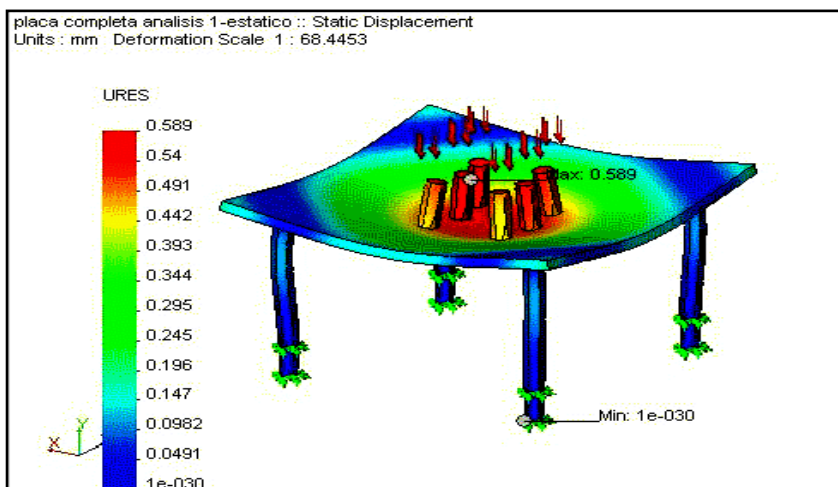


Figura 4.28.
Desplazamiento
de URES.

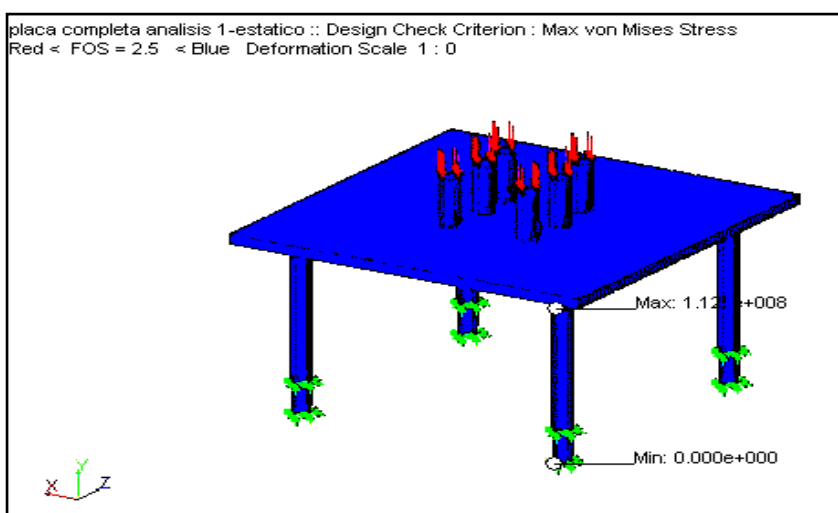


Figura 4.29.
Factor de
seguridad.

CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO: con los análisis efectuados, se llega a determinar que los materiales de la placa y de las columnas transmisoras se aceptan para el diseño de este conjunto de elementos.

4.8.2. PLACA SUPERIOR FIJA DE PRENSADO

Esta placa es el techo de la compresión, pues hacia ella son llevados los desperdicios con afán de destrucción. Como se conoce, la superior trabaja en conjunto a la ascendente / descendente y las columnas transmisoras; por tal razón, se sugiere la utilización del mismo material (A36), en dimensiones de 430 x 430mm y la consideración del mismo espesor (12 mm). Estas magnitudes se las adopta para garantizar la geometría, la estética y la confianza del diseño. No se presenta un análisis particular en COSMOS Design Star para este elemento, puesto que se sobre entiende que al aprobar la placa ascendente / descendente (estudio de esfuerzos, desplazamientos y factores de seguridad), la placa fija superior lo hará de igual manera. Además, esta placa lleva soldadas en la cara opuesta a la de compresión un par de vigas de perfil L, de 65 x 65 x 8mm, que refuerzan la resistencia a la deflexión de la misma, y a la vez, permiten que ésta se acople en la estructura de la cámara prensadora mediante pernos para mantenerla fija durante los procesos de destrucción y desmontable para efectos de limpieza. El siguiente diagrama muestra la configuración de estos elementos.

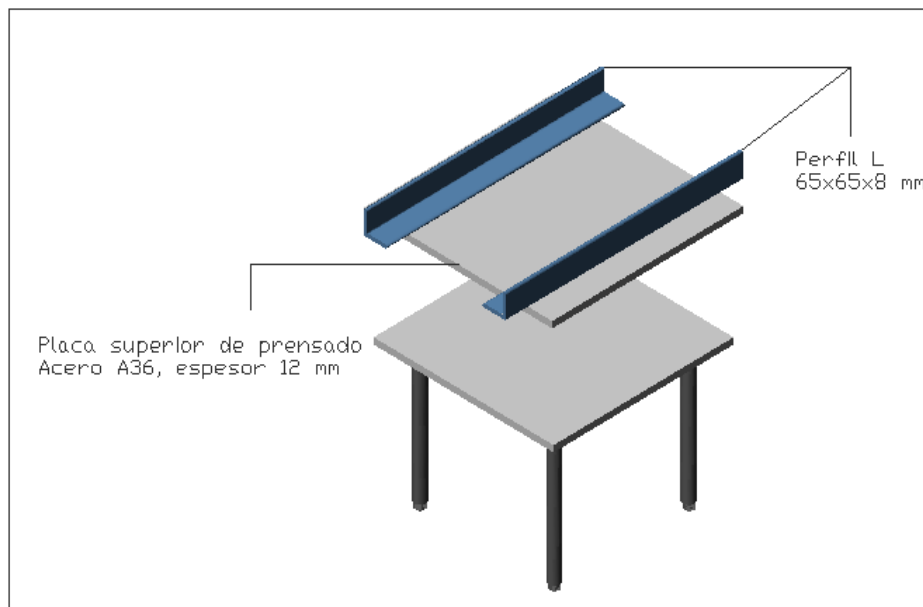


Figura 4.30. Ubicación de la placa superior y los perfiles angulares

4.8.3. PLACA TRANSMISORA, COLUMNAS GUÍAS, BOCINES Y CAMISAS

Placa de acero A 36 y dimensiones de 413 x 413mm y de 12mm de espesor (para mantener diseño y geometría de la placa ascendente / descendente). Tiene como función la de acoplar el cilindro de doble fuelle (junto a la placa base) al sistema de prensado y conceder el movimiento alternante del actuador a la propias placa de compresión mediante las columnas transmisoras. Estas últimas están empotradas a la placa a través de roscas M16x1.5mm.

Las columnas guías, del mismo material que las transmisoras (AISI 1040, ϕ 22mm, pero con longitud de 450mm para considerar el desplazamiento del pistón de prensado y la longitud de los bocines guías) se empotran también a la placa transmisora, mediante pernos avellanados M8x1.25mm, para actuar como guías del movimiento del cilindro de doble fuelle; evitando que éste se expanda y/o comprima de manera irregular, esto desplazaría inestablemente las placas. El trabajo completo de guiado lo realizan con apoyo de 8 bocines de bronce fosfórico (ϕ int. 22mm, ϕ ext. 40mm) insertados al interior de camisas de acero de transmisión (ϕ int. 40mm y ϕ ext. 50mm) y montados al bastidor por soldadura. A continuación un diagrama explicativo de esta disposición.

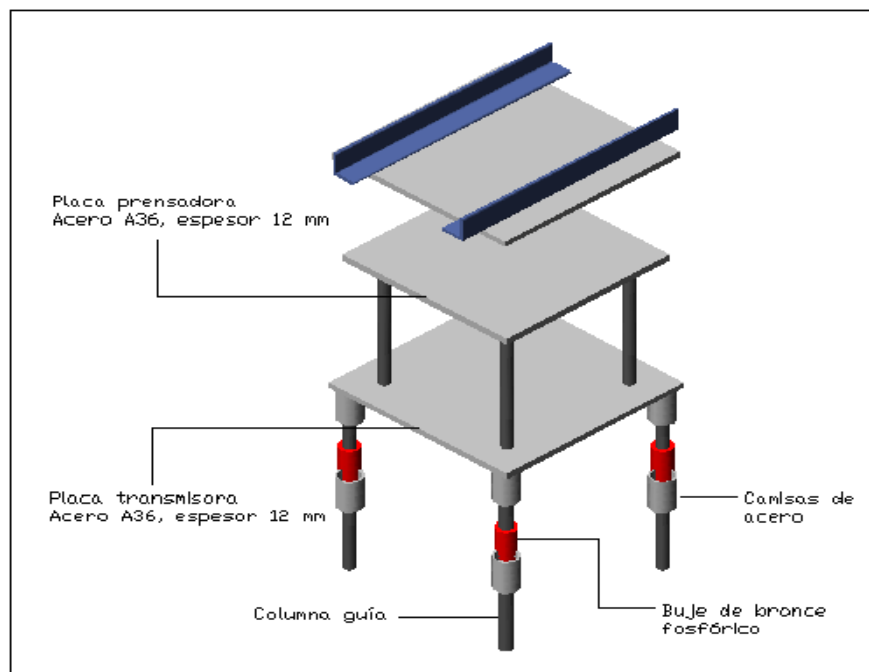


Figura 4.31. Disposición de placas, columnas, bocines y camisas.

4.8.4. PLACA BASE SOPORTE (asiento del cilindro de prensado)

Placa de acero A36, en dimensiones de 429x429mm y 12mm de espesor (manteniendo armonía con placa de prensado y placa transmisora), cuya principal función es servir de apoyo - asiento al cilindro de doble fuelle, para generar su fuerza de avance. La plancha está soldada sobre un par de perfiles L de 65x65x8mm, los que a su vez están empernados al bastidor principal.

Tiene además, las respectivas perforaciones para los pernos de fijación del cilindro (5 pernos, diam. 10mm) y una perforación de diámetro 14mm para la toma de aire del cilindro doble fuelle. Las esquinas de esta placa están recortadas en una diagonal de 70mm a 45° de inclinación.

A seguir el respectivo diagrama explicativo de los elementos descritos.

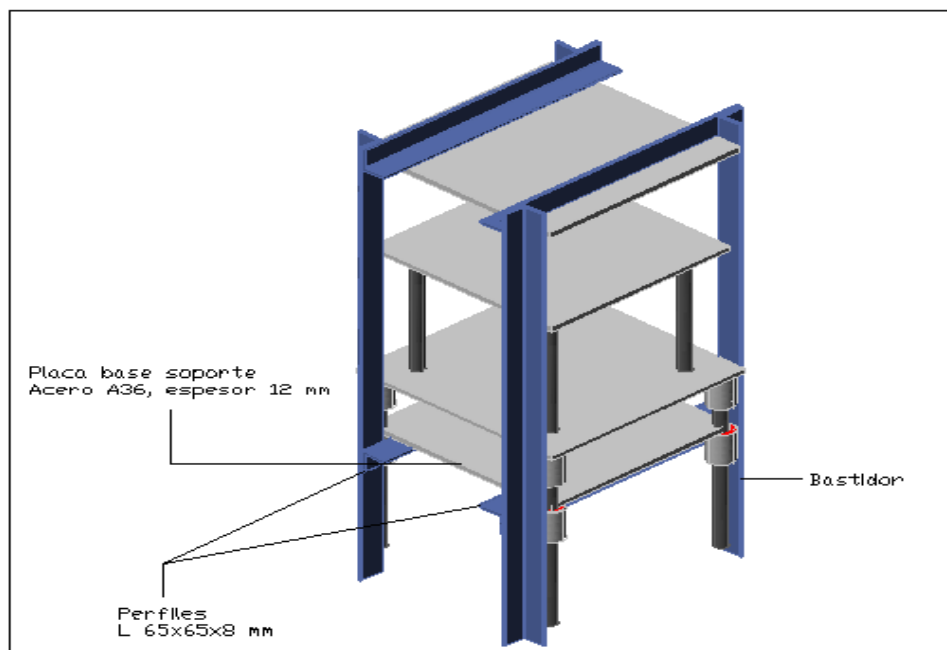


Figura 4.32. Disposición de placa base soporte y perfiles angulares.

4.8.5. BANDEJA FIJA PARA ZONA DE COMPRESIÓN

La bandeja fija es un elemento conformado por cuatro placas de acero A36, dimensiones de: a) 405 x 110mm y de 12 mm de espesor, y b) 429 x 110mm y 12mm de espesor; que actúan como paredes laterales de la zona de compresión. Estas paredes están soldadas una a otra a través de suelda a

tope. No se reconoce diseño de soldadura en esta punto por cuanto se conoce que las fuerzas laterales debidas a la explosión o aplastamiento de los desechos al interior es mínimo en comparación con la resistencia que genera un cordón de solda en electrodo E6011 y un acabado en electrodo E6013. Más relevancia tiene el acabado de la solda por cuanto es conveniente tener un condón uniforme para mejorar la estética y procurar hermeticidad.

Esta bandeja fija está soldada a las columnas laterales del bastidor principal (perfiles L 65x65x8 mm) para mantenerla asegurada.

A continuación se muestra el diagrama explicativo de disposición del equipo.

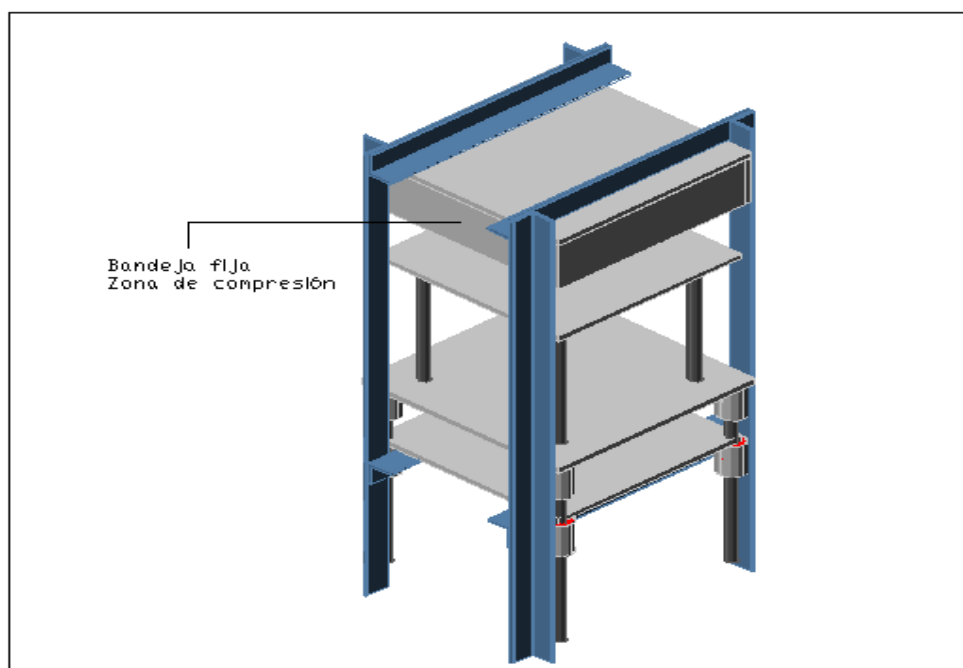


Figura 4.33. Disposición de la bandeja fija.

4.9. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y EVACUACIÓN

Como su nombre lo indica, el sistema tiene la particularidad de alternar las dos funciones, tanto para la alimentación de los desechos como para su pronta evacuación. Esta característica la consigue a través de elementos neumáticos actuadores, que controlados mediante sensores y válvulas, armonizan el ciclo de destrucción en participación con el cilindro de doble fuelle. Todos estos elementos de control neumáticos se explican en detalle en el tema **4.10**.

Diseño del sistema neumático, en el cual se incluyen los diagramas de los actuadores y los diagramas neumáticos de operación.

Esta parte del diseño se concreta a la concepción de los dispositivos que facilitan las labores de carga y descarga, los mismos que se listan así: 1) Bandeja móvil, 2) Acople de conexión pistón – bandeja, 3) Placa o piso transitorio y 4) Plaquetas para sujeción de rodamientos y rieles de rodadura.

4.9.1. BANDEJA MÓVIL

Este componente se encuentra conformado, de igual manera que la bandeja fija, de cuatro paredes laterales de acero A36, en dimensiones de: a) 405 x 115mm y de 6mm de espesor, y b) 417 x 115mm y 6mm de espesor (por cuestiones geométricas, herméticas y estéticas). La razón de la diferencia en el espesor de esta bandeja móvil a la fija es porque se trata únicamente de un elemento de traslado de materiales, mas no de una bandeja que actúe directamente en la compresión, razón por la cual se busca alivianar el peso, para disminuir el trabajo del actuador neumático, cuya longitud de carrera es similar al largo de la bandeja.

La costura de suelda de la bandeja también está desarrollada en un electrodo E6011 y un acabado en electrodo E6013. Las razones de estas condiciones son las mismas que las de la bandeja fija (esteticidad y hermeticidad).

La disposición funcional de este conjunto la comanda el actuador, mismo que coordina a través del circuito neumático la secuencia de participación de la bandeja dentro del ciclo de destrucción. El deslizamiento de esta bandeja es agilitado por 2 pares de rodamientos sobre 2 rieles guías de acero estructural.

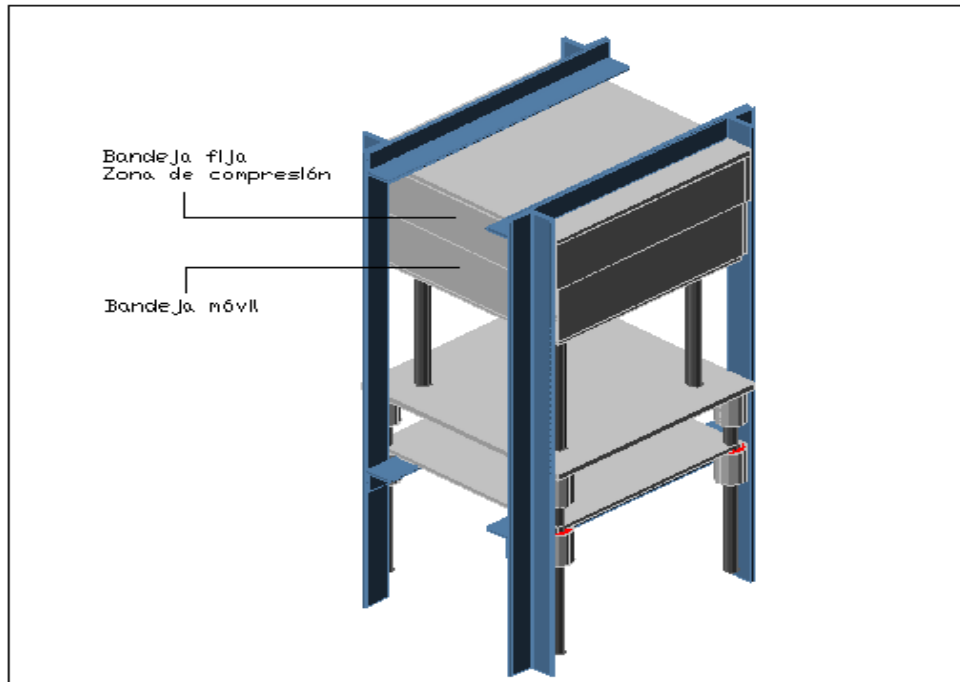


Figura 4.34. Disposición de la bandeja móvil.

4.9.2. ACOPLÉ DE CONEXIÓN PISTÓN – BANDEJA MÓVIL

Dispositivo diseñado en acero de transmisión 1018 de 50mm de diámetro (material de stock) para la transferencia del movimiento alternante del pistón a la bandeja. Para cumplir con su objetivo este elemento se divide en dos partes: a) Acople de sujeción, b) Pletina base acople y c) Pletina roscada de acople.

a) Acople de sujeción: este componente es un eje de diámetro 20mm x 86mm de longitud en acero AISI 1040, con perforación en un extremo para una rosca M10x1.5mm, la cual sirve para acoplar el vástago del actuador con la propia bandeja. Este acople se soldará (suelda a filete) con electrodo E6013 en la pletina de base, en el extremo opuesto a la perforación.

b) Pletina base acople: pletina desarrollada en base a un acero A36 cuyas dimensiones son 60x20mm y espesor 12mm, con dos perforaciones abocardadas para la inserción de pernos M6 con cabeza allen, mismas que se roscarán en la pletina roscada de acople.

c) Pletina roscada de acople: este componente se encuentra soldado a la bandeja móvil, el mismo que posee un par de agujeros roscados para los pernos de sujeción (M6x1mm) que permitirán ensamblar el acople de sujeción (ya soldado a la pletina base) con la pletina roscada en dichos agujeros, de tal manera que la transferencia del movimiento alternante del elemento neumático hacia la bandeja móvil sea.

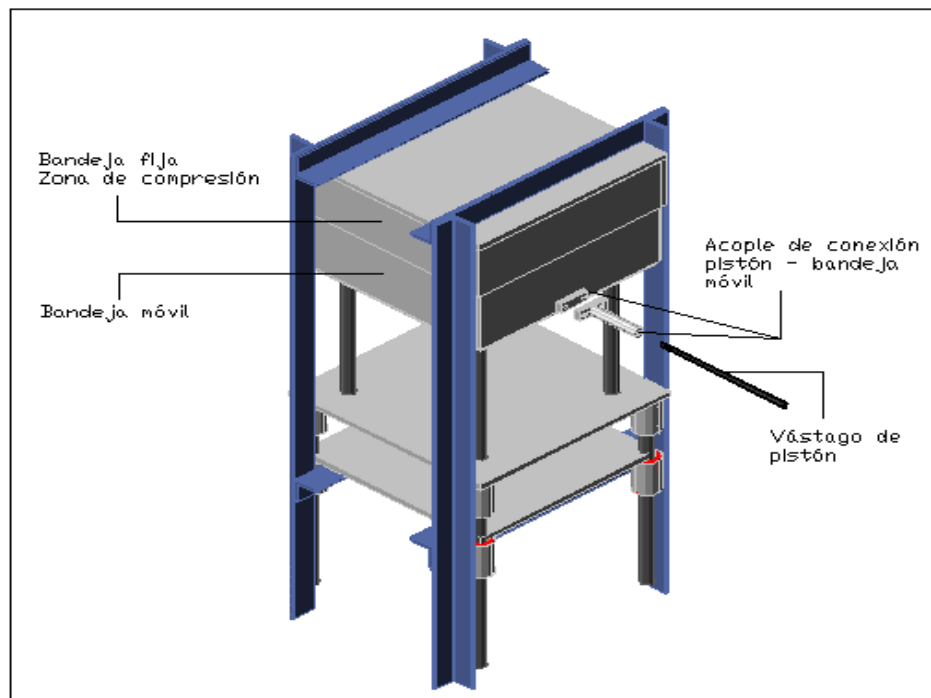


Figura 4.35. Disposición del acople de conexión pistón – bandeja móvil.

4.9.3. PLACA O PISO TRANSITORIO

Esta placa (400 x 400mm) trabaja como piso base durante la alimentación y como compuerta de descarga en la evacuación de los desperdicios. Para desarrollar tales funciones está motivada por un cilindro de 200 mm de carrera (distancia suficiente para permitir la caída de los despojos hacia el coche colector). El actuador participa en el sistema neumático mediante control lógico, precisamente para coordinar las labores de carga y descarga de desechos. Este piso está elaborado en acero A36 y en un espesor de 6mm.

El piso transitorio se desliza mediante dos pares de rodamientos sobre dos rieles guías, las cuales comparten con el par de rodamientos posteriores de la bandeja móvil.

Este elemento se conecta con el actuador mediante una plaquita acople. Para comprensión del diseño se recomienda verificar la siguiente figura.

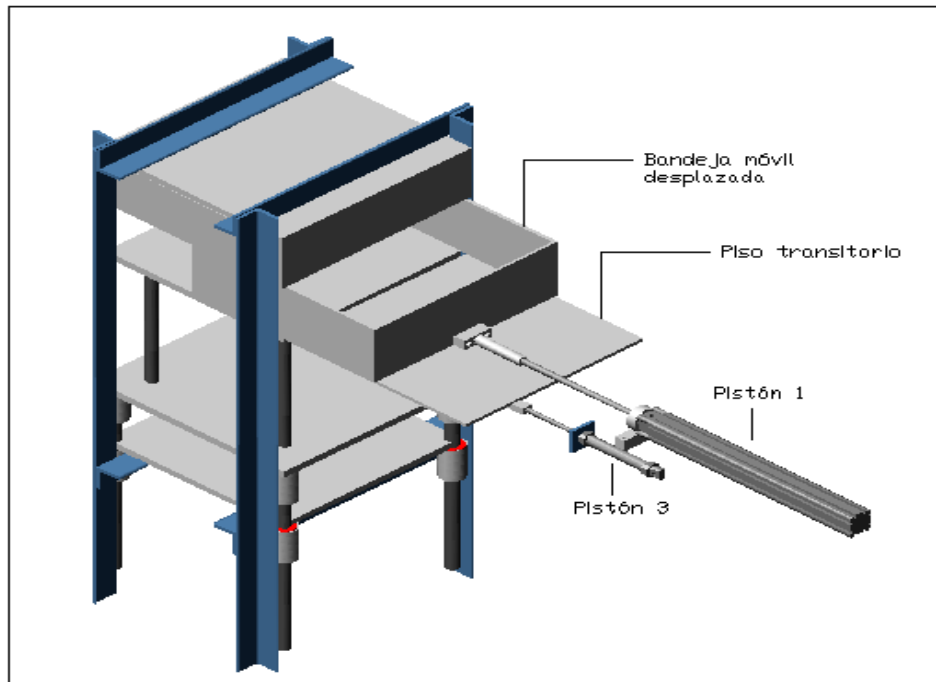


Figura 4.36. Disposición de piso transitorio y bandeja móvil.

4.9.4. PLAQUITAS PARA SUJECIÓN RODAMIENTOS Y RIELES DE RODADURA

Estas plaquitas están diseñadas para permitir la colocación de unos pequeños ejes pasantes que incluyen **rodamientos tipo 6003** (considerados por ser los rodamientos más pequeños existentes en bodega). Como es de conocimiento anticipado, los rodamientos ayudan con el deslizamiento de elementos como la bandeja móvil y el piso transitorio, sobre el juego de rieles guías de perfil L 30x30x3 mm en acero estructural A36 (material de común adquisición y existencia).

Para evitar la mayor cantidad de fricción durante la rodadura, las superficies de contacto de las rieles serán frecuentemente lubricadas con grasa común. A continuación se detalla en el diagrama la ubicación de los elementos citados.

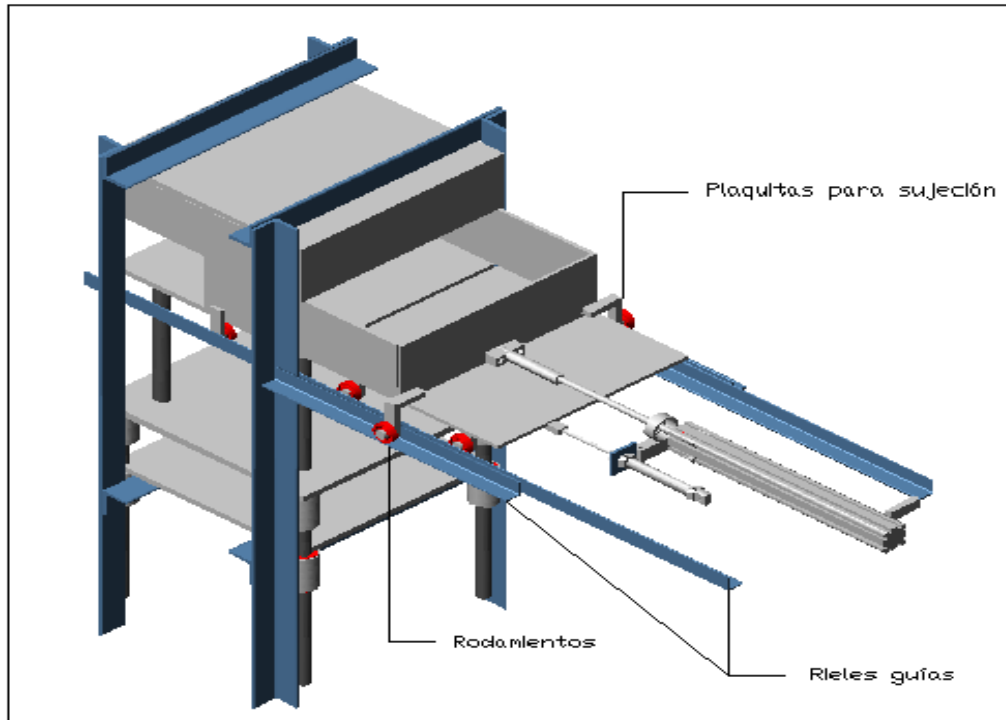


Figura 4.37. Disposición de plaquitas de rodamientos y rieles de rodadura.

4.10. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

Este es el sistema neumático de la cámara prensadora, pues es el encargado directo del desempeño de la misma. Sus elementos neumáticos de control deben sincronizar acertadamente la participación de los actuadores y de los respectivos elementos de máquina que intervienen en el ciclo de prensado. A continuación se presenta una breve descripción de los componentes neumáticos principales, los mismos que se listan así: 1) Cilindro de doble fuelle, 2) Cilindro de bandeja móvil, 3) Cilindro para piso transitorio y 4) Válvulas neumáticas y accesorios de control neumático.

4.10.1. CILINDRO DE DOBLE FUELLE

Accesorio de simple efecto cuyas particulares características suministra el movimiento ascendente o descendente de la placa de prensado (en conformidad con el circuito de control neumático), con una fuerza de avance considerablemente alta (entre 32000 – 53000 N). Este elemento es sustancialmente crítico en el desempeño de la cámara, por lo tanto se exige un extremo cuidado en la operación y mantenimiento del mismo, para alcanzar niveles de eficiencia aceptables en los procesos de destrucción. Este elemento está asentado sobre la placa base soporte y transfiere su potencia de prensado a la placa transmisora.

La carrera del cilindro depende exclusivamente de la capacidad elástica de deformación del doble fuelle, que para el caso es de 230 mm.

Las especificaciones de este actuador EB-380-230 (cuyo fabricante es FESTO) se las encuentra de manera completa en el **Anexo 16** de **“Productos de otros fabricantes”**.

A seguir se muestra el diagrama explicativo del cilindro en posición de trabajo.

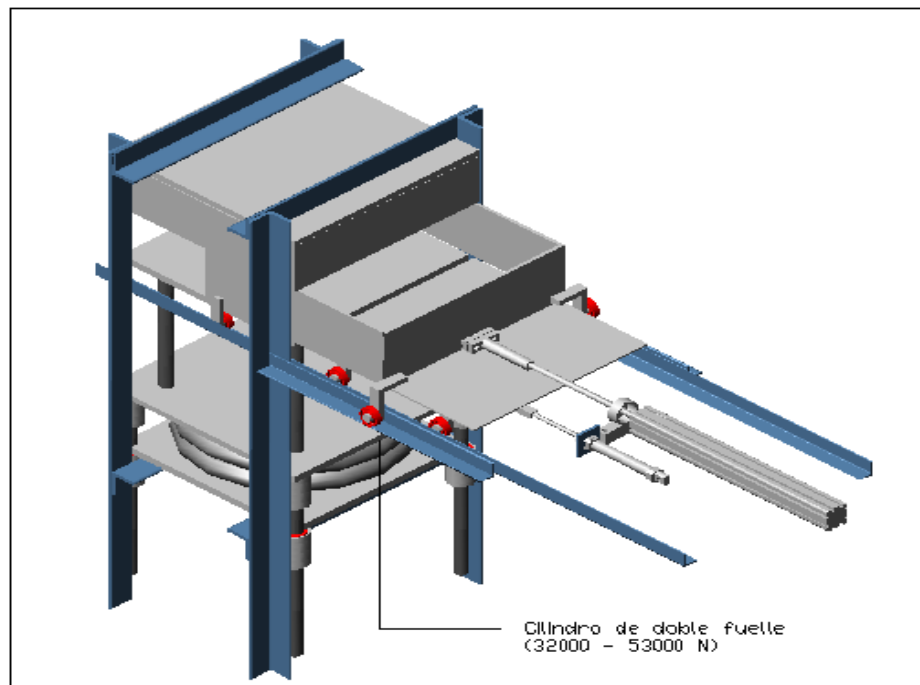


Figura 4.38. Ubicación del cilindro de doble fuelle

4.10.2. CILINDRO DE BANDEJA MÓVIL

El cilindro de la bandeja móvil es un actuador de doble efecto, marca FESTO, y responde al tipo DNC (normalizado según ISO 6431 y VDMA). La carrera requerida para este cilindro es de 400 mm (longitud de la placa de prensado ascendente / descendente), sin ser necesaria una alta capacidad en cuanto a velocidad de avance o retroceso.

La función del pistón es la de suministrar el movimiento alternante a la bandeja móvil, para coordinar las acciones de carga y descarga de desechos en conjunto con las válvulas de control neumático y los finales de carrera.

Con estas consideraciones previas, se juzga conveniente escoger un DNC–32–400–PPV, para su inclusión en la cámara prensadora. Las especificaciones del seleccionado se encuentran, de igual manera, en el **Anexo 16**.

A continuación se presenta el respectivo diagrama explicativo para facilitar la comprensión del desempeño del actuador.

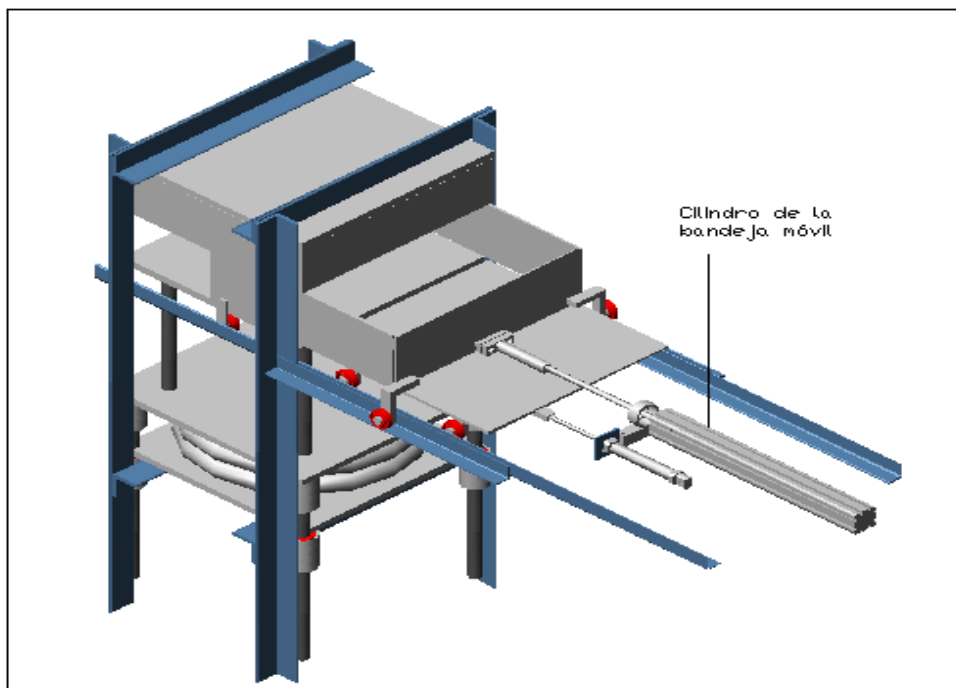


Figura 4.39. Ubicación del cilindro de la bandeja móvil.

4.10.3. CILINDRO DE PISO TRANSITORIO

El cilindro del piso transitorio es un actuador de doble efecto, marca FESTO, y responde al tipo DNC (normalizado según ISO 6431 y VDMA). La carrera requerida para este cilindro es de 200 mm, sin ser necesaria una alta capacidad en cuanto a avance o retroceso.

La función del pistón es la de suministrar el movimiento alternante al piso transitorio, para coordinar las acciones de carga y descarga de desechos en conjunto con las válvulas de control neumático y los finales de carrera.

Con estas consideraciones previas, se juzga conveniente escoger un DNC–32–200–PPV, para su inclusión en la cámara prensadora. Las especificaciones del seleccionado se encuentran, de igual manera, en el **Anexo 16**.

A continuación se presenta el respectivo diagrama explicativo para facilitar la comprensión del desempeño del actuador.

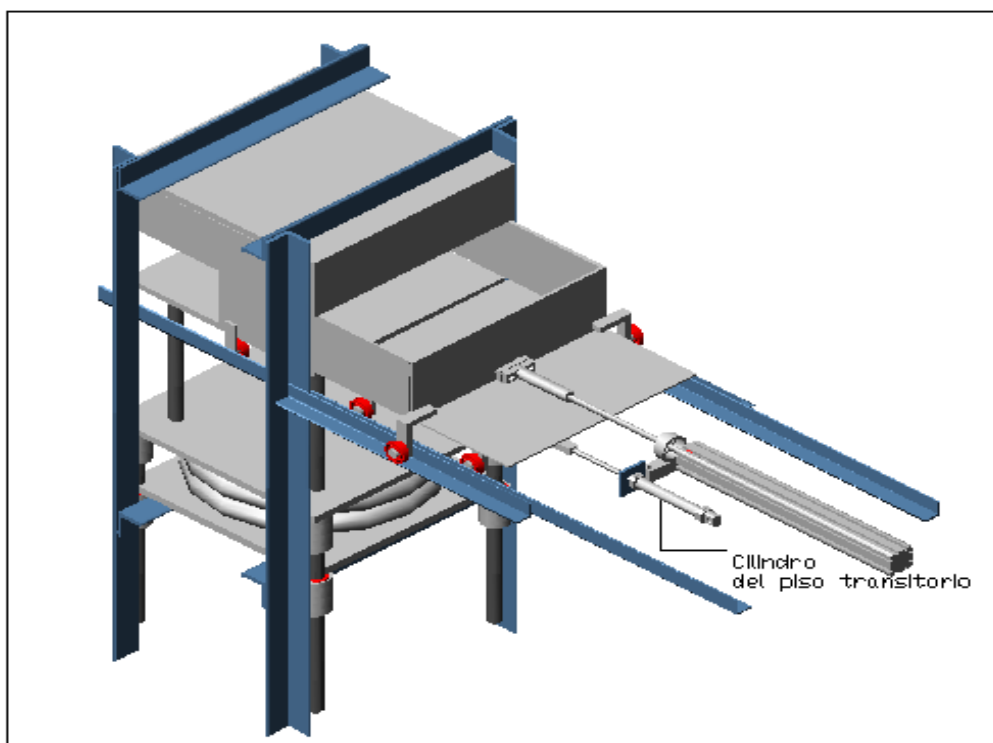


Figura 4.40. Ubicación del cilindro del piso transitorio.

4.10.4. VÁLVULAS NEUMÁTICAS Y ACCESORIOS DE CONTROL

El sistema de control permite la interacción de los actuadores de manera sincronizada, en conformidad con la fase del ciclo en el que se encuentra el proceso de destrucción de los desperdicios.

Dicho proceso se resume en 4 fases: 1) Alimentación manual e ingreso automático de desechos a zona de destrucción, 2) Ascenso y destrucción, 3) Descenso y extracción de los remanentes tratados desde la zona de destrucción y 4) Acumulación y eliminación definitiva de remanentes.

La secuencia se explica de manera gráfica en el **Anexo 10: Circuito Neumático**, y lo complementan los esquemas del proceso neumático desarrollado en el programa computacional **PNEUSIM**.

Un listado de los elementos que conforman este sistema de control neumático se lista a continuación, todos pertenecientes a la marca FESTO (proveedores de Grünenthal y asesores directos del proyecto con quienes se convino la selecciones de los componentes):

- a) Unidad de mantenimiento tipo LFR-1/4-D-MINI-A
- b) 4 Válvulas de control neumático, 5/2 vías tipo JH-5-1/4.
- c) 1 Válvula de precisión, reguladora de caudal tipo GRP-10-PK-3 .
- d) 1 Válvula básica con cabezal de accionamiento (pulsadora de seta), 3/2 vías tipo P-22-SW.
- e) 4 Válvulas microswitch de rodillo con conexión M5, 3/2 vías tipo R-3-M5
- f) Reducciones tipo D-3/4I – A y D-3/8I – 1/2A.
- g) Racores orientables tipo QSL-1/4-10, QSL-3/8-10, QSL-1/4-8, QSL-1/8-8 y QSL-1/8-6.
- h) Racores rápidos tipo QSM-M5-6
- i) Tapón ciego B-1/4
- j) Derivaciones T tipo QST-6, QST-8, QST-8-6
- k) Silenciador U – M5
- l) Tubos de poliuretano tipo PUN-8x1.25 BL, PUN-10x1.5 BL
- m) Tubo amarillo tipo PUN-6x1 GE

En el **Anexo 16** sobre **Productos de otros fabricantes** se certifican las características de cada uno de los elementos neumáticos empleados en **PRENSCOVEL 5651**.

4.11. BASTIDOR

El esqueleto de la cámara prensadora se encuentra combinada de dos partes claramente definidas: 1) Estructura principal, 2) Pernos en juntas y 3) Estructura secundaria. Cada una de ellas tiene su función explícita, las mismas que se particularizan a continuación:

4.11.1. ESTRUCTURA PRINCIPAL

Desarrollada en un perfil estructural angular L de 65x65x8mm en acero estructural A36. Perfil considerado para el diseño de la prensadora por su existencia en stock de mantenimiento, en una longitud de 6 metros.

El diseño de esta estructura es uno de los puntos más críticos de toda la cámara, por cuanto la misma debe ser apta para el sometimiento que exigen las cargas de prensado. Para tal efecto se desarrolla el análisis de reacciones, momentos y resistencia de las vigas superiores; además, un estudio estático completo en SAP, **Anexo 11: Análisis estructural de la cámara prensadora**, respalda la selección del perfil antes mencionado.

Además, previamente se define necesario el que juntas sean empernadas porque requiere la facultad de ser removible, para efectos de limpieza.

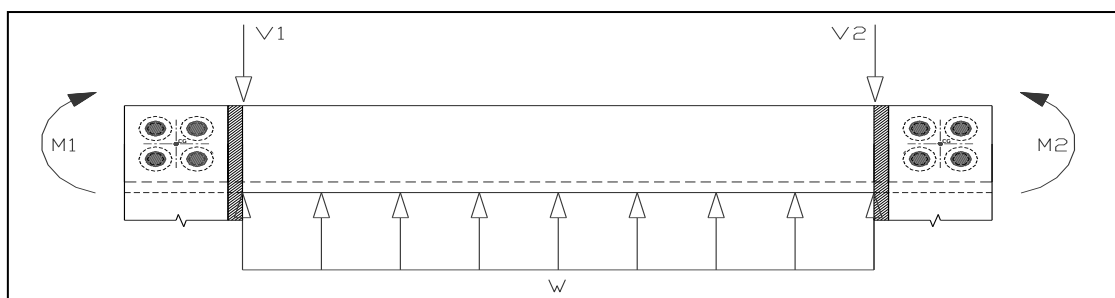


Figura 4.41. DCL de vigas superiores en bastidor principal.

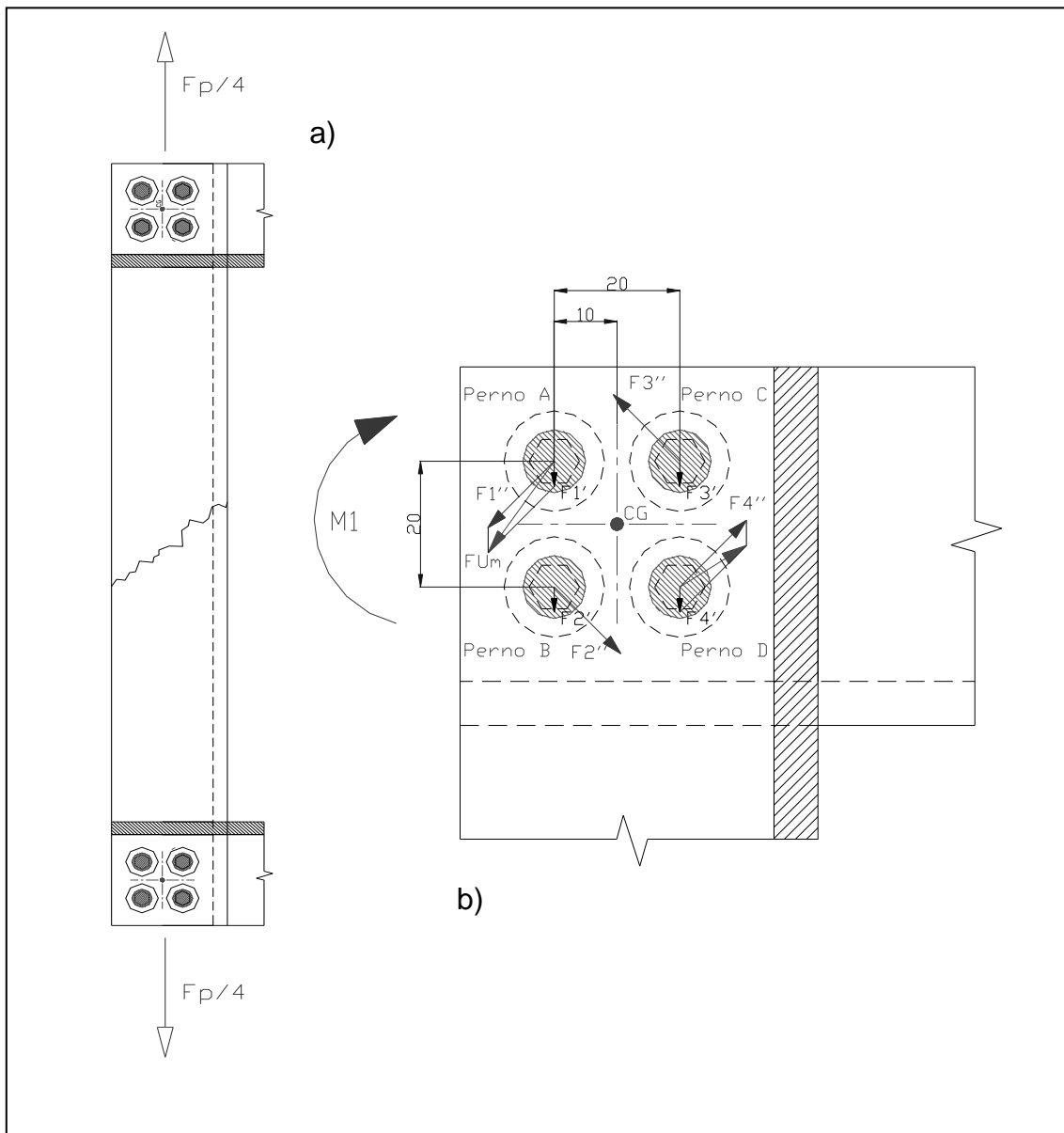


Figura 4.42. a) DCL columna de bastidor principal y b) fuerzas actuantes en pernos.

A continuación se presentan los cálculos desarrollados a partir del DCL, a fin de determinar las fuerzas actuantes sobre las juntas empernadas.

Cálculo de esfuerzos y reacciones en vigas y columnas.

Perfil L empleado : L65x65x8 [mm] → análisis de SAP (Anexo 10)

$$\text{Inercia del perfil } (I_p) = 384000[\text{mm}^4]$$

$$\text{Sección del perfil } (S_p) = 980[\text{mm}^2]$$

$$\text{Número de vigas y/o columnas } (nv) = 4[\text{vigas}]$$

$$\text{Longitud de cada viga } (lv) = 570[\text{mm}]$$

$$\text{Longitud de cada columna } (lc) = 1035[\text{mm}]$$

Cálculo del esfuerzo normal sobre las columnas del bastidor principal

$$\text{Fuerza de prensado } (F_p) = 4500[\text{Kgf}] \approx 44145[\text{N}]$$

$$\text{Esfuerzo normal sobre las columnas } (\sigma_n) = \frac{F_p / 4}{S_p} = 11.26[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.11.1})$$

$$\text{Esfuerzo de fluencia para acero estructural A36 } (S_y) = 248.21[\text{MPa}]$$

$$\text{Factor de seguridad del perfil para la tracción } (F.S.t) = \frac{S_y}{\sigma_n} = \underline{\underline{22.04}} \rightarrow \text{no crítico}$$

(Ec. 4.11.2)

Cálculo de reacciones, momentos y deflexiones en juntas empernadas :

$$\text{Carga distrib. vigas placa superior } (w) = \frac{F_p}{nv * lv} = 27.45[\text{N} / \text{mm}^2] \quad (\text{Ec. 4.11.3})$$

$$\text{Reacciones en las juntas empernadas } (R_{1,2}) = \frac{wl}{2} = 5518.13[\text{N}] \quad (\text{Ec. 4.11.4})$$

$$\text{Momentos en las juntas empernadas obtenido en SAP } (M_{1,2}) = 430354[\text{N.mm}]$$

4.11.2. PERNOS DE JUNTA EMPERNADA

Estos elementos son neurálgicos para el éxito del diseño de esta cámara, en vista de que deben ser capaces de soportar las reacciones y momentos que generan las fuertes demandas de prensado.

La necesidad de juntas empernadas, se han explicado con antelación, y es indispensable que régimen de limpieza se mantenga para evitar al máximo la corrosión que podrían ocasionar los potenciales fluidos al interior de los frascos y/o tubos. A seguir se presenta la serie de cálculos desplegada para la definición de la junta en función de los pernos a utilizarse, considerando

específicamente la resistencia de las vigas y columnas y el análisis de influencia de los pernos; aclarando que el diseño se basa en un estudio estático de los elementos, porque así lo exige el régimen de utilización y las condiciones de operación. El DCL que permitirá comprender de mejor manera la acción de las fuerzas sobre los pernos, se presenta en la **Figura 4.42, b).**

Cálculo de fuerzas y definición de pernos a utilizarse.

Diámetro del perno (ϕ_p) = 10[mm] \rightarrow impuesto

$$\text{Fuerzas cortantes puras en junta } (F_1', F_2', F_3', F_4') = \frac{R_{1,2}}{4} = 1379.53[N] \quad (\text{Ec. 4.11.5})$$

Fuerzas cortantes por momento generado ($F_1'', F_2'', F_3'', F_4''$)

$$F_1'', F_2'', F_3'', F_4'' = \frac{M_{1,2}}{4r} = 7608.80[N]; \quad (\text{Ec. 4.11.6})$$

$$\text{donde: } r = \sqrt{10^2 + 10^2} = 14.14[\text{mm}]$$

$$\text{Fuerza resultante en c / perno } (FRp) = \sqrt{F_1''^2 + F_1'^2 + 2 * \cos 45 * F_1'' * F_1'} = 8639.52[N] \quad (\text{Ec. 4.11.7})$$

$$\text{Esfuerzo cortante en perno } (\tau_b) = \frac{FRp}{Ac} = 110.00[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.11.8})$$

$$\text{donde } (Ac) = \frac{\pi * \phi_p^2}{4} = 78.54[\text{mm}^2] \quad (\text{Ec. 4.11.9})$$

Esfuerzo equivalente en perno (σ_{eqp}) = $2 * \tau_b$ máx = 220.00[MPa] \rightarrow TECM

$$\text{Esfuerzo cortante en perfil estructural } (\tau_v) = \frac{F_1'}{\pi * \phi_{cp} * e} = 3.43[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.11.10})$$

donde (ϕ_{cp}) = 16.00[mm] \rightarrow diámetro cabeza perno

$$\text{Esfzo. aplastamiento en perfil estructural } (\sigma_b) = \frac{FRp}{\phi_p * e} = 107.99[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.11.11})$$

donde (e) = 8.00[mm] \rightarrow espesor del perfil, (ϕ_p) = 10.00[mm] \rightarrow diámetro perno

$$\text{Esfzo. equiv. perfil estruct. } (\sigma_{eqpe}) = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 * \tau_v^2} = 108.15[\text{MPa}] \rightarrow \text{TED} \quad (\text{Ec. 4.11.12})$$

$$\text{Factor seguridad en perfil estructural } (F.S.pe) = \frac{Sy}{\sigma_{eqpe}} = \underline{\underline{2.30}} \quad (\text{Ec. 4.11.13})$$

donde (Sy) = 36[Ksi] \approx 248.21[MPa] \rightarrow esfuerzo fluencia para acero estructural A36

Factor de seguridad impuesto en perno para diseño estático ($F.S.p$) = 1.50; porque se prefiere que se rompa el perno a que falle el perfil (fusible mecánico).

$$\therefore Sy \text{ perno} = F.S.p * \sigma_{eqp} = 330.00[\text{MPa}] \quad (\text{Ec. 4.11.14})$$

CONCLUSIONES :

- 1) El perfil de alas iguales de acero estructural A36 de sección L65x65 y 8[mm] de espesor cumple con las condiciones de esfuerzo demandadas en las juntas empernadas con un factor de seguridad de 2.30, con lo cual se acepta su participación en el bastidor principal de la cámara prensadora.
- 2) Con el valor de S_y perno calculado se seleccionan los pernos M10x1.5mm de clase 4.6 o su equivalente en grado SAE 2; cuya resistencia es de 340[MPa]. Serán pernos en cabeza redonda para llave hexagonal, en un número de 4 pernos por cada junta, garantizando un factor de seguridad de aproximadamente 1.50.

FINALMENTE :

La altura del perno será de 16[mm], más la altura de la tuerca (14.8[mm]) y más la altura aproximada de la arandela (2[mm]), por lo que la longitud será de $16 + 14.8 + 2 = 32.8$ [mm]. Con esta acotación se decide emplear pernos de 45mm de longitud.

De la tabla 8-11 del libro de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley; pág. 477, se conoce que la longitud de la rosca es igual a $2d + 5$ lo que arroja un resultado de 26 [mm]. Con esto se define que la parte sin rosca del perno es $45 - 26 = 19$ [mm]; que excede de los 16[mm] de espesor de ambos perfiles L juntos (8 por cada uno). Esta es una condición efectiva para el tipo de perno seleccionado, puesto que éste tenderá a cortarse a lo largo de su diámetro mayor.

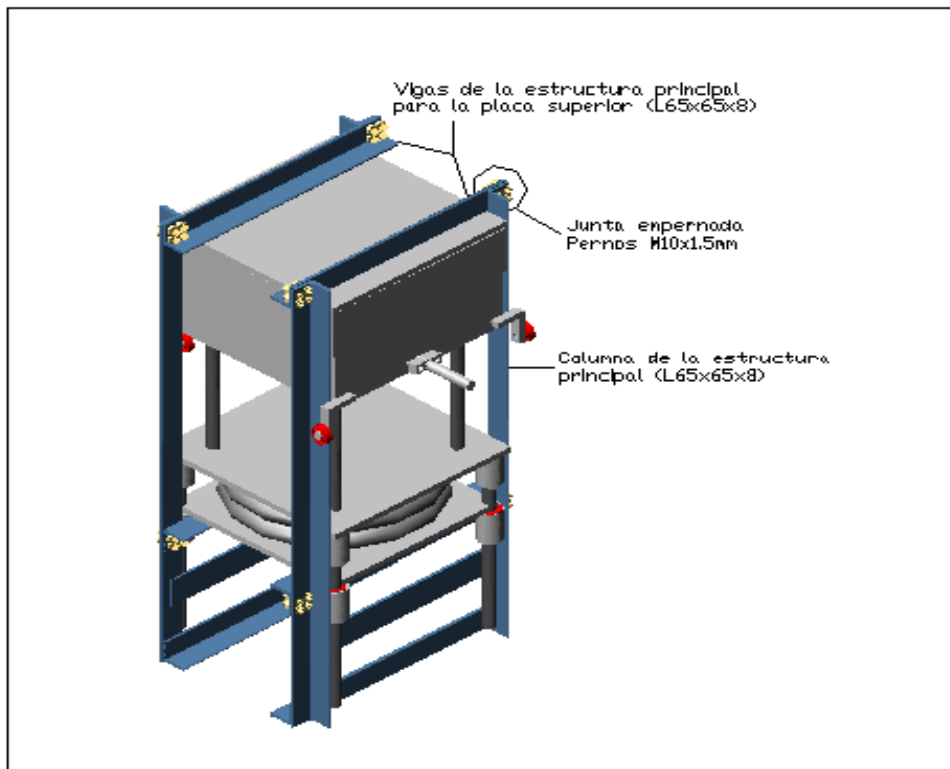


Figura 4.43. Disposición de pernos en juntas y vigas superiores.

4.11.3. ESTRUCTURA SECUNDARIA

Este conjunto componente del bastidor se concibe con la intención de montar elementos anexos (pistones de piso y bandeja, piso transitorio, coche colector, etc.) para el accionar de todo el equipo; inclusive, algunos tramos esta estructura son considerados como rieles de rodadura.

La estructura está construida principalmente en perfil de acero estructural A36, L30x30x3mm., aunque incluye pletinas de acero A36 de variadas dimensiones para funciones específicas.

A seguir se presenta una figura en la que se conjugan la estructura principal con la estructura secundaria, para definir el bastidor de la cámara prensadora.

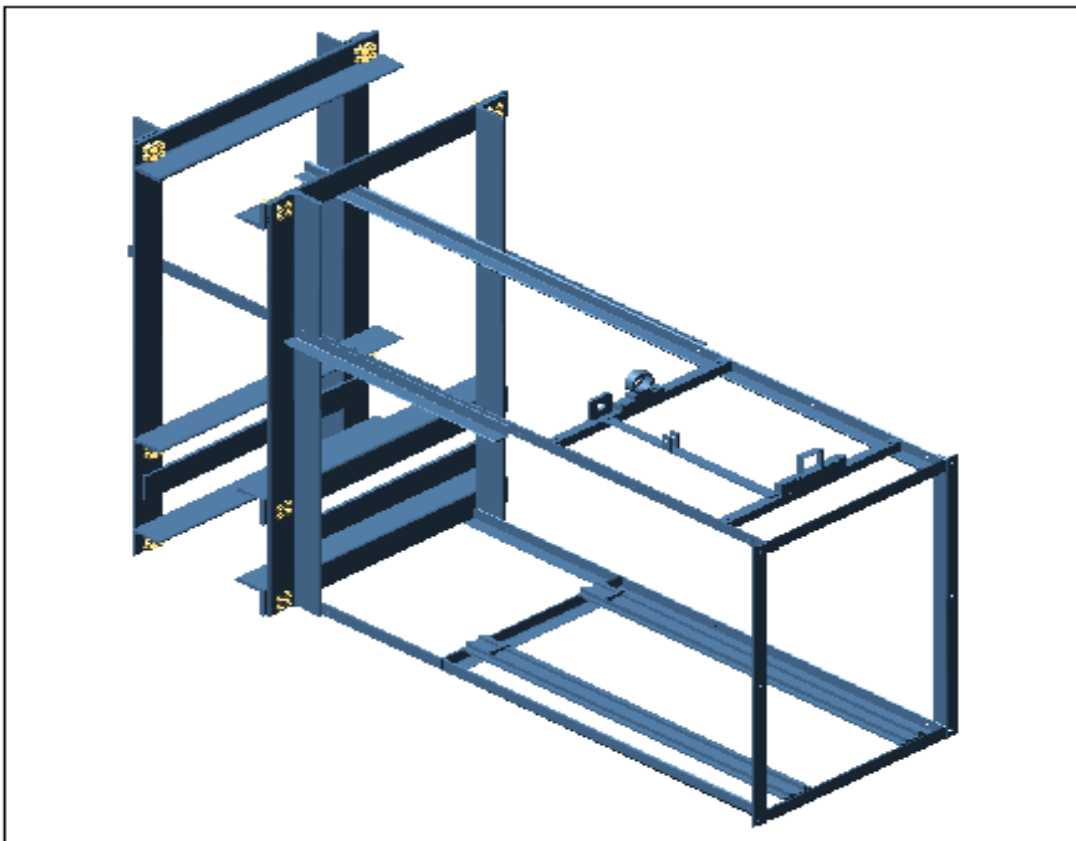


Figura 4.44. Bosquejo del bastidor de la cámara prensadora.

CAPÍTULO 5:

FABRICACIÓN Y MONTAJE

5.1. DISPONIBILIDAD DE TALLERES Y MANO DE OBRA

Grünenthal - Tecnandina ha dispuesto la utilización de sus propios para la manufactura de la maquinaria; siendo estos: 1) El taller de máquinas-herramientas, 2) taller de suelda, 3) taller eléctrico, 4) taller (aérea) de pintura e inflamables y 5) taller de herramientas y trabajo.

También se asignará personal del Departamento de Mantenimiento con excelente mano de obra calificada para la colaboración en el proyecto; siendo específicamente, un técnico experto de máquinas-herramientas quien mayor respaldo brindará en la manufactura de elementos. También se requerirá del apoyo importante de un operador de taller y de su respectivo ayudante.

Eventualmente será necesario de la asistencia de un técnico electricista y de un obrero pintor, para cuando los procesos así lo demanden.

Además, la empresa cuenta con talleres externos de soporte (que incluyen mano de obra calificada de primer orden) para trabajos que requieran mayor calidad y dedicación, por cuanto las máquinas-herramientas (especialmente el torno) ya tienen un período de vida útil considerable y no garantizan mucha precisión para trabajos esmerados.

Es importante reconocer que también se incurriría en la utilización de dichos talleres externos cuando la capacidad demandada de utilización exceda condicionantes de índole interno; como la de abastecer trabajos de reparación en elementos de máquinas de producción.

5.2. FABRICACIÓN Y MONTAJE CÁMARA PICADORA HERCOVEL 3903

5.2.1. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Los materiales listados a continuación responden a la disponibilidad de los mismos en las bodegas de Tecnandina, y la existencia en el mercado ecuatoriano; considerando los proveedores de la empresa. De esta manera, se describen los materiales a utilizarse en el próximo recuadro:

Tabla 5.1.- Descripción de perfiles, pletinas estructurales y planchas de tool.

No.	Descripción	Cant.
1	Angulo laminado alas iguales / 30 x 3mm x 6m	1
2	Pletina A36 / 100 x 8mm x 6m	1
3	Tool al frío de 0,7mm / 1,22 x 2,44m	5
4	Tool al frío de 1,4mm / 1,22 x 2,44m	1
5	Tool galvanizado de 1,0mm / 1,22 x 2,44m	2
6	Tubo estructural cuadrado hueco A-3724 tipo "N" / 40 x 40 x 3mm x 6 m	5

Tabla 5.2.- Descripción de aceros

No.	Descripción	Cant.
1	Eje cuadrado de acero A36. Dim. 50 x 50 x 300mm	1
2	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 3 1/2" x 750mm	1
3	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 3" x 450mm	1
4	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 4" x 100mm	1
5	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 6" x 160mm	1
6	Eje de acero AISI 1040 CD ϕ 1 1/2" x 250mm	1
7	Eje de acero AISI 1040 CD ϕ 2" x 400mm	1
8	Pletina de acero DF2 8 x 57 x 1800mm	1

5.2.2. HERRAMIENTAS REQUERIDAS PARA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS

Las herramientas empleadas en los procesos de manufactura han sido consideradas en función al inventario del Departamento de Mantenimiento y de los talleres externos. Este inventario es considerado como apropiado, completo, estandarizado y calificado. A seguir se presenta la lista de los implementos utilizados en el proceso de creación de la máquina picadora:

Tabla 5.3.- Herramientas corte, torneado, fresado, desbastado, limado y pulido

No.	Descripción	Cant.
1	Cuchilla acodada corte en acero rápido (refrentado y desbastado de exteriores)	3
2	Cuchilla de corte en acero rápido para acabado de interiores	2
3	Cuchilla de corte en acero rápido para ranurado	2
4	Cuchilla de corte en acero rápido para roscado	1
5	Disco-piedra de esmeril para desbastado. Grano fino (No. 150)	1
6	Disco-piedra de esmeril para desbastado. Grano grueso (No. 24)	1
7	Fresa cilíndrica frontales para refrentar D = 8 - 20mm	3
8	Fresa cilíndrica para planear o cilindrar D = 12 - 20mm	3
9	Fresa de tres cortes para ranurar D = 50mm	1
10	Fresa para tallar engranajes. Módulo 2.5.	1
11	Gira machuelo (M12 - M24)	1
12	Gira machuelo (M4 - M10)	1
13	Kit brocas mango cilíndrico para perforación (en SI: ϕ 3 - ϕ 22)	1
14	Kit brocas mango cónico para perforación (en SI: ϕ 3 - ϕ 22)	1
15	Kit de machuelos para roscado (en sistema métrico: M4 - M12)	1
16	Lijas de grano No. 120	3
17	Lijas de grano No. 220	3
18	Lijas de grano No. 60	3
19	Limas para limado corriente tipo: Punta plana, plana paralela, mediacaña, redonda y triangular	5

Tabla 5.3 (cont.)- Herramientas corte, torneado, fresado, desbastado, limado y pulido

No.	Descripción	Cant.
20	Limas para limado de acabado tipo: plana.	1
21	Plaquita metal duro. Cepillado. Tipo: acodada para desbastar. Grupo P10 (widia)	1
22	Plaquita metal duro. Torneado. Tipo: para interiores pasantes. Grupo P10 (widia).	2
23	Plaquita de metal duro. Torneado. Tipo: para tronzar. Grupo P10 (widia)	1
24	Plaquita metal duro. Torneado. Tipo: Mango recto. Grupo P10 (widia) para refrentado y desbastado exteriores	3
25	Sierra de mano No. 18TPI	3
26	Sierra de mano No. 32TPI	2

5.2.3. TRATAMIENTOS TÉRMICOS NECESARIOS

Los tratamientos térmicos que se requieren sobre ciertos elementos, como son los engranes y las cuchillas de corte, se explican en el próximo cuadro:

Tabla 5.4.- Descripción de tratamientos térmicos

No.	Descripción	Cant.
1	Tratamiento térmico CEMENTACIÓN / 0,1 - 0,3 μm	3
2	Tratamiento térmico TEMPLE / 800° - 900° C / 62HRC	5

5.2.4. HOJAS DE PROCESOS

Las hojas que detallan los procesos requeridos en taller para la obtención de los elementos mecánicos se muestran en el **Anexo 17**. Es necesario definir que en mencionado anexo sólo se conocerán las hojas de proceso de elementos principales, de los cuales adoptarán la misma metodología sus semejantes, pero considerando las dimensiones requeridas para cada caso,

mismas que se conocen en detalle en los planos de construcción de cada pieza.

5.2.5. DIAGRAMAS DE PROCESOS

Los diagramas que permiten conocer la secuencia de los procesos para la manufactura y ensamblaje de los elementos; incluyendo el tiempo que demanda cada paso, se presentan por completo en el **Anexo 18**.

5.2.6. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos de manufactura de los diferentes elementos mecánicos que componen la HERCOVEL 3903 se muestran por completo en el **Anexo 21**.

5.2.7. ELEMENTOS MECÁNICOS, ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

De igual manera que en el caso de los materiales, los elementos, accesorios y dispositivos son requeridos en conformidad con el stock de bodega y la disponibilidad de los mismos en los proveedores. Con esta prioridad de selección, a continuación se listan los componentes necesarios:

Tabla 5.5.- Descripción de mecanismos y accesorios

No.	Descripción	Cant.
1	Banda de lona de caucho (BFC) / 2150 x 300 mm / espesor 3.1 mm / 3 lonas	1
2	Banda de transmisión Dayco / AP 55	1
3	Banda de transmisión Dayco / AP 60	2
4	Chumacera de piso para eje ϕ : 35 mm SKF (incluye rodamiento)	1
5	Chumacera de piso para eje ϕ : 45 mm SKF (incluye rodamiento)	1
6	Chumacera de piso para eje ϕ : 50 mm SKF (incluye rodamiento)	2

Tabla 5.5 (cont.)- Descripción de mecanismos y accesorios

No.	Descripción	Cant.
7	Motor eléctrico Reliance / 3Hp / 1750 rpm / 230 - 460 V	1
8	Motorreductor eléct. Leroy Sommer / 0,75Hp / 80 rpm / 220-440 V	1
9	Piñón dentado para cadena ASA No. 40 de 19 dientes	3
10	Polea doble para banda tipo A, ϕ paso: 12" / 2A12.0B12.4-SK	1
11	Polea doble para banda tipo A, ϕ paso: 3" / 2A3.0B3.4-SH	1
12	Polea simple para banda tipo A, ϕ paso: 5" / 1A5.0B5.4-SDS	1
13	Polea simple para banda tipo A, ϕ paso: 7" / 1A7.0B7.4-SDS	1
14	Recubrimiento caucho alto desgaste rodillo arrastre / esp: 7mm	1
15	Rodamientos FAG / 6004 2ZR	4
16	Rodamientos FAG / 6006 2ZR	2

Tabla 5.6- Descripción de dispositivos eléctricos

No.	Descripción	Cant.
1	Cables de potencia, canaletas, alambres eléctricos, borneras, tomacorriente de seguridad y otros	1
2	Contactador Telemecanique / LCD1D18 - LRD 14 / LC1D12 - LRD07	2
3	Lámpara indicadora de estado de motores / ECX 1050 / A300 Q300 / 8A - 250V~	4
4	Microswitch de rodillo Moulend / 3A - 240V~	1
5	Pulsador emergen. Klöckner Möeller / A600 Q300 / 10A - 600V~	1
6	Pulsador START / ECX 1040 / A300 Q300 / 2,5A - 400V~	3
7	Pulsador STOP Telemecanique ZBE 102 / A600 Q600 / 3A - 240V~	3
8	Relay Finder / 10A - 250V~	2
9	Relé térmico Legrand 05814 / 32A - 400V~ y breaker de seguridad Siemens 5SX1 3 / 380V~	2
10	Tablero para conexiones eléctricas Beaucoup / 300 x 300 x 150 mm / racks de montaje	1

5.2.8. MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE DEL EQUIPO

Considerando el personal del Departamento de Mantenimiento y el personal de los talleres externos de soporte, el próximo cuadro permitirá reconocer el nivel de calificación que demandan los procesos de fabricación y ensamble. Es así como se definen los requerimientos en la calidad de mano de obra.

Tabla 5.7.- Descripción y calificación de la mano de obra en los procesos

No.	Descripción	Calific.: E / O / A
1	Mano de obra en fresado sección cuadrangular árbol principal	O
2	Mano obra fresado ranuras sección cuadrangular árbol principal	E
3	Mano de obra acabados finales árbol principal	E
4	Mano de obra en maquinado y elaboración de cuchillas de corte en árbol principal	O
5	Mano de obra en maquinado y elaboración de cuchillas de yunque soportante	O
6	Mano de obra torneado engrane tipo carrete	O
7	Mano de obra en chavetero y perforación para grasero engrane tipo carrete	O
8	Mano de obra fresado de dientes en engrane tipo carrete	E
9	Mano de obra fresado de dientes en piñón 1 eje transmisor	E
10	Mano de obra fresado de dientes en piñón 2 árbol transmisor	E
11	Mano de obra en chavetero y perforaciones para prisioneros de piñón 2 en árbol transmisor	O
12	Mano de obra acabados finales árbol transmisor	E
13	Mano de obra en perforación polea para montaje en eje	O
14	Mano de obra en chaveteros y perforaciones para prisioneros de polea en eje	O
15	Mano de obra torneado rodillo deslizante motriz para banda de alimentación	O

Tabla 5.7 (cont.)- Descripción y calificación de mano de obra en los procesos

No.	Descripción	Calific.: E / O / A
16	Mano de obra torneado bujes fijación rodillo deslizante motriz	O
17	Mano de obra torneado bujes fijación rodillo deslizante motriz	O
18	Mano de obra fresado y perforaciones en placas laterales estructurales de banda de alimentación	O
19	Mano de obra en conexiones eléctricas	O / A
20	Mano de obra en corte, encuadre y suelda de estructura	A
21	Mano de obra en montaje e instalación máquina picadora	E / O / A
22	Mano de obra en fabricación de placas protectoras	O / A
23	Mano de obra en pintura de equipo	O / A

NOTA: E = mano de obra Experta / O = mano de obra de Operario de taller / A: mano de obra de Ayudante de taller.

5.2.9. MÁQUINAS-HERRAMIENTAS Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA FABRICACIÓN Y MONTAJE

El equipamiento solicitado para los diferentes procesos especula las condiciones de la maquinaria existente en Tecnandina, así como la de los talleres soporte.

Con este preliminar, el próximo recuadro muestra la lista de los equipos necesarios para los procesos de construcción de elementos y montaje de los mismos.

Tabla 5.8.- Descripción de Máquinas-Herramientas y equipos

No.	Descripción	Cant.
1	Compresor portátil y spray pulverizador pintado elementos y máq.	1
2	Entenalla para banco de taller	2
3	Fresadora (incluye cabezal divisor, bancada, entenalla, portafresas de disco y portafresas de vástago)	2

Tabla 5.8 (cont.)- Descripción de Máquinas-Herramientas y equipos

No.	Descripción	Cant.
4	Fresadora-pulidora de mano eléctrica para pulido y acabado	1
5	Máquina-esmeril de mano	2
6	Máquina-esmeril para banco de taller (con dos piedras de desbastado)	2
7	Sierra eléctrica de vaivén (con herramienta No. 18TPI)	1
8	Soldadora autógena - oxiacetileno (para suelda y oxicorte)	1
9	Soldadora eléctrica para suelda tipo SMAW	1
10	Taladro de pedestal	1
11	Taladro eléctrico de mano	1
12	Torno (incluye mandril, portacuchillas, contrapunto giratorio y luneta soporte)	2

5.2.10. HERRAMIENTAS DE MANO PARA MONTAJE

Las herramientas necesarias para el montaje consideran el equipo de trabajo normal de los empleados de mantenimiento de la empresa, mismo que portan en una caja de herramientas como utilería de oficio.

Con esta pequeña indicación, la próxima lista menciona tales instrumentos:

Tabla 5.9- Descripción herramientas de mano requeridas para montaje

No.	Descripción	Cant.
1	Combo de caucho para golpe ligero	2
2	Entenalla para banco de taller	2
3	Escuadras y rayadores	2
5	Flexómetro (3 m)	1
6	Kit completo de destornilladores (punta plana, punta de estrella)	1
7	Kit de llaves hexagonales sistema métrico #3 - #10 (mm)	1
8	Kit de llaves mixtas (boca - corona) sistema métrico # 4 - #24 (mm)	1

Tabla 5.9 (cont.)- Descripción herramientas mano requeridas para montaje

No.	Descripción	Cant.
9	Kit de racha y coronas en sistema métrico #4 - #24 (mm)	1
10	Kit nivelador de burbuja	1
11	Llave de boca regulable rango 10 - 24 (mm)	2
12	Saca bocados	1
13	Santiago	2

5.2.11. VARIOS

Los próximos elementos en la lista son indispensables para el montaje de los dispositivos, tanto para sujeción, así como para eliminar la fricción y definir la apariencia estética final del equipo; de esta manera:

Tabla 5.10- Varios

No.	Descripción	Cant.
1	1/4 Galón de pintura acrílica / gris martillado	2
2	1/4 Galón de pintura acrílica / negro mate	1
3	Electrodos para suelda tipo E6011 (cant. en kilos)	3
4	Electrodos para suelda tipo E6013 (cant. en kilos)	3
5	Lubricantes (grasas NGLI 1 1/2)	2
6	Pernos, arandela, prisioneros, tornillos, garruchas, seguros, etc	especif.

5.2.12. PLANOS DE ENSAMBLAJE

Los planos de montaje se presentan como secuencia de armado en perspectivas isométricas en el **Anexo 22**.

Tal secuencia permite asimilar el complejo proceso de subensamble y ensamble del equipo procesador de desperdicios HERCOVEL 3909.

5.2.13. INSTRUMENTOS DE METROLOGÍA

Los instrumentos de metrología necesarios para obtener la precisión y tolerancias definidas en los planos se describen a continuación:

Tabla 5.11.- Descripción de elementos metrológicos

No.	Descripción	Cant.
1	Flexómetro (3 m)	1
2	Graduador 180° de taller. Apreciación 1°	1
3	Kit nivelador de burbuja	1
4	Micrómetro (0 - 25 mm). Apreciación 0.05 mm	1
5	Multiméetro	1
6	Pie de rey de taller (0 - 250 mm). Apreciación 0.5 mm	2
7	Pie de rey digital (0 - 250 mm). Apreciación 0.1mm	1

5.2.14. ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL

Considerando los procesos de manufactura y ensamblaje, y analizando los posibles riesgos que podrían afectar la integridad del personal a cargo del proyecto, los siguientes son los implementos demandados para la protección:

Tabla 5.12.- Descripción de elementos de seguridad personal requeridos

No.	Descripción	Cant.
1	Casco para soldadura	1
2	Cinturón anti-lumbago	1
3	Gafas protectoras	1
4	Mandil de trabajo	1
5	Mascarilla	2
6	Par de botas de seguridad	1
7	Par de guantes de seguridad	4
8	Protectores auditivos	2

5.3. FABRICACIÓN Y MONTAJE CÁMARA PRENSADORA PRENSCOVEL 5651

5.3.1. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

En conformidad con el inventario de Tecnandina y con la capacidad de suministro de los proveedores, el siguiente recuadro muestra la lista de materiales necesarios para la fabricación de los diferentes componentes:

Tabla 5.13.- Descripción de perfiles, planchas estructurales y planchas de tool

No.	Descripción	Cant.
1	Tubo estructural cuadrado hueco A-3724 tipo "N" / 40 x 40 x 3mm x 6 m	1
2	Angulo laminado alas iguales / 30 x 3mm x 6m	1
3	Angulo laminado alas iguales / 2" x 1/4" x 6m	2
4	Plancha A36 / espesor 6mm / 407 x 120mm (incluye oxicorte)	4
5	Plancha A36 / espesor 6mm / 400 x 400mm (incluye oxicorte)	1
6	Plancha A36 / espesor 12mm / 413 x 413mm (incluye oxicorte)	3
7	Plancha A36 / espesor 12mm / 413 x 110mm (incluye oxicorte)	4
8	Plancha A36 / espesor 12mm / 400 x 400mm (incluye oxicorte)	1
9	Tool al frío de 0,7mm / 1,22 x 2,44m	3
10	Tool galvanizado de 1,0mm / 1,22 x 2,44m	1

Tabla 5.14.- Descripción de aceros

No.	Descripción	Cant.
1	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 22mm x 6m	1
2	Eje de acero AISI 1018 CD ϕ 3" x 700mm - costo por kilo	1
3	Eje de acero AISI 1040 ϕ 40mm x 6m	1

5.3.2. HERRAMIENTAS REQUERIDAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

La siguiente lista de herramientas necesarias para la manufactura de los elementos contempla la disponibilidad de las mismas en los propios talleres de la empresa, así como en los talleres soporte. A continuación el cuadro :

Tabla 5.15.-Herramientas corte, torneado, fresado, desbastado, limado y pulido

No.	Descripción	Cant.
1	Cuchilla acodada de corte en acero rápido para refrentado y desbastado de exteriores	1
2	Cuchilla de corte en acero rápido para acabado de interiores	1
3	Cuchilla de corte en acero rápido para roscado	1
4	Disco-piedra de esmeril para desbastado. Grano fino (No. 150)	1
5	Disco-piedra de esmeril para desbastado. Grano grueso (No. 24)	1
6	Fresa cilíndrica frontales para refrentar D = 8 - 20mm	2
7	Fresa cilíndrica para planear o cilindrar D = 12 - 20mm	2
8	Gira machuelo (M12 - M24)	1
9	Gira machuelo (M4 - M10)	1
10	Kit de brocas de mango cilíndrico para perforación (en sistema métrico: ϕ 3 - ϕ 22)	1
11	Kit de brocas de mango cónico para perforación (en sistema métrico: ϕ 3 - ϕ 22)	1
12	Kit de machuelos para roscado (en sistema métrico: M4 - M12)	1
13	Lijas de grano No. 120	2
14	Lijas de grano No. 220	2
15	Lijas de grano No. 60	2
16	Limas para limado corriente tipo: Punta plana, plana paralela y mediacaña	3
17	Limas para limado de acabado tipo: plana.	1
18	Plaquita de metal duro. Torneado. Tipo: para interiores pasantes. Grupo P10 (widia).	2

Tabla 5.15 (cont.).-Herramientas corte, torneado, fresado, desbastado, limado y pulido

No.	Descripción	Cant.
19	Plaquita de metal duro. Torneado. Tipo: para tronzar. Grupo P10 (widia)	1
20	Plaquita metal duro. Torneado. Tipo: Mango recto. Grupo P10 (widia) para refrentado y desbastado exteriores	2
21	Sierra de mano No. 18TPI	3
22	Sierra de mano No. 32TPI	2

5.3.3. HOJAS DE PROCESOS

Las hojas que detallan los procesos requeridos en taller para la obtención de los elementos mecánicos se muestran en el **Anexo 19**. Es necesario definir que en mencionado anexo sólo se conocerán las hojas de proceso de elementos principales, de los cuales adoptarán la misma metodología sus semejantes, pero considerando las dimensiones requeridas para cada caso, mismas que se conocen en detalle en los planos de construcción.

5.3.4. DIAGRAMAS DE PROCESOS

Los diagramas que permiten conocer la secuencia de los procesos para la manufactura y ensamblaje de los elementos; incluyendo el tiempo que demanda cada paso, se presentan por completo en el **Anexo 20**.

5.3.5. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos de manufactura de los diferentes elementos mecánicos que componen la PRENSCOVEL 5651 se muestran por completo en el **Anexo 24**.

5.3.6. ELEMENTOS Y ACCESORIOS NEUMÁTICOS

Con igual consideración, los elementos neumáticos han de ser requeridos tomando en cuenta la existencia de los mismos en la bodega de Tecnandina y la disponibilidad de los mismos en los proveedores acostumbrados.

La próxima lista presenta los accesorios neumáticos aplicados en el equipo.

Tabla 5.16.- Descripción de accesorios neumáticos, marca Festo

No.	Descripción	Cant.
1	Cilindro de fuelle EB - 385 - 230	1
2	Cilindro de doble efecto DNC - 32 - 400 - PPV	2
3	Válvula de impulsos JH - 5 - 1/4	3
4	Válvula c/rodillo R - 3 - M5	2
5	Válvula de panel SV - 3 - M5	1
6	Pulsador T -22 S (negro)	1
7	Transmisor señal neumática PPL - 1/8	2
8	Tapón ciego B - 1/4	2
9	Racor L orientable QSL - 1/4 - 10	2
10	Reducción D - 3/4 I - 1A	2
11	Reducción D - 3/8 I - 1/2A	2
12	Racor L orientable QSL - 3/8 - 10	2
13	Racor L orientable QSL - 1/4 - 8	8
14	Racor L orientable QSL - 1/8 - 8	4
15	Racor L orientable QSL - 1/8 - 6	8
16	Racor rápido QSM - M5 - 6	8
17	Silenciador U - M5	2
18	Derivación T QST - 6	6
19	Derivación T reducción QST - 8 - 6	2
20	Derivación T QST - 8	2
21	Tubo de poliuretano PUN - 8 x 1,25 BL	10
22	Tubo amarillo PUN - 6 x 1 GE	10
23	Tubo de poliuretano PUN - 10 x 1,50 BL	6
24	Unidad de mantenimiento LFR - 1/4 – D – MINI -A	1

5.3.7. MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE DEL EQUIPO

Considerando el personal del Departamento de Mantenimiento y el personal de los talleres externos de soporte, el próximo cuadro permitirá reconocer el nivel de calificación que demandan los procesos de fabricación y ensamble.

Es así como se definen los requerimientos en la calidad de mano de obra.

Tabla 5.17.- Descripción y calificación de la mano de obra en los procesos

No.	Descripción	Calific.: E / O / A
1	Mano de obra torneado cuatro columnas transmisoras y roscado	O
2	Mano de obra en perforación de cuatro columnas transmisoras y cuatro columnas guías para pernos	O
3	Mano de obra fresado, perforado roscado y avellanado de placas de 12 mm de espesor	O
4	Mano de obra torneado de camisas envolventes de bujes de bronce para guías de transmisión	E
5	Mano de obra en torneado de buje de fijación de cilindro de bandeja móvil	E
6	Mano de obra en torneado y perforado de bujes de bronce fosfórico	E
7	Mano de obra en conexiones neumáticas	O / A
8	Mano de obra en corte, encuadre y suelda de estructura (no incluye electrodos)	A
9	Mano de obra en montaje e instalación máquina prensadora	E / O / A
10	Mano de obra en fabricación de placas protectoras	O / A
11	Mano de obra pintura	O / A

NOTA: E = mano de obra Experta / O = mano de obra de Operario de taller / A: mano de obra de Ayudante de taller.

5.3.8. MÁQUINAS-HERRAMIENTAS Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA FABRICACIÓN Y MONTAJE

El equipamiento solicitado para los diferentes procesos especula las condiciones de la maquinaria existente en Tecnandina, así como la de los talleres soporte.

Con este preliminar, el próximo recuadro muestra la lista de los equipos necesarios para los procesos de construcción de elementos y montaje de los mismos.

Tabla 5.18.- Descripción de máquinas-herramientas y equipos

No.	Descripción	Cant.
1	Compresor portátil y spray pulverizador para pintado de elementos y máquina	1
2	Fresadora (incluye cabezal divisor, bancada, entenalla, portafresas de disco y portafresas de vástago)	1
3	Fresadora-pulidora de mano eléctrica para pulido y acabado	1
5	Máquina-esmeril de mano	1
6	Máquina-esmeril para banco taller (con 2 piedras de desbastado)	1
7	Sierra eléctrica de vaivén (con herramienta No. 18TPI)	1
8	Soldadora autógena - oxiacetileno (para suelda y oxicorte)	1
9	Soldadora eléctrica para suelda tipo SMAW	1
10	Taladro de pedestal	1
11	Taladro eléctrico de mano	1
12	Torno (incluye mandril, portacuchillas, contrapunto y luneta)	1

5.3.9. HERRAMIENTAS DE MANO PARA MONTAJE

Las herramientas necesarias para el montaje consideran el equipo de trabajo normal de los empleados de mantenimiento de la empresa, mismo que portan en una caja de herramientas como utilería de oficio.

Con esta pequeña indicación, la próxima lista menciona tales instrumentos:

Tabla 5.19.- Descripción de herramientas de mano requeridas para el montaje

No.	Descripción	Cant.
1	Combo de caucho para golpe ligero	2
2	Entenalla para banco de taller	2
3	Escuadras y rayadores	2
4	Flexómetro (3 m)	1
5	Kit completo de destornilladores (punta plana, punta de estrella)	1
6	Kit de llaves hexagonales sistema métrico #3 - #10 (mm)	1
7	Kit de llaves mixtas (boca - corona) sistema métrico # 4 - #24 (mm)	1
8	Kit de racha y coronas en sistema métrico #4 - #24 (mm)	1
9	Kit nivelador de burbuja	1
10	Llave de boca regulable rango 10 - 24 (mm)	2
11	Santiago	2

5.3.10. VARIOS

La próxima lista detalla ciertos componentes requeridos para el montaje y definición de la apariencia estética final del equipo prensador. De esta manera:

Tabla 5.20.- Varios

No.	Descripción	Cant.
1	Pernos, arandela, prisioneros, tornillos, garruchas, seguros, etc	1
2	Lubricantes	1
3	1/4 Galón de pintura acrílica / gris martillado	1
4	1/4 Galón de pintura acrílica / negro mate	1

5.3.11. PLANOS DE ENSAMBLAJE

Los planos de montaje se presentan en secuencia de armado en perspectivas isométricas en el **Anexo 25**. Tal secuencia permite asimilar el

complejo proceso de subensamble y ensamble del equipo procesador de desperdicios PRENSCOVEL 5651.

5.3.12. INSTRUMENTOS DE METROLOGÍA

Los instrumentos de metrología necesarios para obtener la precisión y tolerancias definidas en los planos se describen a continuación:

Tabla 5.21.- Descripción de elementos metrológicos

No.	Descripción	Cant.
1	Flexómetro (3 m)	1
2	Kit nivelador de burbuja	1
3	Pie de rey de taller (0 - 250 mm). Apreciación 0.5 mm	2
4	Pie de rey digital (0 - 250 mm). Apreciación 0.1mm	1

5.3.13. ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL

Considerando los procesos de manufactura y ensamblaje y analizando los posibles riesgos que podrían afectar la integridad del personal a cargo del proyecto, los siguientes son los implementos demandados para la protección:

Tabla 5.22.- Descripción de elementos de seguridad personal requeridos

No.	Descripción	Cant.
1	Casco para soldadura	1
2	Cinturón anti-lumbago	1
3	Gafas protectoras	1
4	Mandil de trabajo	1
5	Mascarilla	2
6	Par de botas de seguridad	1
7	Par de guantes de seguridad	4
8	Protectores auditivos	2

CAPITULO 6:

ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO

6.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad evaluar económica y financieramente la factibilidad de diseñar y construir “La cámara Picadora: HERCOVEL 3903 y la cámara Prensadora Prenscovel 5651”, con lo cual se podrá determinar la existencia o no, de beneficios para la empresa Grünenthal – Tecnandina S.A., para quien se construirán las maquinarias. Para tal efecto, se han estimado las inversiones necesarias para su construcción, que comprenden todos los costos de materiales, insumos, mano de obra, entre otros.

6.2. COSTOS DEL PROYECTO CÁMARA PICADORA “HERCOVEL 3903”

6.2.1. COSTOS DE MATERIALES Y MANUFACTURA DE ELEMENTOS

Para construir la cámara picadora HERCOVEL 3903 es necesario conocer el monto al que asciende la inversión inicial, en tal virtud, se han desglosado los valores que por concepto de materia prima, procesos de manufactura y mano de obra se requieren. Así también, se ha considerado el ahorro que representa para Grünenthal, la existencia en sus bodegas de varios materiales que deben utilizarse en la construcción de la Cámara Picadora y que por lo tanto no serán adquiridos; o procesos de manufactura y mano de obra que bien pueden ejecutarse con personal o maquinaria de la propia empresa. La evaluación financiera de la Cámara Picadora, permitirá conocer la conveniencia de invertir en su construcción y los beneficios que implicaría esta decisión. Se ha hablado de la importancia del, pero solo las cifras demostrarán las ventajas de hacerlo. A seguir el detalle de la inversión:

Tabla 6.1.- Costos materiales cámara picadora "HERCOVEL 3903"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRÜNENTHAL
PERFILES, PLETINAS ESTRUCTURALES Y PLANCHAS DE TOOL				
Tubo estruct. cuadrado hueco A-3724 tipo "N" / 40 x 40 x 3mm x 6 m	18.84	3	56.52	
Tubo estruct. cuadrado hueco A-3724 tipo "N" / 40 x 40 x 3mm x 6 m	18.84	2	37.68	37.68
Angulo laminado alas iguales / 30 x 3mm x 6m	7.35	1	7.35	
Pletina A36 / 100 x 8mm x 6m	46.07	1	46.07	
Tool al frío de 0,7mm / 1,22 x 2,44m	16.82	5	84.10	84.10
Tool galvanizado de 1,0mm / 1,22 x 2,44m	26.88	2	53.76	53.76
Tool al frío de 1,4mm / 1,22 x 2,44m	33.54	1	33.54	33.54
Subtotal			\$319.02	\$209.08
ACEROS				
Eje de acero AISI 1018 CD diam. 3 1/2" x 750mm - costo por kilo	1.28	37	47.36	47.36
Eje de acero AISI 1018 CD diam. 3" x 450mm - costo por kilo	1.28	17	21.76	21.76
Eje de acero AISI 1018 CD diam. 6" x 160mm - costo por kilo	1.78	24	42.72	42.72
Eje de acero AISI 1018 CD diam. 4" x 100mm - costo por kilo	1.28	7	8.96	8.96
Pletina de acero DF2 8 x 57 x 1800mm - costo por kilo	7.20	7	50.40	50.40
Eje cuadrado de acero A36 50 x 50 x 300mm - costo por kilo	2.00	6	12.00	12.00
Subtotal			\$183.2	\$183.20
MECANISMOS Y ACCESORIOS				
Banda de transmisión Dayco / AP 55	5.05	1	5.05	5.05
Banda de transmisión Dayco / AP 60	5.34	2	10.68	10.68
Polea simple para banda tipo A, diam. paso: 5" / 1A5.0B5.4-SDS	32.60	1	32.60	
Polea simple para banda tipo A, diam. paso: 7" / 1A7.0B7.4-SDS	42.35	1	42.35	
Polea doble para banda tipo A, diam. paso: 3" / 2A3.0B3.4-SH	32.55	1	32.55	32.55
Polea doble para banda tipo A, diam. paso: 12" / 2A12.0B12.4-SK	73.80	1	73.80	73.80
Chumacera de piso para eje diam. : 35 mm	30.33	1	30.33	30.33
Chumacera de piso para eje diam. : 45 mm	38.04	1	38.04	38.04
Chumacera de piso para eje diam. : 50 mm	47.16	2	94.32	94.32
Banda lona caucho (BFC) / 2150 x 300 mm / esp. 3.1 mm / 3 lonas	58.05	1	58.05	58.05
Rodamientos FAG / 6006 2ZR	3.60	2	7.20	
Rodamientos FAG / 6004 2ZR	2.58	4	10.32	
Motor eléctrico Reliance / 3Hp / 1750 rpm / 230 - 460 V	224.06	1	224.06	
Motorreductor eléctrico Leroy Sommer 0,75Hp / 80 rpm / 220 - 440 V	591.17	1	591.17	
Recubrimiento caucho para alto desgaste rodillo arrastre / espr: 7mm	48.55	1	48.55	48.55
Piñón dentado para cadena ASA No. 40 de 18 dientes	22.00	3	66.00	66.00
Subtotal			\$1365.07	\$457.37
MATERIAL ELÉCTRICO				
Contactador Telemecanique / LCD1D18 - LRD 14 / LC1D12 - LRD07	58.20	2	116.40	116.40
Relay Finder / 10A - 250V~	31.86	2	63.72	63.72
Microswitch de rodillo Moulend / 3A - 240V~	14.65	1	14.65	14.65
Pulsador START / ECX 1040 / A300 Q300 / 2,5A - 400V~	9.46	3	28.38	28.38
Pulsador STOP Telemecanique ZBE 102 / A600 Q600 / 3A - 240V~	8.62	3	25.86	25.86
Lámp indicad. estado motores ECX 1050 / A300 Q300 / 8A - 250V~	8.32	4	33.28	
Pulsador emergencia Klöckner Möeller / A600 Q300 / 10A - 600V~	12.80	1	12.80	12.80
Relé térm. Legrand / 32ª - 400V~ y breaker Siemens 5SX1 3 / 380V~	56.15	2	112.30	112.30
Cables de potencia, canaletas, alambres eléctricos, borneras, tomacorriente de seguridad y otros	25.00	1	25.00	
Tablero para conexiones eléctricas Beaucoup / 300 x 300 x 150 mm	45.00	1	45.00	45.00
Subtotal			\$477.39	\$419.11

Tabla 6.1 (cont.)- Costos materiales cámara picadora "HERCOVEL 3903"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRÜNENTHAL
TRATAMIENTOS TÉRMICOS				
Tratamiento térmico TEMPLE / 800° - 900° C / 62HRC	4.54	6	27.24	27.24
Tratamiento térmico CEMENTACIÓN / 0,1 - 0,3 mm	3.78	16	60.48	60.48
Subtotal			\$87.72	\$87.72

Tabla 6.2.- Costos manufactura cámara picadora "HERCOVEL 3903"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRÜNENTHAL
PROCESOS DE MANUFACTURA (HORA / MÁQUINA)				
Fresado sección cuadrangular árbol principal - costo por hora	6.00	8	48.00	
Fresado ranuras sección cuadrangular árbol principal - costo x hora	6.00	8	48.00	48.00
Torneado de acabados finales árbol principal - costo por hora	5.00	6	30.00	30.00
Maquinado y elaboración de cuhillas de corte en árbol principal - costo por unidad	15.00	4	60.00	
Maquinado y elaboración de cuhillas de yunque soportante - costo por unidad	12.00	1	12.00	
Torneado engrane tipo carrete - costo por hora	5.00	10	50.00	50.00
Chavetero y perforación para grasero en engrane tipo carrete - costo por hora	6.00	3	18.00	
Fresado de dientes en engrane tipo carrete / recto / módulo 2,5 / 94 dientes - costo por diente	1.00	94	94.00	94.00
Fresado de dientes en piñón 1 eje transmisor / recto / módulo 2,5 / 20 dientes - costo por diente	1.00	20	20.00	20.00
Fresado de dientes en piñón 2 árbol transmisor / recto / módulo 2,5 / 38 dientes - costo por diente	1.00	38	38.00	38.00
Chavetero y perforaciones para prisioneros de piñón 2 en árbol transmisor - costo por hora	6.00	2	12.00	
Torneado de acabados finales árbol transmisor - costo por hora	5.00	3	15.00	15.00
Perforación polea para montaje en eje (incluye mano de obra) - costo por polea	15.00	4	60.00	
Chaveteros y perforaciones para prisioneros de polea en eje (incluye mano de obra) - costo por polea	12.00	4	48.00	
Torneado de rodillo deslizante motriz para banda de alimentación - costo por hora	5.00	3	15.00	
Fresado de rodillo deslizante conducido para banda de alimentación - costo por hora	6.00	1	3.00	
Torneado de bujes de fijación para rodillo deslizante motriz (incluye perforaciones para pernos) - costo por hora	5.00	10	50.00	
Torneado de bujes de fijación para rodillo arrastre (incluye perforaciones para pernos) - costo por hora	5.00	10	50.00	
Fresado y perforaciones en placas laterales estructurales de banda de alimentación - costo por hora	6.00	4	24.00	
Subtotal			\$695	\$295.00
MANO DE OBRA (HORA / HOMBRE)				
Mano de obra en fresado sección cuadrangular árbol principal - costo por hora	3.00	8	24.00	
Mano de obra en fresado de ranuras en sección cuadrangular árbol principal - costo por hora	3.00	8	24.00	24.00
Mano de obra acabados finales árbol principal - costo por hora	2.50	6	15.00	15.00
Mano de obra torneado engrane tipo carrete - costo por hora	2.50	10	25.00	25.00
Mano de obra fresado de dientes en engrane tipo carrete - costo por hora	3.00	14	42.00	42.00
Mano de obra fresado de dientes en piñón 1 eje transmisor - costo por hora	3.00	3	9.00	9.00
Mano de obra fresado de dientes en piñón 2 árbol transmisor - costo por hora	3.00	6	18.00	18.00
Mano de obra acabados finales árbol transmisor - costo por hora	2.50	3	7.50	7.50
Mano de obra torneado de rodillo deslizante motriz para banda de alimentación - costo por hora	2.50	3	7.50	
Mano de obra fresado de rodillo deslizante conducido para banda de alimentación - costo por hora	3.00	1	1.50	
Mano de obra torneado de bujes de fijación para rodillo deslizante motriz - costo por hora	2.50	10	25.00	
Mano de obra torneado de bujes de fijación para rodillo deslizante motriz - costo por hora	2.50	10	25.00	
Mano de obra fresado y perforaciones en placas laterales estructurales de banda de alimentación - costo por h.)	3.00	4	12.00	

Tabla 6.2 (cont.)- Costos manufactura cámara picadora "HERCOVEL 3903"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRÜNENTHAL
Mano de obra en conexiones eléctricas - costo por hora	4.00	10	40.00	
Mano de obra en corte, encuadre y suelda de estructura (no incluye electrodos) - costo por hora	3.00	32	96.00	
Mano de obra en montaje e instalación máquina picadora - costo por hora	5.00	40	200.00	
Mano de obra en fabricación de placas protectoras - costo por hora	3.00	40	120.00	120.00
Mano de obra pintura - costo por hora	2.50	8	20.00	
Subtotal			\$711.5	\$260.50
VARIOS				
Pernos, arandela, prisioneros, tornillos, garruchas, seguros, etc	50.00	1	50.00	
Lubricantes	15.00	1	15.00	
1/4 Galón de pintura acrílica / gris martillado	9.65	2	19.30	19.30
1/4 Galón de pintura acrílica / negro mate	6.95	1	6.95	
Subtotal			\$91.25	\$19.30
OTROS IMPUTABLES				
Otros	25.00	1	25.00	25.00
Subtotal			\$25.00	\$25.00

En el cuadro siguiente se muestra el resumen de los valores detallados:

Tabla 6.3.- Inversión cámara picadora "HERCOVEL 3903"

CONCEPTO	INVERSIÓN TOTAL DE LA MAQUINA	INVERSIÓN TOTAL DE LA MÁQUINA PARA GRÜNENTHAL
PERFILES, PLETINAS ESTRUCTURALES Y PLANCHAS DE TOOL	319.02	209.08
ACEROS	183.20	183.20
MECANISMOS Y ACCESORIOS	1365.07	457.37
MATERIAL ELÉCTRICO	477.39	419.11
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	87.72	87.72
PROCESOS DE MANUFACTURA (HORA / MÁQUINA)	695.00	295.00
MANO DE OBRA (HORA / HOMBRE)	711.50	260.50
VARIOS	91.25	19.30
OTROS IMPUTABLES	25.00	25.00
SUBTOTAL	3955.15	1956.28
IVA	474.62	234.75
INVERSIÓN TOTAL	4429.77	2191.03
AHORRO EN DÓLARES DE INVERSIÓN INICIAL	<u>\$2238.73</u>	
PORCENTAJE DE AHORRO	\$50.54	

Por lo tanto, la diferencia observada entre lo que costaría la construcción de la cámara picadora frente a la inversión que para Grünenthal – Tecnandina S.A. representaría la construcción; existe un ahorro del **50,54%**; es decir, la empresa invertirá 2.238,73 dólares americanos menos de lo que costaría realmente la construcción de la cámara picadora “HERCOVEL 3903” si no se utilizaran los materiales y procesos disponibles en la empresa.

6.2.2. EVALUACIÓN FINANCIERA

El estudio de evaluación financiera permite conocer la factibilidad del proyecto, en la cual, una vez concentrada toda la información financiera, se aplican los métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento sobre su vida útil.

Para determinar el Flujo de Caja en el que para este caso en particular tomará en cuenta los egresos del proyecto, es decir los costos y gastos operacionales, generados para la construcción de la picadora, y los que deben darse en el futuro; es necesario determinar la depreciación que la máquina tendrá. Esta depreciación se calculó como una función lineal, es decir del valor que se estima costará la máquina dividiremos para su vida útil, estimada en 10 años.

Por lo tanto la depreciación de la Cámara Picadora es:

Tabla 6.4.- Depreciación anual de la cámara picadora HERCOVEL 3903"

COSTO DE LA MAQUINARIA	\$2.191,03
VIDA ÚTIL (AÑOS)	10
DEPRECIACIÓN	\$219,10

Como ya se mencionó los egresos comprenden los gastos de operación, y costos de operación, que son aquellos materiales directos y mano de obra que intervienen directamente en la construcción de la máquina.

Tabla 6.5.- Costo de operación de la cámara picadora "HERCOVEL 3903" para destrucción de ristras

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (USD)	REQUERIMIENTO (Horas)	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
OPERARIOS	HORA/HOMBRE	1	2	2.5	5	520
COSTO USO CÁMARA PICADORA	HORA/MÁQUINA	1	3.5	2.5	8.75	520
COSTO DE OPERACIÓN					13.75	1,040.00

La evaluación económica – financiera para la cámara picadora se realiza en relación a los beneficios que se proponen con la construcción de la cámara a través del cálculo de los costos y gastos de operación generados durante y después de la construcción; frente a los costos y gastos que Grünenthal en la actualidad desembolsa por concepto de destrucción de materiales (ristras).

Tabla 6.6.- Costo de destrucción de ristras manualmente

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (USD)	REQUERIMIENTO (Horas)	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
OPERARIOS	HORA/HOMBRE	2	2	8	32	3328
COSTO DE OPERACIÓN					32.00	3,328.00

Tabla 6.7.- Gastos de operación de la cámara picadora "HERCOVEL 3903" para destrucción de ristras

CONCEPTO	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
MANTENIMIENTO Uso de: Desengrasante, franela, anticorrosivo, grasa, lubricante, reposición de cuchillas y repuestos	6.00	312.00
DEPRECIACIÓN		219.10
GASTOS DE OPERACIÓN		531.10

6.2.3. FLUJO DE EFECTIVO

El flujo de caja mide los ingresos y egresos en efectivo que se estima tendrá una empresa en un período determinado, que para el caso está compuesto solo por lo egresos generados en la construcción de la cámara picadora y otro flujo correspondiente a los egresos actuales de Grünenthal por la destrucción manual de los materiales.

Por lo tanto el flujo de fondos del proyecto como tal, es el siguiente:

Tabla 6.8.- Flujo de fondos de la cámara picadora “HERCOVEL 3903”

CONCEPTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS DE OPERACIÓN		1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00	1,040.00
GASTOS DE OPERACIÓN		531.10	531.10	531.10	531.10	531.10	531.10	531.10	531.10	531.10	531.10
TOTAL GASTOS		1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10
INVERSIÓN INICIAL	2191.03										
FLUJO DE CAJA	-2191.03	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10	1,571.10
<i>Tasa de descuento aplicable</i>	0.08										
<i>Flujo de caja actualizado</i>		1,454.73	1,346.97	1,247.19	1,154.81	1,069.27	990.06	916.72	848.82	785.94	727.72
<i>Sumatoria de los Flujos</i>	10,542										
VALOR ACTUAL NETO	8,351										
TASA INTERNA DE RETORNO	71%										

Mientras que:

Tabla 6.9.- Flujo de fondos para el proceso manual.

CONCEPTO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
COSTOS DE OPERACIÓN	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	
TOTAL GASTOS	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	
FLUJO DE CAJA	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00	
<i>Tasa de descuento aplicable</i>	0.08										
<i>Flujo de caja actualizado</i>	3,081	2,853	2,642	2,446	2,265	2,097	1,942	1,798	1,665	1,542	
<i>Sumatoria de los Flujos</i>	22,331										
VALOR ACTUAL NETO	22,331										

6.2.4. VALOR ACTUAL NETO

El Valor Actual Neto es uno de los criterios económico más utilizados en la evaluación de los proyectos de inversión, y consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo que genera el proyecto y comparar esa equivalencia con el desembolso inicial.

Para su cálculo es preciso contar con una tasa de descuento, la cual descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, de tal modo que el valor actual neto es precisamente el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Lo que significa comparar todas las ganancias esperadas contra los desembolsos necesarios para producir esas ganancias en el tiempo cero (presente).

La tasa de descuento es el 8% pues se ha tomado como referencia la tasa que se paga por la inversión en bonos del Estado, o una inversión sin riesgo.

El Valor Actual Neto del proyecto “HERCOVEL 3903” es:

$$\text{VAN} = \$ 8.351$$

Esto significa que a un costo de oportunidad (8%), se generarían en la actualidad egresos por **8.351** dólares. frente a los 22.331 dólares que son los egresos traídos a valor presente del proceso manual que se lleva a cabo en Grünenthal – Tecnandina S.A.

6.3. COSTOS DEL PROYECTO CÁMARA PRENSADORA “PRENSCOVEL 5651”

6.3.1. COSTOS DE MATERIALES Y MANUFACTURA DE ELEMENTOS

Para la evaluación financiera de la cámara prensadora se procedió de la misma manera que para la evaluación de la Cámara Picadora, por lo tanto se muestran a continuación dichos valores:

Tabla 6.10.- Costos materiales cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRUNENTHAL
PERFILES, PLETINAS ESTRUCTURALES Y PLANCHAS DE TOOL				
Tubo estructural cuadrado hueco A-3724 tipo "N" / 40 x 40 x 3mm x 6 m	18.84	1	18.84	
Angulo laminado alas iguales / 30 x 3mm x 6m	7.35	1	7.35	
Angulo laminado alas iguales / 2" x 1/4" x 6m	23.52	2	47.04	
Plancha de acero A36 / espesor 6mm / 407 x 120mm (incluye oxicorte)	3.50	4	13.99	13.99
Plancha de acero A36 / espesor 6mm / 400 x 400mm (incluye oxicorte)	11.46	1	11.46	11.46
Plancha de acero A36 / espesor 12mm / 413 x 413mm (incluye oxicorte)	26.02	3	78.07	78.07
Plancha de acero A36 / espesor 12mm / 413 x 110mm (incluye oxicorte)	6.93	4	27.72	27.72
Plancha de acero A36 / espesor 12mm / 400 x 400mm (incluye oxicorte)	24.41	1	24.41	24.41
Tool al frío de 0,7mm / 1,22 x 2,44m	16.82	3	50.46	50.46
Tool galvanizado de 1,0mm / 1,22 x 2,44m	26.88	1	26.88	26.88
Subtotal			\$306.22	\$232.99
ACEROS				
Eje de acero AISI 1018 CD f 22mm x 6m	23.04	1	23.04	
Eje de acero AISI 1018 CD f 3" x 700mm - costo por kilo	1.28	8	10.24	
Subtotal			\$33.28	\$0.00
ACCESORIOS NEUMÁTICOS (Festo)				
Cilindro de fuelle EB - 385 - 230	485.31	1	485.31	485.31
Cilindro de doble efecto DNC - 32 - 400 - PPV	98.50	2	197.01	197.01
Válvula de impulsos JH - 5 - 1/4	77.10	3	231.30	231.30
Válvula c/rodillo R - 3 - M5	48.78	2	97.56	97.56
Válvula de panel SV - 3 - M5	38.32	1	38.32	38.32
Pulsador T -22 S (negro)	9.87	1	9.87	9.87
Transmisor señal neumática PPL - 1/8	29.62	2	59.24	59.24
Tapón ciego B - 1/4	1.03	2	2.06	
Racor L orientable QSL - 1/4 - 10	2.97	2	5.94	
Reducción D - 3/4 I - 1A	7.37	2	14.74	14.74
Reducción D - 3/8 I - 1/2A	2.65	2	5.30	5.30
Racor L orientable QSL - 3/8 - 10	3.26	2	6.52	
Racor L orientable QSL - 1/4 - 8	2.25	8	18.00	
Racor L orientable QSL - 1/8 - 8	2.16	4	8.64	
Racor L orientable QSL - 1/8 - 6	1.87	8	14.96	
Racor rápido QSM - M5 - 6	1.53	8	12.24	12.24
Silenciador U - M5	2.21	2	4.42	4.42
Derivación T QST - 6	2.83	6	16.98	
Derivación T reducción QST - 8 - 6	3.02	2	6.04	6.04
Derivación T QST - 8	3.35	2	6.70	
Tubo de poliuretano PUN - 8 x 1,25 BL	0.86	10	8.60	
Tubo amarillo PUN - 6 X 1 GE	0.63	10	6.30	
Tubo de poliuretano PUN - 10 x 1,50 BL	1.34	6	8.04	
Unidad de mantenimiento LFR - 1/4 - D - MINI -A	72.25	1	72.25	72.25
Subtotal			\$1336.34	\$1233.60

Tabla 6.11.- Costos manufactura cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651"

INVERSIÓN INICIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL GRUNENTHAL
PROCESOS DE MANUFACTURA (HORA / MÁQUINA)				
Torneado de cuatro columnas transmisoras y roscado M16 - UNC - costo por hora	5.00	2	10.00	
Perforación en cuatro columnas transmisoras transmisoras y cuatro columnas guías para pernos M8 - UNC	15.00	1	15.00	
Fresado, perforado, roscado M16 y avellanado de placas de 12mm de espesor - costo por hora	6.00	2	12.00	
Torneado de camisas envolventes de bujes de bronce para guías de transmisión - costo por hora	5.00	10	50.00	
Torneado y perforado de bujes de bronce fosfórico - costo por hora	5.00	8	40.00	
Subtotal			\$127.00	\$0.00
MANO DE OBRA (HORA / HOMBRE)				
Mano de obra torneado de cuatro columnas transmisoras y roscado - costo por hora	2.50	2	5.00	
Mano de obra fresado, perforado roscado y avellanado de placas de 12 mm de espesor - costo por hora	3.00	2	6.00	
Mano de obra torneado de camisas envolventes de bujes de bronce para guías de transmisión - costo por hora	2.50	10	25.00	
Mano de obra en torneado y perforado de bujes de bronce fosfórico - costo por hora	2.50	8	20.00	
Mano de obra en conexiones neumáticas - costo por hora	5.00	10	50.00	
Mano de obra en corte, encuadre y suelda de estructura (no incluye electrodos) - costo por hora	3.00	12	36.00	
Mano de obra en montaje e instalación máquina prensadora - costo por hora	5.00	24	120.00	
Mano de obra en fabricación de placas protectoras - costo por hora	3.00	12	36.00	36.00
Mano de obra pintura - costo por hora	2.50	5	12.50	
Subtotal			\$310.5	\$36.00
VARIOS				
Pernos, arandela, prisioneros, tornillos, garruchas, seguros, etc	28.00	1	28.00	
Lubricantes	8.00	1	8.00	
1/4 Galón de pintura acrílica / gris martillado	9.65	1	9.65	9.65
1/4 Galón de pintura acrílica / negro mate	6.95	1	6.95	
Subtotal			\$52.6	\$9.65
OTROS IMPUTABLES				
Otros	15.00	1	15.00	15.00
Subtotal			\$15.00	\$15.00

Por lo tanto, la diferencia observada entre lo que costaría la construcción de la cámara prensadora frente a la inversión que para Grünenthal representaría la construcción; existe un ahorro del **29.97%**, es decir, Grünenthal – Tecnandina S.A. invertirá **768,75** dólares menos de lo que costaría realmente la construcción de la cámara prensadora “PRENSCOVEL 5651” si no se utilizaran los materiales y procesos disponibles en la empresa.

En el cuadro siguiente se muestran los valores.

Tabla 6.12.- Inversión cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651"

CONCEPTO	INVERSIÓN TOTAL DE LA MAQUINA	INVERSIÓN TOTAL DE LA MÁQUINA PARA GRUNENTHAL
PERFILES, PLETINAS ESTRUCTURALES Y PLANCHAS DE TOOL	306.22	232.99
ACEROS	33.28	0.00
ACCESORIOS NEUMÁTICOS (Festo)	1336.34	1233.60
PROCESOS DE MANUFACTURA (HORA / MÁQUINA)	127.00	0.00
MANO DE OBRA (HORA / HOMBRE)	310.50	36.00
VARIOS	52.60	9.65
OTROS IMPUTABLES	15.00	15.00
SUBTOTAL	2180.94	1527.24
IMPREVISTOS 5%	109.05	76.36
IVA	274.80	192.43
INVERSIÓN TOTAL	2564.78	1796.03
AHORRO EN DÓLARES DE INVERSIÓN INICIAL	\$768.75	
PORCENTAJE DE AHORRO	\$29.97	

6.3.2. EVALUACIÓN FINANCIERA

La depreciación de la cámara prensadora es:

Tabla 6.13.- Depreciación anual de la cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651"

COSTO DE LA MAQUINARIA	\$1,796.03
VIDA ÚTIL (AÑOS)	10
DEPRECIACIÓN	<u>\$179.60</u>

Tabla 6.14.- Costo de operación de la cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651" para destrucción de frascos

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (USD)	REQUERIMIENTO (Horas)	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
OPERARIOS	HORA/HOMBRE	1	2	0.5	1	104
COSTO USO CÁMARA PICADORA	HORA/MÁQUINA	1	3.5	2.5	1.75	1.82
COSTO DE OPERACIÓN					2.75	286.00

Tabla 6.15.- Costo de destrucción de frascos actual ("manualmente")

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (Unidades)	COSTO UNITARIO (USD)	REQUERIMIENTO (Horas)	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
OPERARIOS	HORA/HOMBRE	1	2	2	4	416
PRENSADORA MANUAL					5	260
COSTO DE OPERACIÓN					9.00	676.00

Tabla 6.16.- Gastos de operación de la cámara prensadora "PRENSCOVEL 5651" para destrucción de frascos

CONCEPTO	COSTO SEMANAL (USD)	COSTO AUAL (USD)
MANTENIMIENTO Uso de: Desengrasante, franela, anticorrosivo, grasa, lubricante, rectificación de placas de prensado y repuestos	5.00	260.00
DEPRECIACIÓN		179.60
GASTOS DE OPERACIÓN		439.60

6.3.2. FLUJO DE EFECTIVO

Tabla 6.17.- Flujo de fondos de la cámara prensadora “PRENSCOVEL 5651”

CONCEPTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS DE OPERACIÓN		286.00	286.00	286.00	286.00	286.00	286.00	286.00	286.00	286.00	286.00
GASTOS DE OPERACIÓN		439.60	439.60	439.60	439.60	439.60	439.60	439.60	439.60	439.60	439.60
TOTAL GASTOS		725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60
INVERSIÓN INICIAL	1796.03										
FLUJO DE CAJA	-1796.03	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60	725.60
<i>Tasa de descuento aplicable</i>	0.08										
<i>Flujo de caja actualizado</i>		671.85	622.09	576.01	533.34	493.83	457.25	423.38	392.02	362.98	336.09
<i>Sumatoria de los Flujos</i>	4,869										
VALOR ACTUAL NETO	3,073										
TASA INTERNA DE RETORNO	39%										

Tabla 6.18.- Flujo de fondos del proceso manual

CONCEPTO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
COSTOS DE OPERACIÓN	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	
TOTAL GASTOS	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	
FLUJO DE CAJA	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	676.00	
<i>Tasa de descuento aplicable</i>	0.08										
<i>Flujo de caja actualizado</i>	625.93	579.56	536.63	496.88	460.07	425.99	394.44	365.22	338.17	313.12	
<i>Sumatoria de los Flujos</i>	4,536										
VALOR ACTUAL NETO	4,536										

6.3.4. VALOR ACTUAL NETO

Por lo tanto, el Valor Actual Neto del Proyecto “PRENSCOVEL 5651” es:

$$\text{VAN} = \$ 3.073$$

Esto significa que a un costo de oportunidad (8%), se generarían en la actualidad egresos por **3.073** dólares; frente a los 4.536 dólares que son los egresos traídos a valor presente del proceso manual que se lleva a cabo en Grünenthal – Tecnandina S.A.

CAPÍTULO 7:

EVALUACIÓN AMBIENTAL

7.1. PREPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DESECHOS PREVIO DESTRUCCIÓN. DISMINUCIÓN DE EFECTOS CONTAMINANTES Y RIESGOS EN LA SALUD OCUPACIONAL

La clasificación de los desperdicios considera las notables diferencias existentes (como: peso, forma, composición, resistencia, dureza, dimensión, utilidad, etc), con la finalidad de desarrollar un tratamiento de los desperdicios más eficiente desde los puntos de vista operacionales y de medio ambiente.

En la Guía de Gestión de Desperdicios en el **Anexo 12** se expresan las mejores prácticas de procesamiento desde un punto de vista global, poniendo mayor énfasis en los aspectos operacionales y de seguridad laboral. Sin embargo, esta misma guía fomenta la práctica de clasificación de los desechos en función de pormenorizar las condiciones a las que deben ser manipulados para reducir efectos e impactos medioambientales como:

- 1) Derrames de cremas, líquidos o suspensiones.
- 2) Emisiones incontroladas de partículas de productos.
- 3) Vertidos efluentes no programados.
- 4) Emisión de gases de productos que contaminan a los demás y al sitio de operaciones.
- 5) Almacenaje de productos químico - farmacológicos no terminados o defectuosos, previo sometimiento de destrucción.
- 6) Contaminación y corrosión de los elementos mecánicos de los equipo.
- 7) Utilización de spray y detergentes para limpieza de equipos y áreas en circunstancias no previstas.
- 8) Evasión de técnicas de reciclaje que disminuyan la explotación de ciertos recursos naturales.
- 9) Otros.

Para efectos propios de clasificación, se han establecido grupos de desechos que reúnen características similares. Dichos grupos se citan a continuación, sin embargo, se aclara que para tener una mayor conocimiento acerca de ellos y de sus respectivos procesos de clasificación es necesario remitirse a la Guía de Gestión:

- **Grupo I** (contenedores de color verde): cartones, estuches, etiquetas y papel.
- **Grupo II** (contenedores de color azul): frascos de vidrio.
- **Grupo III** (contenedores de color gris claro): ristras, cotrifamol, folio de aluminio o folio de PVC y folio formado - sellado de PVC y aluminio.
- **Grupo IV** (contenedores de color gris oscuro): tubos colapsibles y tapas alumínicas.

7.2. GESTIÓN DE DESECHOS A PICAR Y DISPOSICIÓN FINAL DE REMANENTES PROCESADOS

Los desperdicios a ser intervenidos en la cámara picadora HERCOVEL 3903, son aquellos pertenecientes a los grupos I y III; aclarando que del grupo I deben ser separados manualmente los cartones y almacenados en el contenedor exterior para efectos de reciclaje. El papel de documentación también se estima útil para reciclaje, pero se postula la obligatoriedad de ser previamente picado antes de la entrega a la empresa recicladora.

Los procesos de gestión para estas categorías se describen de la siguiente manera:

1. El recipiente del color correspondiente a cada grupo y asignado en todas las líneas de trabajo dará inicio a la clasificación de los desperdicios, siendo necesario una capacitación consciente del personal del área para aclarar la importancia de su colaboración en el fiel cumplimiento de esta disposición.
2. Cada cierta cantidad prudente, los operadores de las líneas deberán colocar los desperdicios en fundas de polietileno selladas y las depositarán en el

acumulador temporal del color de cada grupo, el cual estará ubicado en el interior de la zona de Envase – Empaque.

3. A continuación, los restos de cada contenedor del interior de Envase – Empaque son enviados a los contenedores correspondientes localizados en la zona designada como *Área de Procesamiento de Desperdicios*, para intervención de la máquina destructora.

4. Durante el proceso de destrucción, los desechos se tramitarán en función de las recomendaciones establecidas en la Guía de Gestión.

5. Terminado el proceso de picado, se extraerá el material destruido y dicho despojo se colocará en fundas de polietileno que se sellarán con cinta de embalaje, y se enviarán finalmente a los acumuladores exteriores ubicados en el área de carga de los recolectores municipales.

6. Si existieran bultos que contengan remanentes procesados de ristras con producto de encapsulados se notificará al Gerente de Bodega sobre el corriente, para que se encargue de la transportación hacia la empresa incineradora para efectos propios de eliminación reglamentaria.

7.3. GESTIÓN DE DESECHOS A PRENSAR Y DISPOSICIÓN FINAL DE REMANENTES PROCESADOS

Los desechos tramitados bajo este procedimiento en la máquina PRENSCOVEL 5651 son aquellos pertenecientes a los grupos II y IV. Es menester importante el mencionar que la manipulación de estos desperdicios exige un mayor grado de seguridad por la particularidad de convertirse en remanentes cortantes una vez intervenidos en el prensado.

Los procesos de gestión para estos grupos se detallan a seguir:

Manteniendo el procedimiento de los desechos para picado, los recipientes del color correspondientes a cada grupo asignados las líneas de trabajo permitirán la clasificación de los desperdicios, juzgándose apropiada la capacitación responsable del personal para definir la necesidad de su eficiente cooperación.

Todos los envases (tanto frascos como tubos) serán inspeccionados a fin de notificar la existencia o no de producto en su interior, y si se comprobara la presencia del mismo, deberán vaciarse completamente en la zona de lavado del Envase - Empaque. Las tapas alumínicas se colocarán en el mismo recipiente de los colapsibles.

Todos los desperdicios de vidrio se colocarán previamente en una funda plástica, la misma que será introducida en una caja de cartón antes de ser colocados en el acumulador interno respectivo, para disposición del personal de limpieza. La medida busca prevenir los riesgos de cortes en el manejo del material. En similar forma se procederá con los colapsibles, con excepción de la colocación del bulto en una caja de cartón, por cuanto no existen los riesgos potenciales de los desechos de vidrio.

El personal de limpieza estará en el derecho de exigir el cumplimiento de del enunciado anterior para el caso de los desperdicios de vidrio.

Los desechos recolectados de los acumuladores internos deberán ser conducidos hacia los contenedores correspondientes del *Área de Procesamiento de Desperdicios*, para utilización de la prensadora.

Durante el proceso de destrucción, los desechos se tramitarán en función de las recomendaciones establecidas en la Guía de Gestión.

Terminado el proceso de prensado, se retirará el material destruido para colocarlo en fundas de plásticas, se sellarán con cinta de embalaje; y, en el caso de los destrozos de vidrio, se colocarán dentro de las mismas cajas empleadas para el manejo del material. Finalmente se enviarán a los

acumuladores exteriores ubicados en el patio de carga de los recolectores municipales.

7.4. IMPACTO AMBIENTAL

7.4.1. LEGISLACIÓN

A continuación se transcriben párrafos significativos o artículos completos de las políticas ambientales establecidas en la ***Ley de Medioambiente de la Constitución de la República***, que permiten reconocer los motivos fundamentales de la evaluación, la misma que se explica en la parte II:

- ***Artículo 1 del Ámbito y Principios de la Ley.***- La presente Ley establece los principios que servirán de directrices de política ambiental, el establecimiento de obligaciones, responsabilidades, niveles de participación del sector público y del sector privado en la gestión ambiental, así como las normas generales relacionadas con la aplicación de instrumentos, el establecimiento de los límites, controles y sanciones en materia ambiental.

- ***Artículo 2 del Ámbito y Principios de la Ley.***- La preservación, la conservación, la utilización, la prevención, el mantenimiento, el mejoramiento y la restauración del medio ambiente y el manejo racional de los recursos naturales del país y, en general, la gestión ambiental para el desarrollo sustentable en el Ecuador estará sujeta y basada en los siguientes principios: solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, precaución, prevención, reutilización de desechos susceptibles de reciclajes, fomento de utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables, manejo técnico, participación privilegiada de los usuarios, soberanía en el manejo de los recursos, sustitución progresiva de los recursos renovables y no renovables y el respeto a la cultura , protección y aplicación de los conocimientos tradicionales de los mismos.

▪ **Artículo 3 del Ámbito y Principios de la Ley.-** El derecho a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado es un derecho colectivo.

▪ **Artículo 5 del Ámbito y Principios de la Ley.-** Las leyes especiales determinarán las actividades o hechos susceptibles de degradar la calidad ambiental sea por constituir un potencial peligro o por causar grave impacto en él.

▪ **Artículo 20 de la Evaluación del Impacto Ambiental y del Control Ambiental.-** La evaluación de impacto ambiental comprenderá al menos la estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

También comprenderá la estimación de la incidencia que el proyecto, obra o actividad tiene sobre los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural, sobre las consideraciones de tranquilidad pública, tales como ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

▪ **Artículo... de los Delitos de Carácter Ambiental.-** Será sancionado con prisión de uno a tres años, el que violando las normas sobre protección del medio ambiente, lo contaminare vertiendo residuos sólidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna, el potencial genético y recursos microbiológicos. Si el sujeto actuó culposamente la pena será de dos meses a un año de prisión.

▪ **Artículo... de los Delitos de Carácter Ambiental.-** La pena será de tres a cinco años de prisión si como consecuencia de los actos previstos en el artículo anterior:

- a) Se produjera daño para la salud de la persona o deterioro en sus bienes.
- b) Si el perjuicio o alteración adquirieren un carácter catastrófico.
- c) Si los actos contaminantes afecten gravemente los recursos naturales.

7.4.2. PRELIMINARES DE EVALUACIÓN

a. Finalidad

La finalidad de esta evaluación medioambiental es ofrecer a la dirección técnica y al personal de Grünenthal-Tecnandina S.A. una visión de la participación del sitio de operaciones (*Área de Procesamiento de Desperdicios*) con el entorno local y global.

La evaluación puede identificar los aspectos medioambientales significativos (causas) y los impactos medioambientales (efectos) de las actividades, las funciones y los procesos que tienen lugar en el sitio de operaciones.

La evaluación proporciona a la dirección un sistema de gestión que controle y minimice los aspectos e impactos medioambientales y, así, mejorar la actuación medioambiental corporativa.

b. Ámbito

Ésta revisión se ocupa de la Casa Farmacéutica Grünenthal y de su planta de producción Tecnandina, en Quito. La revisión incluye el sitio de operaciones de gestión y destrucción de los desechos del área de Envase – Empaque. La revisión no incluye la planta de reciclaje ni la planta de incineración, las cuales son manejadas por empresas tercerizadas y tienen lugar en locaciones geográficas diferentes.

c. Metodología

El proceso de evaluación ha incluido lo siguiente: un estudio de los pasos para una destrucción efectiva de los desechos y de la Guía de Gestión, seguimientos continuos de los aspectos e impactos medioambientales durante los pasos del proceso, entrevistas con el personal que opera el equipo y otras partes interesadas e investigación del tratamiento post-destrucción de los desechos por la empresas mercerizadas y el desarrollo de una tabla, una matriz y una gráfica explicativas sobre los efectos e impactos medioambientales del sitio de operaciones evaluado.

d. Responsable de evaluación

Hernán Coronel, responsable directo de los procesos de destrucción.

e. El sitio de operaciones

El sitio de operaciones se encuentra al interior de la planta de Tecnandina, en el Km. 6 ½ de la Autopista Manuel Córdova Galarza, en Pusuquí. Es un entorno semi-urbano apacible, situado en la zona noroccidente de Quito.

Este sitio (*Área de Procesamiento de Desperdicios*) se compone de 2 áreas principales: la *zona de almacenaje temporal* de los desechos (incluidos los colectores – contenedores - codificados con color para cada despojo), y la *zona de destrucción* (incluidas las cámaras picadora y prensadora). Y para efectos propios de los procedimientos de destrucción se lleva a cabo 4 pasos: 1) *Clasificación y almacenaje de los desechos*, 2) *Destrucción de desechos*, 3) *Limpieza y Mantenimiento del área y del equipo*, 4) *Disposición final hacia acumuladores externos y Transporte*.

Ocupa aproximadamente 10 metros cuadrados, y se encuentra (dentro de la distribución de la planta) al interior del bloque de Mantenimiento (al exterior de las zonas de Producción y Bodega). La edificación se encuentra bien conservada, limpia, ordenada y organizada. El mantenimiento de la misma es una parte importante de las actividades cotidianas.

f. Topografía, hidrología y geografía

La zona es conocida por su característico clima seco y polvoriento. El terreno se califica como parcialmente árido (debiéndose cavar 110 mts. para que pueda emerger agua), y en el cual se reconoce su composición mineral; razón que explica la existencia de canteras en las montañas vecinas. No se identifican acuíferos ni pozos en las cercanías.

Hay que recalcar que una de las particularidades de la zona es que se encuentra próxima a fallas geológicas, lo que le hace susceptible a actividades telúricas.

g. Ubicación del sitio en relación de los receptores de riesgo y los alrededores

Hay un considerable número de casas, conjuntos residenciales, pequeños sembríos, el complejo deportivo de la compañía y otras industrias. A un costado también existe un centro recreacional, y por el momento se encuentra en proyecto de construcción una unidad educativa al frente de Tecnandina (del

otro lado de la autopista). Todos parecen estar conscientes de las actividades de la empresa; y hasta el momento no se han registrado quejas de los mismos. No se conocen lugares o zonas de importancia natural o arqueológica en los alrededores.

En la zona prevalecen vientos cambiantes con grandes cantidades de polvo provenientes de canteras; especialmente en las épocas de verano.

h. Otras industrias locales

En la locación geográfica de la empresa se encuentran asentadas también un par de empresas farmacéuticas que incluyen plantas de producción, una empresa productora de artículos plásticos, dos empresas textiles, una gasolinera, un instituto de instrucción policial con campos de adiestramiento y un conjunto de pequeños talleres entre los que se incluyen cerrajerías, carpinterías y mecánicas.

7.4.3. EVALUACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AL MEDIOAMBIENTE

Tabla 7.1.- Descripciones de las actividades de procesos y de aspectos medioambientales

Referencia	Pasos individuales del proceso	Descripción de los pasos individuales del proceso	Aspectos	
			Condiciones normales	Condiciones anómalas
DEST-01	CLASIFICACIÓN Y ALMACENAJE	La clasificación es el primer paso en la gestión, por cuanto los desechos son depositados en los recipientes recolectores al interior del Envase/Empaque, de acuerdo a las políticas que se aclaran en la Guía de Gestión. Respecto del almacenaje, éste no es más que una retención temporal de los desechos en el Área de Procesamiento de Desechos en espera de la destrucción, según los cronogramas de Tecnandina.	Almacenaje de productos químicos-farmacológicos y residuos, uso de material de embalaje.	Derrames de productos químicos-farmacológicos, riesgo de incendio, riesgo para la seguridad y salud ocupacional.
DEST-02	DESTRUCCIÓN	Los desperdicios almacenados en el área de procesamiento son destruidos de acuerdo a la planificación y necesidades internas de Tecnandina. Estos se traman en la cámara picadora o en la cámara prensa adora según el grupo al cual pertenecen y en conformidad con los procedimientos declarados en la Guía de Gestión.	Emisión de polvos al aire, uso de energía eléctrica, uso de aceites, lubricantes y grasas, uso de otros productos químicos, vibraciones, ruidos y olores.	Derrames de productos químicos-farmacológicos, riesgo para la seguridad y salud ocupacional.
DEST-03	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	Después de cada utilización de los equipos, es primordial efectuar las labores de limpieza, tanto de los equipos como del área. De esta manera se consigue disminuir la incidencia de efectos contaminantes al ambiente y a los mecanismos de las cámaras de destrucción.	Usos de agua procedente de fuentes municipales, uso de aceites, lubricantes y grasas, uso de otros productos químicos, vertido de efluentes a un servicio de tratamiento, olores	Riesgo para la seguridad y salud ocupacional.
DEST-04	DISPOSICIÓN FINAL HACIA ACUMULADORES EXTERNOS Y TRANSPORTE	Los desperdicios luego de haber sido tramitados en destrucción, se envían a los acumuladores del patio exterior, para ser puesto a disposición (según el tipo de desho) a la empresa recicladora, a la empresa incineradora o a los camiones recolectores municipales.	Usos de combustible para transporte, uso de material para embalaje, almacenaje de productos químicos-farmacológicos y residuos, emisiones del transporte,	Derrames de productos químicos-farmacológicos, riesgo de incendio, riesgo para la seguridad y salud ocupacional.

Tabla 7.2.- Matriz de las actividades de procesos y aspectos medioambientales

Sitio: Área de Procesoamiento de Desperdicios (Grünenthal - Tecnandina S.A.)										
Proceso: Destrucción de desperdicios de Envase / Empaque										
Números de referencia de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del proceso				Valoración del impacto	Directo o indirecto	Valoración de gravedad	Factor de significación	
		1	2	3	4					
1	WU WU01 Uso del agua Uso del agua procedente de fuentes municipales			X		1	Directo	1	1	
2	EU EU01 Uso de energía Uso de combustible para transporte				X	1	Directo	3	3	
3	EU02 Uso de energía de origen hidroeléctrico		X			1	Directo	1	1	
4	CU CU01 Uso de productos químicos Uso de aceites hidráulicos, lubricantes, grasas, etc.		X	X		2	Directo	2	4	
5	CU02 Uso de otros productos químicos			X		1	Directo	1	1	
6	RU RU01 Uso de materias primas Uso de material de embalaje		X			2	Directo	2	4	
7	ST ST01 Almacenaje en el sitio Almacenaje de productos químico-farmacológicos	X			X	2	Directo	2	4	
8	ST02 Almacenaje de residuos (en el sitio de operaciones)	X			X	2	Directo	1	2	
9	EW EW01 Efluentes al agua Vertido de efluente a un servicio de tratamiento			X		1	Directo	1	1	
10	EA EA01 Emisiones al aire Emisión de polvo o materias primas		X			1	Directo	2	2	
11	EA02 Emisiones del transporte				X	1	Directo	3	3	

Tabla 7.2 (cont.).- Matriz de las actividades de procesos y aspectos medioambientales

Tabla 7.2 (continuación).- Matriz de las actividades de procesos y aspectos medioambientales									
Sitio:		Área de Procesoamiento de Desperdicios (Grünenthal - Tecnandina S.A.)							
Proceso:		Destrucción de desperdicios de Envase / Empaque							
Números de referencia de los aspectos	Aspectos generales	Pasos del proceso				Valoración del impacto	Directo o indirecto	Valoración de gravedad	Factor de significación
		1	2	3	4				
12	DL								
	DL01	Desecho al terreno							
13		Desecho al proceso de incineración			X			1	3
	DL02	Desecho al proceso de reciclaje, recuperación o reutilización			X			1	2
14	OT								
	OT01	Otros							
15		Vibraciones		X				1	1
	OT02	Ruido, olores		X	X			2	3
16	AB	Riesgo de actividad anómala							
	AB01	Riesgo de incendio			X			2	5
17		Riesgo para la seguridad y salud ocupacional		X	X	X	X	4	3

COMENTARIOS:

- 1: Clasificación y almacén
- 2: Destrucción
- 3: Limpieza y mantenimiento
- 4: Disposición final hacia acumulad. externos y

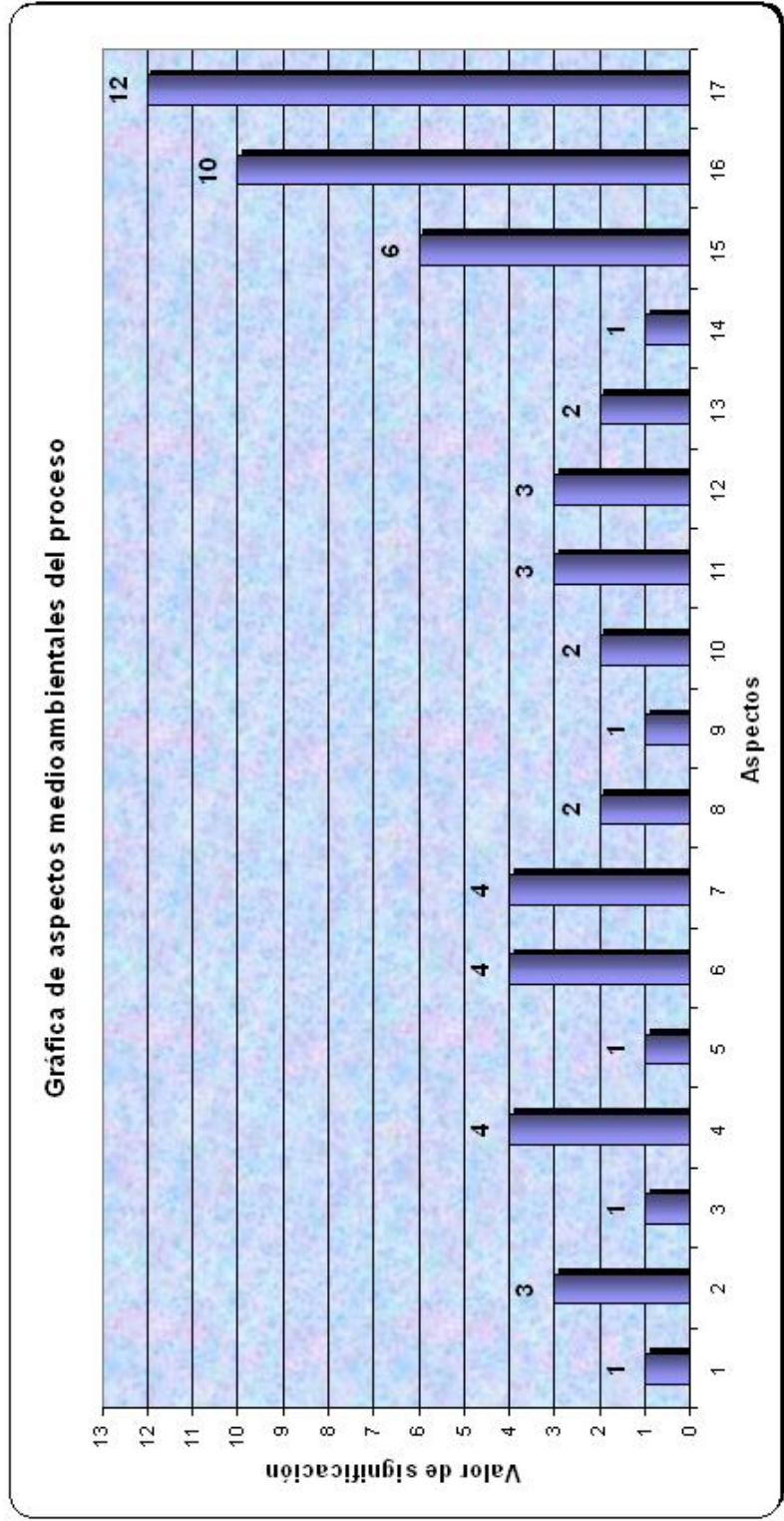
- 1: Ninguno o poco efecto
- 2: Efecto leve
- 3: Efecto moderado
- 4: Efecto serio
- 5: Efecto desastroso

7.4.4. EFECTOS E IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES DEL SITIO DE OPERACIONES

Cuadro 7.4.1.- Aspectos medioambientales del proceso

Descripción de los aspectos-

1: Uso agua procedente de fuentes municipales	7: Almacenaje productos químico-farmacológicos	13: Desechos a proceso de reciclaje
2: Uso de combustibles para transporte	8: Almacenaje de residuos (in situ)	14: Vibraciones
3: Uso energía origen hidroeléctrico	9: Vertido efluente a servicio de tratamiento	15: Ruido, olores
4: Uso de aceites, lubricantes, hidráulicos, grasas, etc.	10: Emisión de polvos o materias primas	16: Riesgo de incendio
5: Uso de otros productos químicos	11: Emisiones en el transporte	17: Riesgo para seguridad y salud ocupacional
6: Uso de material de embalaje	12: Desechos a proceso incineración	



CAPÍTULO 8:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- a) Con base al desarrollo del proyecto, se puede definir que las aspiraciones proyectadas como objetivos han sido cumplidas en mérito a las mejores prestaciones de la maquinaria.
- b) El hecho de persuadir un capital extranjero para aprobar una inversión con tecnología y mano de obra nacional fue una labor delicada y desafiante, por cuanto ameritaba que los criterios de ingeniería minimicen los aspectos económicos, sin descuidar que factores como la fiabilidad, la vida útil y la eficiencia brinden máxima prestación durante los procesos de destrucción; a fin de competir con tecnologías alemanas.
- c) Renovar o reutilizar mecanismos, materiales y elementos mecánicos existentes en stock; procurando mejorar su rendimiento y funcionalidad al máximo, fue circunstancial en la obtención de resultados satisfactorios, tanto en criterios de diseño como en aspectos económicos.
- d) Mediante los procesos de gestión de los desperdicios; previa eliminación definitiva, el consorcio Grüenthal – Tecnandina S.A. logra cumplir una de las principales recomendaciones de las Normas BPM para eliminación de desechos; ajustándose de esta manera a estándares internacionales que le tramitan el normal ejercicio de sus labores productivas.
- e) Los procedimientos propuestos en la Guía de Gestión podrían convertirse en fuentes de información valiosa para la institución, considerando la posibilidad de llevar a cabo un control de campo sobre los desechos, para determinar valores reales de deserción y efectuar cálculos de errores porcentuales en la fabricación de ciertos productos.

- f) Tras la pruebas de operación, se concluye que la capacidad del coche colector debería ser mayor, para evitar que la voluptuosidad que alcanzan cierto tipo de desperdicios luego del picado (ejemplo: papel) sature rápidamente el coche. Con esta decisión se consigue mayor continuidad en la destrucción al disminuir el número de paros por descarga.

- g) La decisión interna de los altos directivos de la empresa de apoyar la ingeniería nacional durante la ejecución de este proyecto se muestra favorablemente retribuida; puesto que, la cámara picadora se encuentra operando a cabalidad con las demandas reales de la empresa y en tiempos de trabajo aprobados por los responsables directos.

- h) La implementación de la cámara prensadora **PRENSCOVEL 5651** queda proyectada para un futuro cercano; por lo tanto, los planos de construcción, el plano de montaje, las hojas y los diagramas de procesos entregados a la organización facultarán a los operarios de taller en la pronta construcción de la misma, quedando pendiente cualquier asesoría oportuna de parte del diseñador. El Manual de Operación y Mantenimiento prevé también las actividades de manutención y trabajo de esta cámara.

- i) El riesgo en el que incurrieron al inicio los directivos de la institución al consentir la opción de fabricación del equipo al interior de la compañía les representa; finalmente, un ahorro lucrativo del **75%** (valorado en **15.000 dólares americanos** aproximadamente) respecto de la, hasta entonces (año 2003), inversión planificada para la adquisición de una maquinaria alemana de similares prestaciones.

- j) El Valor Actual Neto del proyecto “HERCOVEL 3903” es: \$ 8.351, esto significa que a un costo de oportunidad (8%), se generarían en la actualidad egresos por **8.351 dólares**; frente a los 22.331 dólares que son los egresos traídos a valor presente del proceso manual que se lleva a cabo en Grünenthal – Tecnandina S.A.

- k) El Valor Actual Neto del proyecto “PRENSCOVEL 5651” es: \$ 3.073, esto significa que a un costo de oportunidad (8%), se generarían en la actualidad egresos por **3.073 dólares**; frente a los 4.536 dólares que son los egresos traídos a valor presente del proceso manual que se lleva a cabo en Grünenthal – Tecnandina S.A.

- l) Ambas cámaras han sido analizadas bajo criterios de diseño críticos, los cuales se consideran potenciales pero en extremo casuales, con ellos se ha procurado establecer **factores de seguridad mínimos definitivos que oscilan entre 1.5 y 2.0.**

- m) En estudio de Impacto Ambiental se comprobó que los factores de significación más elevados corresponden a condiciones de actividades anómalas, por cuanto es necesario incorporar un plan de respuesta a emergencias para este tipo de acontecimientos.

8.2. RECOMENDACIONES

- a) El apoyo de parte de la ESPE hacia proyectos de este tipo debería priorizarse, por cuanto su prestigio se promociona ante empresas reconocidas. Con estas actitudes se podría fomentar la participación de profesionales de la Escuela en organizaciones respetables.

- b) Con la implementación de la cámara picadora **HERCOVEL 3903**, Grünenthal se encuentra en firmes condiciones de promover un servicio tercerizado de destrucción de documentación para empresas externas; con lo cual, podría generar ingresos extras para movimientos productivos de la institución.

- c) Para mayor garantía del equipo; así como de los procesos de destrucción, se recomienda a la empresa Tecnandina S.A., el fiel cumplimiento de la Guía de Gestión de Desperdicios. Mencionada guía es un respaldo técnico

basado en normas y protocolos internos que procuran actividades efectivas durante el trámite de los desperdicios.

- d) Para mejorar el desempeño productivo, el equipo debería complementarse con una infraestructura de locación propiamente adecuada, la misma que debería reunir ciertas condiciones específicas de construcción; como: altura de 3.0 a 4.0 mts., inyección y extracción de aire con cambios de 6 - 8 por hora, paredes enlucidas revestidas con pintura epóxica, acabado de piso en epoxi stonhard, zona para anclaje del equipo enmarcada con bordillos de cemento, desagüe de aguas residuales y suministros industriales como agua, aire comprimido y corriente eléctrica (necesarios para acciones de operación y limpieza).
- e) Un funcionamiento óptimo de la cámara picadora se puede conseguir motivando la rotación del árbol principal mediante un motorreductor con variador de frecuencia adaptado. Dichos dispositivos podrían facilitar la alternabilidad de velocidades de rotación del árbol a través de una simple acción manual selectora en el variador. Ésta práctica; aunque costosa solución, se justifica sobradamente al comparar con la inversión en la manufactura de la caja de velocidades (engranes, árbol transmisor, chumaceras, etc.) y la considerable reducción de ruido durante la operación del equipo.
- f) Un sensor de proximidad o un sensor óptico podrían ser instalados al interior de la zona de destrucción en la picadora; a fin de controlar el llenado del coche colector hasta una altura permitida, deteniendo la máquina una vez que los desperdicios han alcanzado dicho nivel. De esta manera, se eliminan derrames sobre el piso del área y se aminoran las labores de limpieza.
- g) Una recomendación que adquiere carácter imperativo es el de guardar todas la normas de seguridad establecidas en la Guía de Gestión en la operación de ambas cámaras; especialmente en la ejecución de tareas de calibración y limpieza.

- h) Realizar la implementación de la cámara PRENSCOVEL 5651 debería ser el paso más próximo una vez que se autorice la inversión de capital exclusivo para este proyecto.

- i) Sería prudente desarrollar una política medioambiental para el sitio de operaciones; tomando en cuenta los resultados de esta evaluación, para que toda persona en el sitio de operaciones comprenda la importancia de cumplir la legislación y las posibles consecuencias en casos de negligencia.

- j) Debería investigarse la posibilidad de integrar las actividades de gestión medioambiental con el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional.

ANEXOS

**ANEXOS DE DISEÑO
Y
SELECCIÓN DE ELEMENTOS**

ANEXO 1

**TABLAS DE CONTROL DE PESAJE
(ESTIMACIÓN SEMANAL Y MENSUAL)**

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 01

Semana 48

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	22/23-Nov-03	25-Nov-03	07:48 a.m.	17.10
Cámara trituradora	22/23-Nov-03	25-Nov-03	07:56 a.m.	5.35
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco MONOMYCINA sus 60ml			Bosch	
Fco COLLOMACK sol 20ml			Strunck, Cartoneta 4	
Fco MESULID got 5ml (MM-GC) ND			Strunck	
Bli EUGLUCON RH com x 10			Hassia 2	
EUGLUCON RH com x 100			Hassia 2	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
CODIPRONT-EX cap x 10			Uhlman - Marchesini II	
QUIPRO 500 cor x 10			Uhlman - Marchesini II	
GRUNAMOX 500 com x 10			Cam	
LIBRAMOX 500 com x 20			Cam	
MESULID GRN sob x 2 (MM)			Cam	
PANTELMIN tab x 6			Cartopac	
DAKTARIN cre 30g (GP)			Banda	
Fco SULFAMETOX+TRIMET sus 60ml			Mewes	
MESULID sus 60ml			Mewes	
Tub CONTRACTUBEX gel 15g ND			Gasti	
Tub TOPSYM POLYOL cre15g(EP)ND			Gasti	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
Bli HYPERIKAN 300 cor x 2 (MM)			Servac	
Bli MUCOPRONT cap x 2 (MM)			Servac	
LIBRAFENAC RET tar x 20			Uhlman-Marchesini I	
SUPRAMYCINA tab x 10 (XD)			Uhlman-Marchesini I	
SUPRAMYCINA tab x 10			Uhlman-Marchesini I	
SUPRAMYCINA tab x 2 (MM-XD)			Uhlman-Marchesini I	
AFLAMAX sus 60ml (GP)			Cartoneta 2	
SUPRACOMBIN sus 60ml			Cartoneta 2	
SULFAMETOX+TRIMET sus 60ml			Cartoneta 2	
SUPRADYN RH jbe 200ml			Cartoneta 1	
FLUIDASA jbe 200ml			Cartoneta 1	
BENZOSIDE 6:3:3 iny x 1 (MM)			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: este día se reporta una presencia aceptable de desechos de MESULID de 2g en desperdicio con un peso aproximado de 5.7 Kg. Además aparecen despojos de estuches de TOPSYM y FLUIDASA con un peso de 4.2 Kg y tubos de MULGATOL con 0.4 Kg

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 02

Semana 48

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	25/26-Nov-03	27-Nov-03	07:52 a.m.	11.60
Cámara trituradora	25/26-Nov-03	27-Nov-03	08:08 a.m.	6.90
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco MESULID got 5ml (MM-GC) ND			Strunck	
Fco MESULID got 10ml			Strunck	
Bli EUGLUCON RH com x 10			Hassia 2	
EUGLUCON RH com x 100			Hassia 2	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
QUIPRO 500 cor x 10			Uhlman - Marchesini II	
MUCOPRONT cap x 20			Uhlman - Marchesini II	
MESULID GRN sob x 2 (MM)			Cam	
AGIOLAX GRN sob 5g x 2 (MM-XD)			Cam	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
MESULID sus 60ml			Mewes	
Fco MESULID sus 40ml (MM-GC)			Mewes	
Tub TOPSYM POLYOL cre15g(EP)ND			Gasti	
Tub TOPSYM POLYOL cre15g(EP)ND			Gasti	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
Bli QUIPRO 500 cor x 2 (MM)			Servac	
SUPRAMYCINA tab x 2 (MM-XD)			Uhlman-Marchesini I	
APRONAX RH 275 tar x 20			Uhlman-Marchesini I	
SULFAMETOX+TRIMET sus 60ml			Cartoneta 2	
FLUIDASA jbe 200ml			Cartoneta 1	
BENZOSIDE 6:3:3 iny x 1 (MM)			Cartoneta 3	
CONTRACTUBEX gel 15g			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: para este día la presencia de MESULID de 2 g se mantiene, esta vez en algo menos que el día anterior, con un peso de 2.1 Kg. Los estuches de FLUIDASA y TOPSYM también se muestran presentes con 3.5 Kg de deserción. Ambos pesos se consideran aceptables.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 03

Semana 48

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	27/28-Nov-03	29-Nov-03	08:07 a.m.	22.12
Cámara trituradora	27/28-Nov-03	29-Nov-03	08:07 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco COLLOMACK sol 20ml			Strunck	
Bli EUGLUCON RH com x 10			Hassia 2	
EUGLUCON RH com x 100			Hassia 2	
Bli ANSIETIL 30 com x 10			Hassia 2	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
APRONAX RH 550 tar x 20			Uhlman - Marchesini II	
NAPROSYN LLE 500 tar x 2 (MM)			Cam	
NAXEN LLE 500 tar x 2 (MM-XD)			Cam	
HYPERIKAN 300 cor x 2 (MM)			Cam	
MESULID got 10ml			Cartoneta 4	
BRAMEDIL got 20ml			Cartoneta 4	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
Fco MESULID sus 40ml (MM-GC)			Mewes	
Fco ALBENDAZOL sus 20ml			Mewes	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
MONOMYCINA cap x 2 (MM-XD)			Servac	
APRONAX RH 275 tar x 20			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10 IESS			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
MEGACILINA OR jbe 80ml			Cartoneta 2	
BENZOSIDE 6:3:3 iny x 1 (MM)			Cartoneta 3	
MEGACILINA F iny x 1 (MM-XD)			Cartoneta 3	
MEGACILINA F iny x 1			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: este día se registró una considerable presencia de desechos de estuches en productos de la línea LIBRA (aproximadamente 10.2 Kg), debido a un pedido urgente de exportación que obligó unidades destinadas para el mercado nacional sean despojadas de sus estuches originales para ser restituidos por estuches propios de exportación. Un peso de 3.2 Kg se registró en rstras de ARONAX RH 275.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 04

Semana 49

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	29/30-Nov-03	02-Dic-03	08:03 a.m.	18.67
Cámara trituradora	29/30-Nov-03	02-Dic-03	08:11 a.m.	4.90
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco DOSTOL sus 60ml			Bosch	
Fco COLLOMACK sol 20ml			Strunck	
Bli ANSIETIL 30 com x 10			Hassia 2	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
HYPERIKAN 300 cor x 2 (MM)			Cam	
FLANAX 100 tar x 2 (MM)			Cam	
ANSIETIL 30 com x 30			Cam	
BRAMEDIL got 20ml			Cartoneta 4	
FLUVERMAL sus 30ml			Cartoneta 4	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
Fco ALBENDAZOL sus 20ml			Mewes	
Fco RHINOPRONT sus 60ml			Mewes	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
FEBRAX tab x 2 (MM)			Servac	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAFLAM 50 gra x 20			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAFLAM 50 gra x 2 (MM)			Uhlman-Marchesini I	
MEGACILINA OR jbe 80ml			Cartoneta 2	
MESULID sus 60ml			Cartoneta 2	
MEGACILINA F iny x 1			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: este día también se registró la presencia de los desechos de productos de la línea LIBRA (aproximadamente 6.4 Kg de peso en estuches), su cantidad aún es significativa. Desechos de ristras de FLANAX con 3.7 Kg de peso, y folio impreso de LIBRAZOLAM con un peso de 2.9 Kg. También se detectó la presencia de tubos de MULGATOL con 0.2 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 05

Semana 49

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	02/03-Dic-03	04-Dic-03	08:00 a.m.	22.15
Cámara trituradora	02/03-Dic-03	04-Dic-03	08:00 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco DOSTOL sus 60ml			Bosch	
Fco HALDOL got 15ml			Strunck	
Fco COLLOMACK sol 20ml			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
MONOMYCINA cap x 10 (XD)			Uhlman - Marchesini II	
FEMSTAT ovu x 3			Cam	
FEMSTAT ovu x 1 (MM-XD)			Cam	
LEGALON cap x 2 (MM-XD)			Cam	
FLUVERMAL sus 30ml			Cartoneta 4	
COLLOMACK sol 10ml (GC)			Cartoneta 4	
COLLOMACK sol 20ml			Cartoneta 4	
LIBRAFENAC 75 iny x 5			Banda	
Fco RHINOPRONT sus 60ml			Mewes	
Tub DAKTARIN gel oral 40g			Gasti	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
LIBRAFLAM 50 gra x 2 (MM)			Uhlman-Marchesini I	
NIZORAL tab x 2 (MM)			Uhlman-Marchesini I	
NIZORAL tab x 10			Uhlman-Marchesini I	
MESULID sus 60ml			Cartoneta 2	
DOLO-APRANAX sus 60ml (XD)			Cartoneta 2	
FEBRAX sus 60ml			Cartoneta 2	
MEGACILINA F iny x 1			Cartoneta 3	
MEGACILINA F iny x 1 (XD)			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: este día se verificó una presencia considerable de estuches del producto DICLOLAK - tabletas (7.3 Kg). Estos también son resagos del pedido de exportación, por lo que no constan en la lista de producción. Ristras de ESENCIAL FORTE reportan un despojo de 3.9 Kg, y NIZORAL también se muestra con un peso de 0.7 Kg aproximadamente.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 06

Semana 49

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	04/05-Dic-03	06-Dic-03	08:01 a.m.	21.70
Cámara trituradora	04/05-Dic-03	06-Dic-03	08:09 a.m.	2.40
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco DEBRIDAT sus 40ml (MM)			Bosch	
Fco DEBRIDAT sus 200ml			Bosch	
Fco HALDOL got 15ml			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
MONOMYCINA cap x 10 (XD)			Uhlman - Marchesini II	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
LEGALON cap x 20			Cam	
CODIPRONT cap x 2 (MM)			Cam	
CODIPRONT cap x 2 (MM-GC)			Cam	
FIOTON cor x 2 (MM-XD)			Cam	
MONOMYCINA sus 20ml (MM)			Cartoneta 4	
BRONCHOPRONT got 10ml (MM)			Cartoneta 4	
ALBENDAZOL sus 20ml			Cartoneta 4	
LIBRAFENAC 75 iny x 5 IESS			Banda	
LIBRAFENAC 75 iny x 5			Banda	
Fco CORITUSSAL sus 60ml			Mewes	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
APRONAX RH 275 tar x 20			Uhlman-Marchesini I	
MESULID com x 4 (MM-GC)			Uhlman-Marchesini I	
FEBRAX sus 60ml			Cartoneta 2	
MONOMYCINA sus 60ml (XD)			Cartoneta 2	
MESULID sus 60ml (GC)			Cartoneta 2	
DOSTOL sus 60ml			Cartoneta 1	
DAKTARIN gel oral 40g			Cartoneta 3	
TOPSYM POLYOL cre 15g			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: para esta ocasión la presencia de estuches de TRAMAL (3.9 Kg) , estuches de APRONAX (7.4 Kg) y ristras de ESENCIAL FORTE (6.5 Kg) fue lo más notorio en desperdicios. Tubos de DAKTARIN se detectan con una leve presencia de 0.2 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 07

Semana 50

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	06/07-Dic-03	09-Dic-03	08:09 a.m.	14.35
Cámara trituradora	06/07-Dic-03	09-Dic-03	08:14 a.m.	1.80
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco DEBRIDAT sus 200ml			Bosch	
Fco HALDOL got 15ml			Strunck	
Fco BRAMEDIL got 20ml			Strunck	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
FIOTON cor x 2 (MM-XD)			Cam	
MUCOPRONT cap x 2 (MM)			Cam	
TOPSYM POLYOL cre 5g (MM-XD)			Cam	
LIBRABENDAZOL sus 20ml			Cartoneta 4	
DOSTOL sus 20ml (MM)			Cartoneta 4	
FIOTON cor x 2 (MM)			Banda	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
MESULID com x 10 (GC)			Uhlman-Marchesini I	
MESULID com x 20			Uhlman-Marchesini I	
MESULID sus 60ml (GC)			Cartoneta 2	
MESULID sus 40ml (MM-GC)			Cartoneta 2	
RHINOPRONT sus 60ml			Cartoneta 2	
MEGACILINA F iny x 1			Cartoneta 3	
MEGACILINA F iny x 1 (XD)			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: durante este día se llegó a determinar con gran admiración la existencia de aproximadamente 9000 sobres de empaque de polvo de MESULID de 2g (8.6 Kg)

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 08

Semana 50

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	09/10-Dic-03	11-Dic-03	08:01 a.m.	22.14
Cámara trituradora	09/10-Dic-03	11-Dic-03	08:01 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco DEBRIDAT sus 200ml			Bosch	
Fco BRAMEDIL got 20ml			Strunck	
FLANAX 550 tar x 20			Uhlman - Marchesini II	
APRANAX 550 tar x 20 (XD)			Uhlman - Marchesini II	
LIBRAFENAC 75 iny x 5 IESS			Cam	
LIBRAFENAC 75 iny x 5			Cam	
APRANAX 550 tar x 2 (MM-XD)			Cam	
DEBRIDAT sus 40ml (MM)			Cartoneta 4	
HALDOL got 15ml			Cartoneta 4	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
ACABEL 8 cor x 2 (MM)			Uhlman-Marchesini I	
ACABEL 8 cor x 10			Uhlman-Marchesini I	
RHINOPRONT sus 60ml			Cartoneta 2	
CORITUSSAL sus 60ml			Cartoneta 2	
MEGACILINA F iny x 1 (XD)			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: la presencia de ristas de ACABEL de 8mg con un peso de 7.5 Kg, de FLANAX 550 con un peso de 6.9 Kg y sobres de MESULID con 2.8 Kg ha sido los más representables dentro de los despojos de envase - empaque.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 09

Semana 50

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	11/12-Dic-03	13-Dic-03	07:52 a.m.	21.20
Cámara trituradora	11/12-Dic-03	13-Dic-03	07:52 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
APRONAX RH 550 tar x 20			Uhlman - Marchesini II	
APRANAX 550 tar x 2 (MM-XD)			Cam	
REPARIL 20 gra x 2 (MM)			Cam	
HALDOL got 15ml			Cartoneta 4	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
Fco MUCOPRONT jbe 90ml			Mewes	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
ACABEL 8 cor x 10			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10 IESS			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
CORITUSSAL sus 60ml			Cartoneta 2	
DEBRIDAT sus 200ml			Cartoneta 2	
MEGACILINA 1M iny x 1			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: lo más notable fue la presencia de ristas de ACABEL MM con un peso de 5.4 Kg, APRONAX 550 con 4.7 Kg, ACABEL 8 mg con 3.8 Kg y MESULID de 2g en sobre con 3.3 Kg. Estuches de MESULID son considerados con un peso de 4.4 Kg

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 10

Semana 51

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	13/14-Dic-03	16-Dic-03	07:54 a.m.	24.40
Cámara trituradora	13/14-Dic-03	16-Dic-03	08:01 a.m.	4.30
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco MICROSER got 10ml (MM)			Strunck	
Fco MICROSER got 20ml			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
APRONAX RH 550 tar x 20			Uhlman - Marchesini II	
TOPSYM POLYOL cre 15g (XD)			Cam	
LIBRAFENAC 75 iny x 5 IESS			Cam	
LIBRAFENAC 75 iny x 5			Cam	
APRANAX 550 tar x 2 (MM-XD)			Cam	
HALDOL got 15ml			Cartoneta 4	
FIOTON cor x 2 (MM)			Banda	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
Bli ALBENDAZOL com x 2 GN			Servac	
Bli LIBRABENDAZOL com x 2			Servac	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10 IESS			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,25 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
DEBRIDAT 200 com x 2 (MM)			Uhlman-Marchesini I	
DEBRIDAT 200 com x 20			Uhlman-Marchesini I	
SUPRACOMBIN sus 60ml			Cartoneta 2	
ALBENDAZOL sus 20ml			Cartoneta 1	
SULFAMETOX+TRIMET sus 60ml			Cartoneta 1	
BENZOSIDE 6:3:3 iny x 1			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: los desechos de este día se encuentran representados por ristras eliminadas de LIBRAZOLAM (8.9 Kg), APRONAX 550 (8.4 Kg) y ACABEL (4.0 Kg). Hay que notar que la cantidad de desechos de Librazolam se considera extremadamente alta para el nivel de producción requerido en lote. Tubos de MULGATOL también son estimados en un peso aproximado de 0.6 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 11

Semana 51

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	16/17-Dic-03	18-Dic-03	07:55 a.m.	25.50
Cámara trituradora	16/17-Dic-03	18-Dic-03	08:05 a.m.	6.50
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco MICROSER got 20ml			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
APRONAX RH 550 tar x 20			Uhlman - Marchesini II	
CINAGERON cap x 2 (MM-XD)			Uhlman - Marchesini II	
CINAGERON cap x 20 (XD)			Uhlman - Marchesini II	
CINAGERON cap x 20			Uhlman - Marchesini II	
APRANAX 550 tar x 2 (MM-XD)			Cam	
REPARIL 20 gra x 2 (MM)			Cam	
BRAMEDIL got 20ml			Cartoneta 4	
TORADOL 30 iny x 1			Banda	
Fco SUPRADYN RH jbe 200ml			Mewes	
MULGATOL S jal 100g			IWKA	
Bli LIBRABENDAZOL com x 2			Servac	
DEBRIDAT 200 com x 20			Uhlman-Marchesini I	
APRANAX 275 tar x 100 (XD)			Uhlman-Marchesini I	
AFLAMAX 275 tar x 120 (GP)			Uhlman-Marchesini I	
FLANAX 275 tar x 20			Uhlman-Marchesini I	
SUPRACOMBIN sus 60ml			Cartoneta 2	
MUCOPRONT jbe 90ml			Cartoneta 2	
BENZOSIDE 6:3:3 iny x 1			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: en el nivel de desperdicios de este día asombra la existencia de una gran cantidad de de desechos de ristras de APRONAX 550 con 10.4 Kg de peso, Aparte de esto, se encontraron ristras de DOLO-APRANAX (3.0 Kg), DEBRIDAT 200 (2,8 Kg) y LIBRAZOLAM (1,8 Kg). Estuches de MULGATOL se reportan con un peso aproximado de 2.4 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 12

Semana 51

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	18/19-Dic-03	20-Dic-03	08:03 a.m.	14.90
Cámara trituradora	18/19-Dic-03	20-Dic-03	08:03 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco PANTELMIN sus 30ml			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
CLARITROL 500 cor x 10			Uhlman - Marchesini II	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
FEMSTAT ovu x 3			Cam	
TRAMAL 100 iny x 5 (XD)			Cam	
TRAMAL 100 iny x 5			Cam	
TUROS sus 20ml (MM)			Cartoneta 4	
TRAMAL 100 iny x 5			Banda	
Tub MESULID 3% gel 30g			Gasti 1	
Tub NIZORAL cre 5g (MM)			Gasti 1	
Tub NIZORAL cre 15g			Gasti 1	
Fco NIZORAL sha 100ml			Gasti 2	
Bli SPORANOX cap x 4			Servac	
Bli SPORANOX cap x 5			Servac	
IMODIUM cap x 10 (GP)			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,50 com x 10 IESS			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,50 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
FEBRAX sus 20ml (MM)			Cartoneta 2	
SUPRADYN RH jbe 200ml (H)			Cartoneta 1	
MESULID 3% gel 30g			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: dentro de estos desechos, lo de presencia más notable fueron los blisters de: INMODIUM (5,52 Kg), LIBRAPAMIL (3,1 Kg) y SPORANOX (2,7 Kg). Estuches de NIZORAL se detectan en una bajo peso, 0.7 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 13

Semana 52

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	20/21-Dic-03	23-Dic-03	07:52 a.m.	18.30
Cámara trituradora	20/21-Dic-03	23-Dic-03	07:52 a.m.	0.00
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco PANTELMIN sus 30ml			Strunck	
Fco TRAMAL got 5ml (MM-ECP)			Strunck	
Fco TRAMAL got 10ml (ECP)			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
ESENCIAL FORTE cap x 40			Uhlman - Marchesini II	
LIBRABENDAZOL com x 2			Cam	
MEGACILINA OR cor x 12			Cam	
TANAKENE got 20ml			Cartoneta 4	
CODIPRONT-EX sus 60ml			Cartoneta 4	
TRAMAL 100 iny x 5 (XD)			Banda	
TRAMAL 100 iny x 5			Banda	
Fco CODIPRONT-EX sus 60ml			Mewes	
Tub DAKTOZIN pas 30g			Gasti 1	
NIZORAL cre 15g			IWKA	
Bli TRAMAL cap x 3 (MM-GC)			Servac	
TRAMAL cap x 20			Uhlman-Marchesini I	
TRAMAL LONG tar x 2 (MM-XZ)			Uhlman-Marchesini I	
TRAMAL LONG tar x 2 (MM-XD)			Uhlman-Marchesini I	
TRAMAL LONG tar x 10 (GC)			Uhlman-Marchesini I	
TRAMAL LONG tar x 10 (XD)			Uhlman-Marchesini I	
TRAMAL LONG tar x 10			Uhlman-Marchesini I	
FEBRAX sus 60ml (GP)			Cartoneta 1	
NIZORAL cre 5g (MM)			Cartoneta 3	
DAKTOZIN pas 30g			Cartoneta 3	

OBSERVACIÓN: lo más rescatable dentro de los despojos son:: LANICOR con 6.7 kg, ESENCIAL FORTE con 6.2 Kg y LIBRAZOLAM con 4.9 Kg.

HOJA TÉCNICA DE PESAJE

Hoja Técnica: 14

Semana 52

Datos de los desperdicios de Envase-Empaque				
Destino de desperdicios	Fecha de generación	Fecha de pesaje	Hora de pesaje	Peso neto [Kg]
Cámara picadora	23/24-Dic-03	25-Dic-03	07:56 a.m.	23.90
Cámara trituradora	23/24-Dic-03	25-Dic-03	08:06 a.m.	1.40
Descripción de la posible población				
Productos (residuos)			Procedencia (máquina)	
Fco APRONAX RH sus 60ml (ECP)			Bosch	
Fco TRAMAL got 10ml (ECP)			Strunck	
MESULID GRN sob x 30			Roure	
INPROTON 20 cap x 14			Uhlman - Marchesini II	
INPROTON 20 cap Bli x 7 (MM)			Uhlman - Marchesini II	
LEGALON cap x 20 (XD)			Uhlman - Marchesini II	
LEGALON cap x 20			Uhlman - Marchesini II	
MEGACILINA OR cor x 12			Cam	
MEGACILINA OR cor x 12			Cam	
MEGACILINA OR cor x 12			Cam	
MEGACILINA OR cor x 12			Cam	
MEGACILINA OR cor x 12 (XD)			Cam	
CODIPRONT-EX sus 60ml			Cartoneta 4	
FLUVERMAL sus 15ml (MM)			Cartoneta 4	
TRAMAL 100 iny x 5			Banda	
Fco CODIPRONT-EX sus 60ml			Mewes	
Fco FLUIDASA jbe 200ml			Mewes	
Tub TOPSYM POLYOL cre 5g (GP)			Gasti 1	
Tub TOPSYM POLYOL cre15g(EP)ND			Gasti 1	
TRAMAL LONG tar x 10			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,50 com x 10 IESS			Uhlman-Marchesini I	
LIBRAZOLAM 0,50 com x 10			Uhlman-Marchesini I	
DAKTOZIN pas 30g			Cartoneta 3	
KETOCONAZOL cre 15g			Cartoneta 3	
NIZORAL cre 15g			Cartoneta 3	

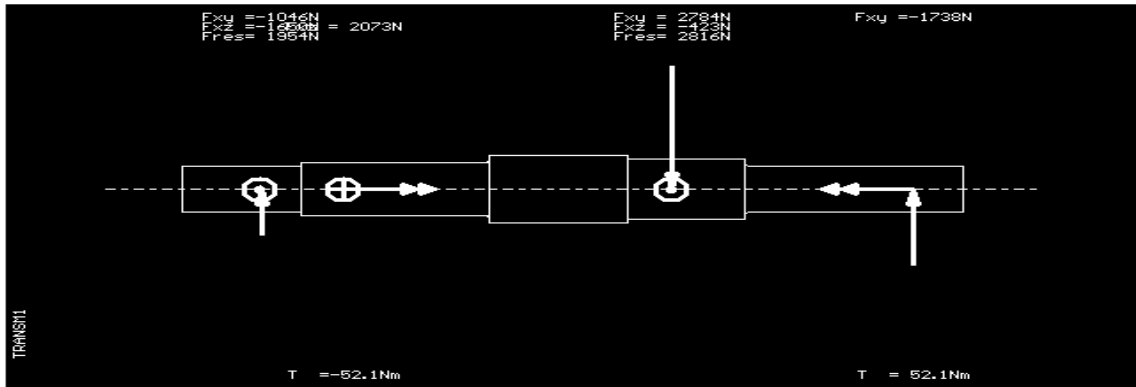
OBSERVACIÓN: los desechos de este día están caracterizados por presencias considerables de TRAMAL LONG con un peso de 6.6 Kg, LEGALON 140 mg con un peso de 6.2 Kg y MESULID 2g con un peso de 5.1 Kg. Hay que hacer un seguimiento con el resto de la producción que aún queda para determinar si los residuos se mantienen elevadas como hasta el momento se registra.

TABLA DE RESUMEN.- estimación semanal y mensual en un mes típico							
	Semana 48	Semana 49	Semana 50	Semana 51	Semana 52	Prom/semana	Total/mes
Descripción	[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg]
Desechos para picadora	17.10	18.67	14.35	24.40	18.30	<u>55.61</u>	<u>278.03</u>
	11.60	22.15	22.14	25.50	23.90		
	22.12	21.70	21.20	14.90	0.00		
Suma	50.82	62.52	57.69	64.80	42.20		
Desechos para prensadora	2.35	4.90	1.80	4.30	0.00	<u>6.11</u>	<u>30.55</u>
	6.90	0.00	0.00	6.50	1.40		
	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00		
Suma	9.25	7.30	1.80	10.80	1.40		

ANEXO 2

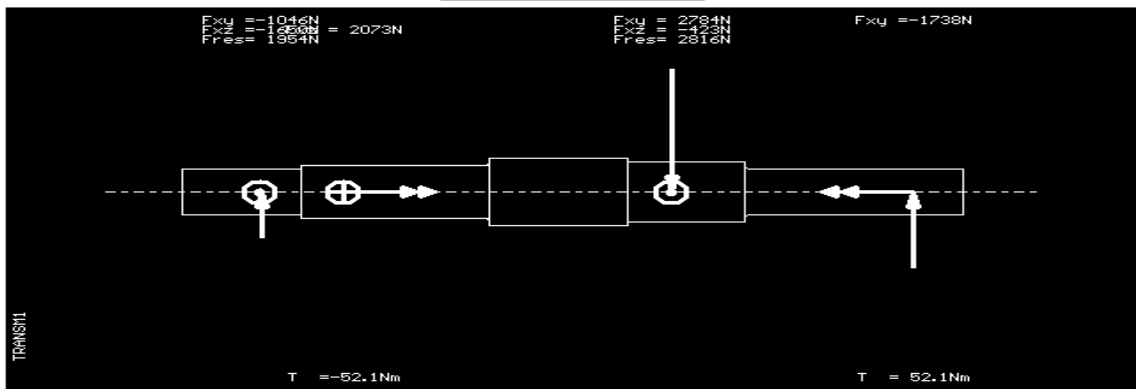
**DIAGRAMAS DE CORTE, FLECTOR,
TORSOR Y DEFLEXIONES EN ÁRBOLES DE
CÁMARA PICADORA (Programa Axcom)**

Eje transmisor a 415 rpm (engrana marcha 1)



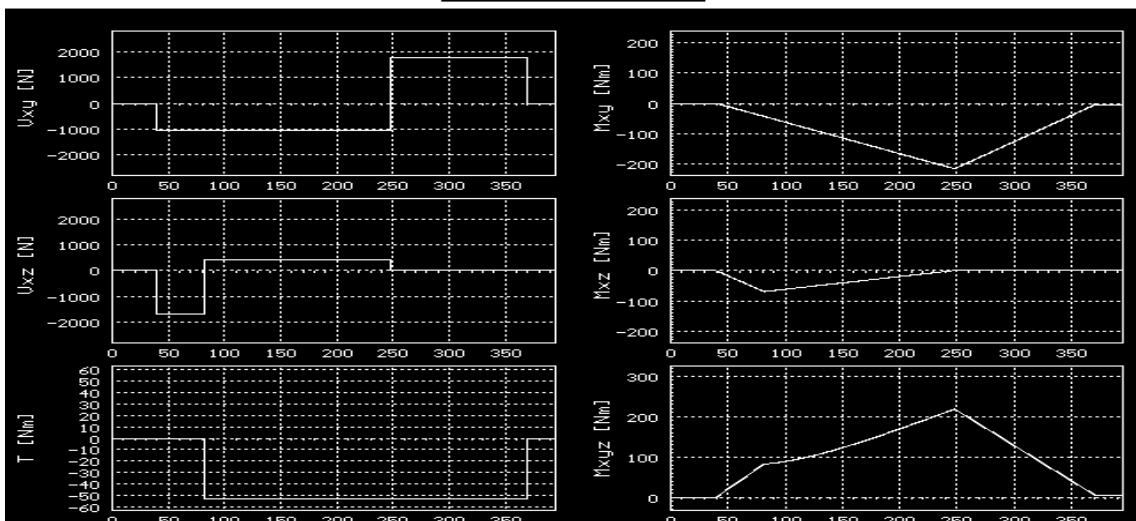
- Dimensions -

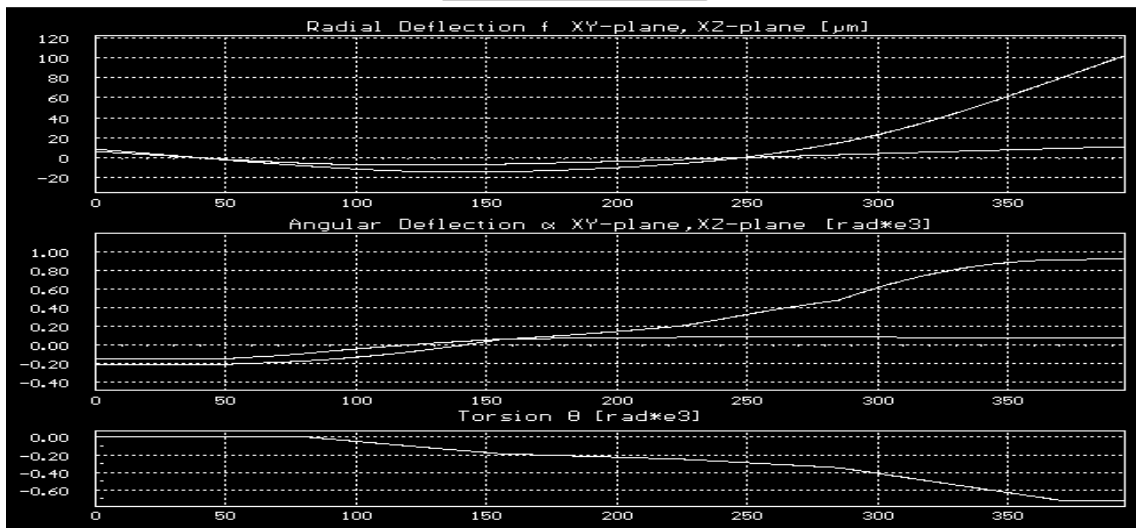
Length	60.0	95.0	70.0	60.0	110.0
Diameter	35.0	40.0	52.0	45.0	35.0
Roughness Ra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Radius	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00



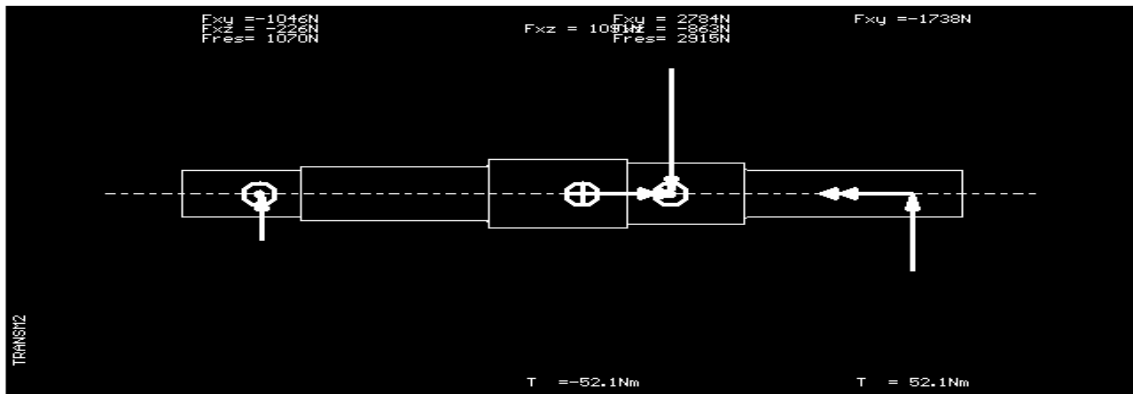
- Forces -

Length	39.6	248.0	370.0	39.6	81.6	248.0			
Force	-1046	2784	-1738	-1650	2073	-423			
Plane	X-Y	X-Y	X-Y	X-Z	X-Z	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y



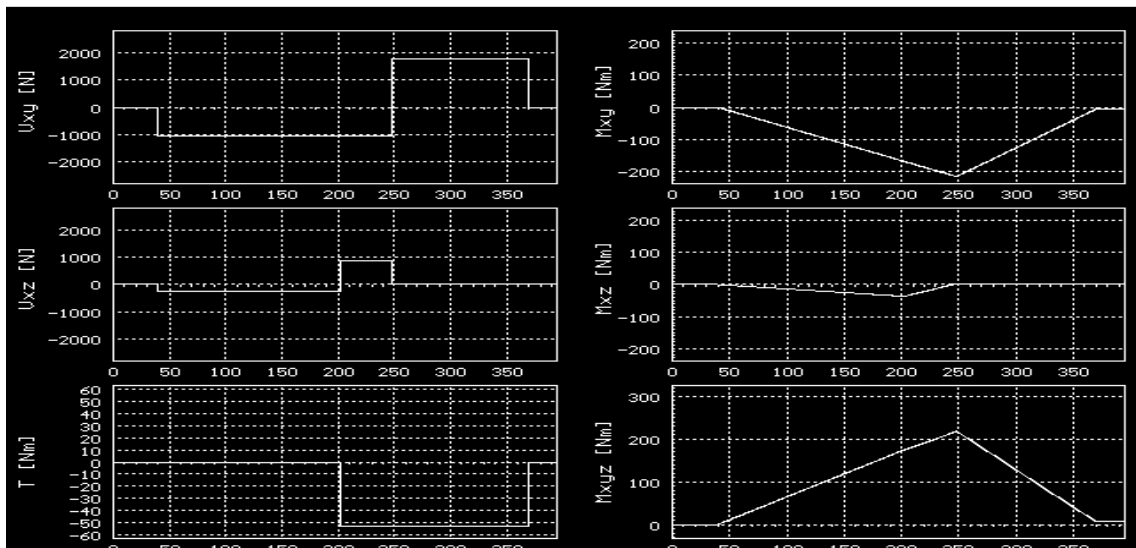


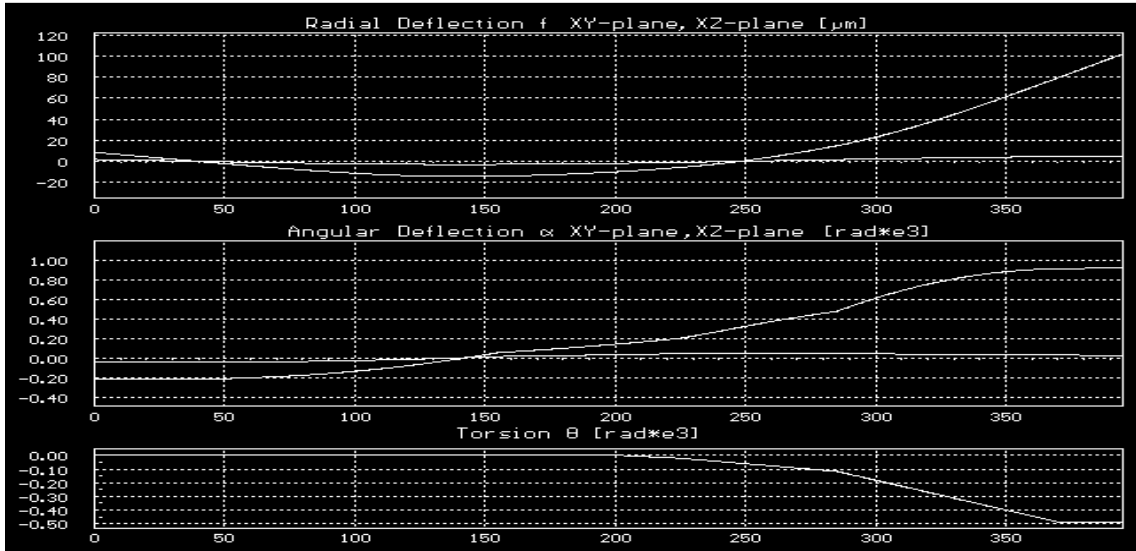
Eje transmisor a 415 rpm (engrana marcha 2)



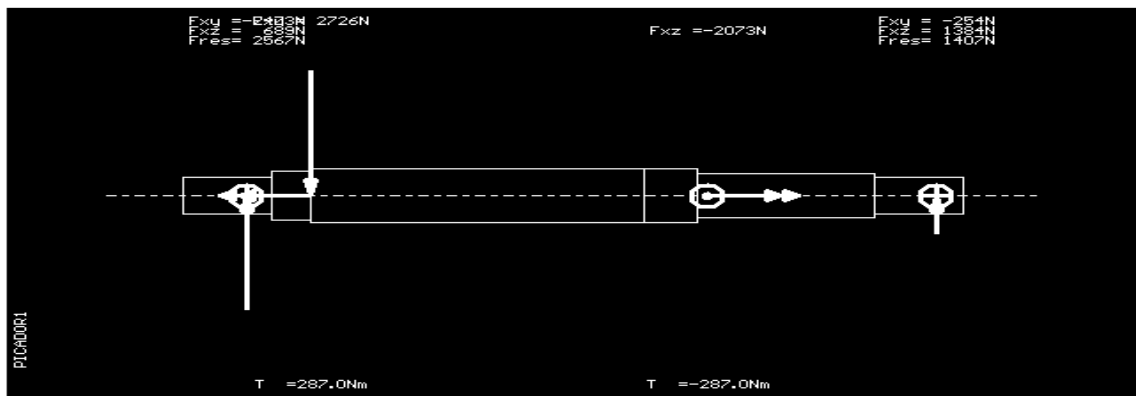
- Forces -

Length	39.6	248.0	370.0	39.6	202.5	248.0			
Force	-1046	2784	-1738	-226	1091	-863			
Plane	X-Y	X-Y	X-Y	X-Z	X-Z	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y



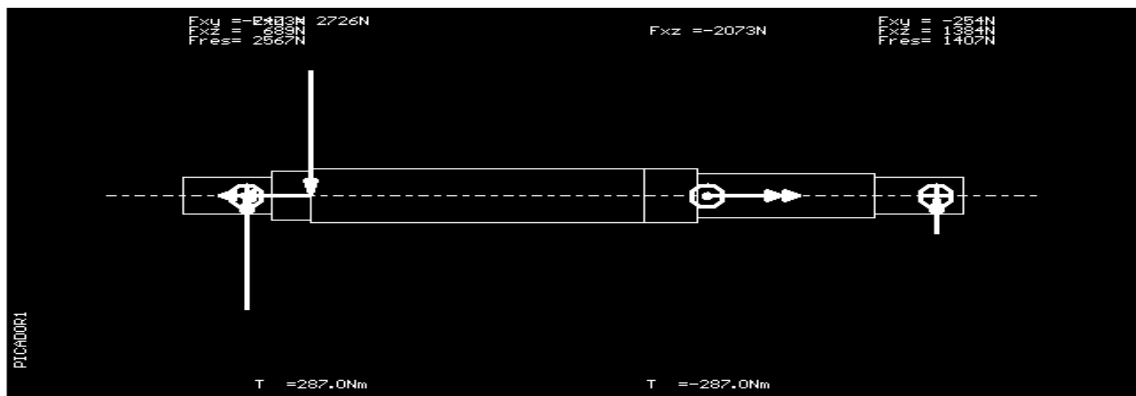


Eje picador a 150 rpm (aplicación de fuerza en 1)



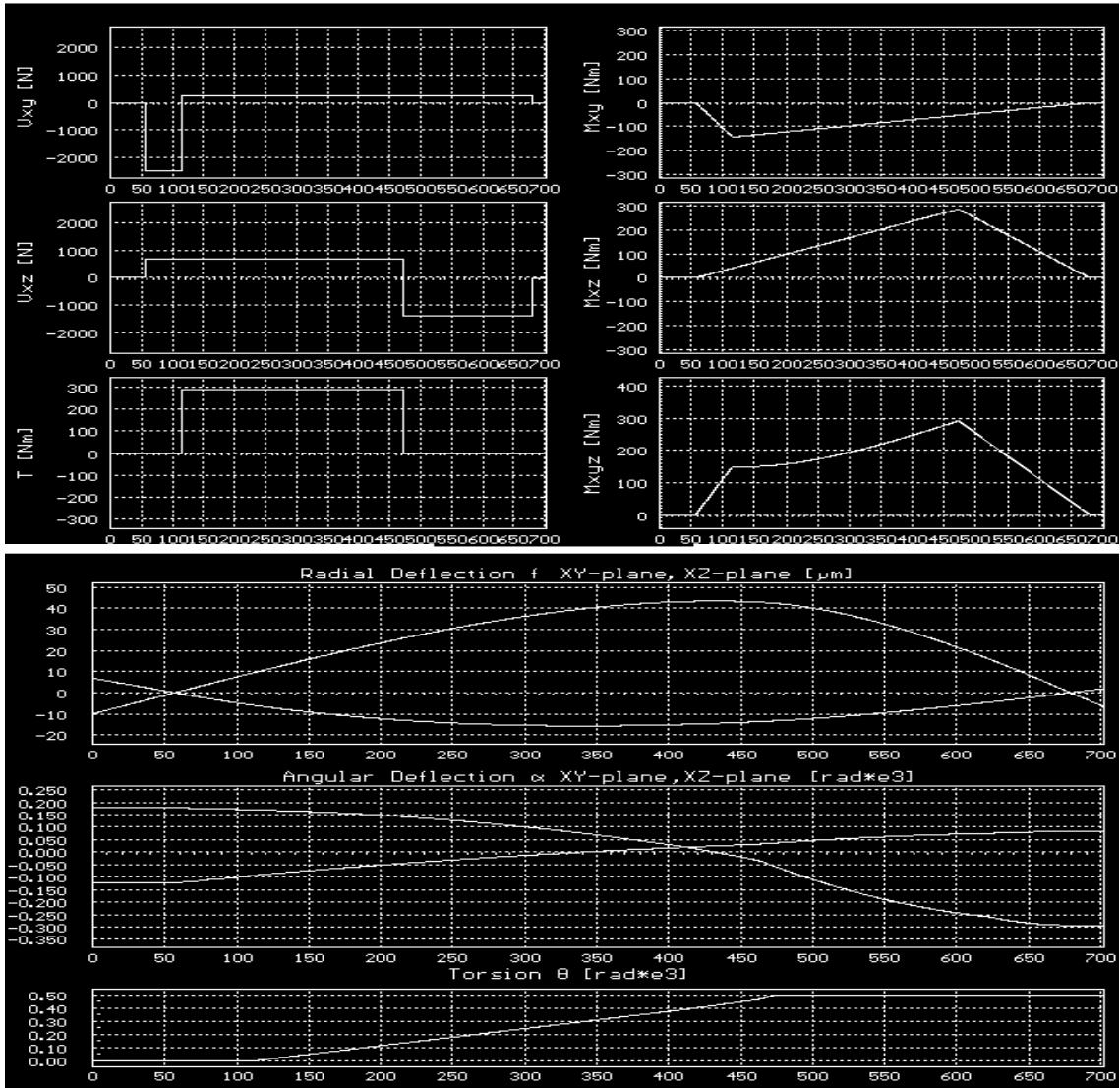
- Dimensions -

Length	80.0	35.0	300.0	47.5	160.0	80.0
Diameter	50.0	65.0	72.5	70.0	60.0	50.0
Roughness Ra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Radius		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

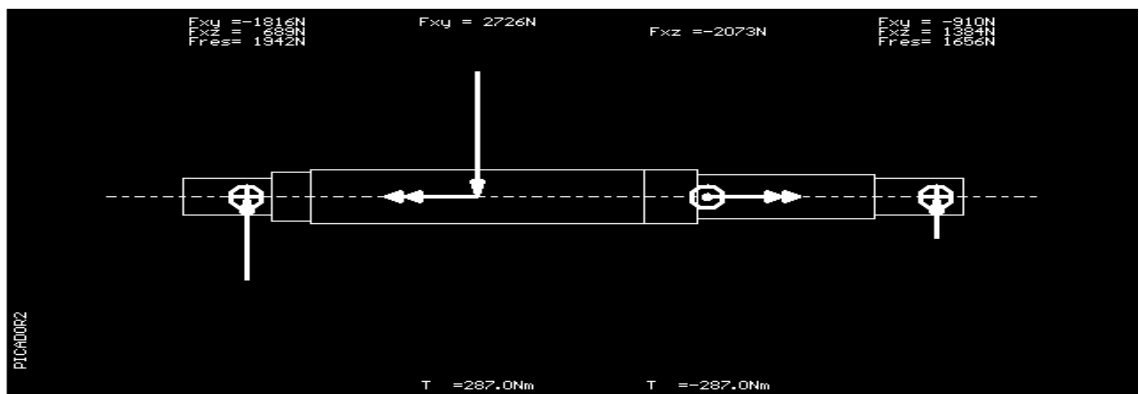


- Forces -

Length	56.8	115.0	472.5	673.3	56.8	673.3			
Force	-2473	2726	-2073	-254	689	1384			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

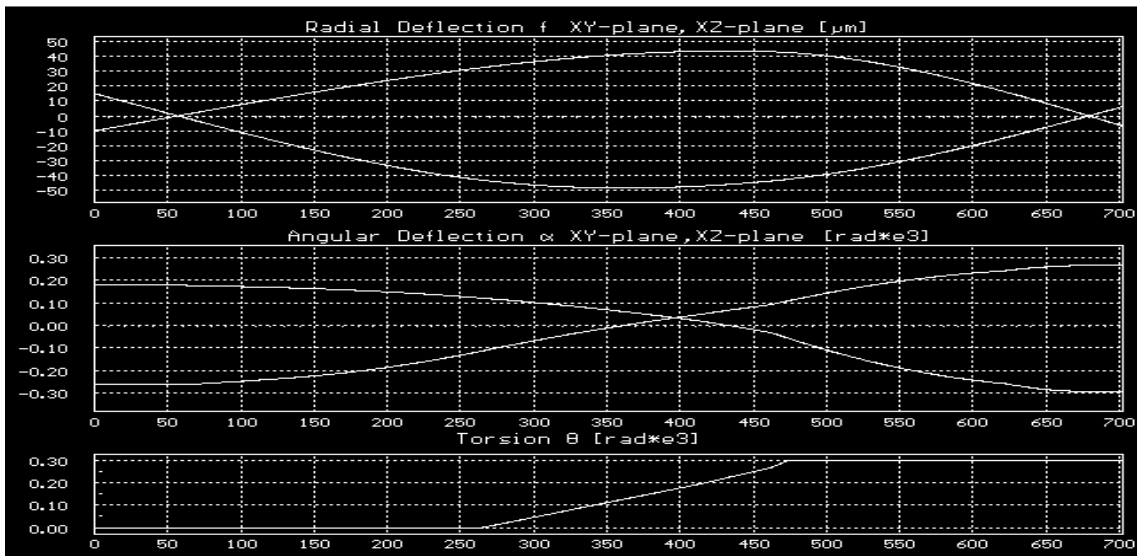
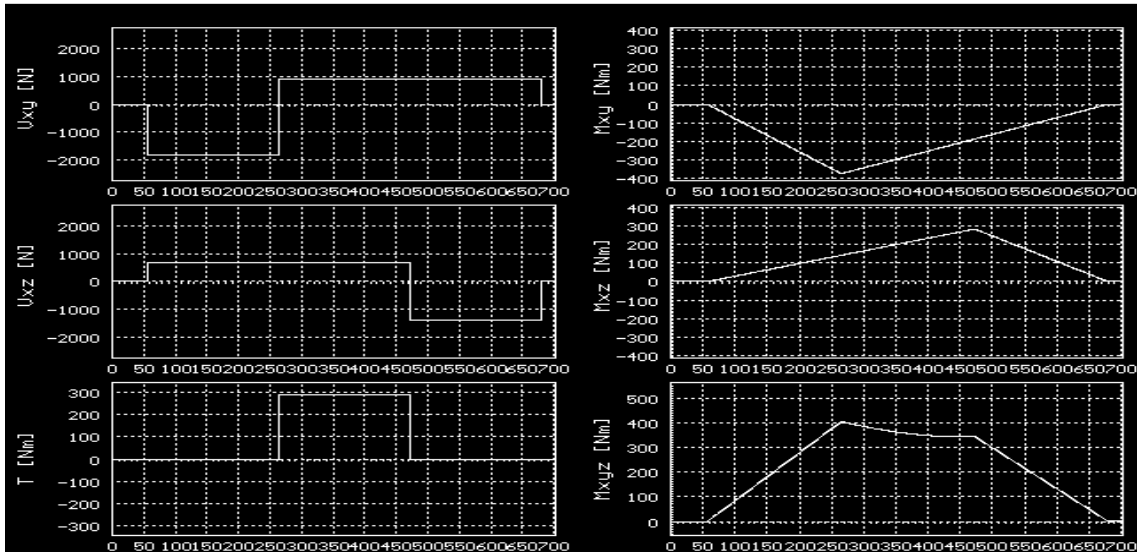


Eje picador a 150 rpm (aplicación de fuerza en 2)

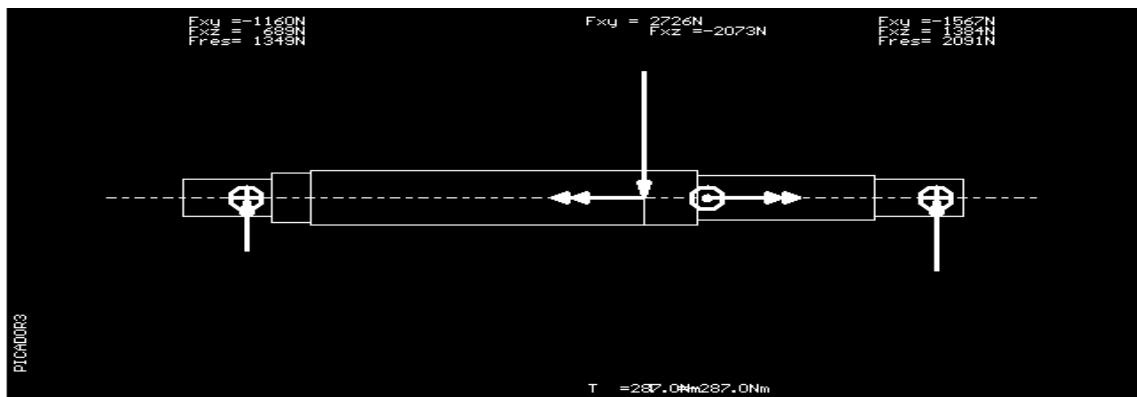


- Forces -

Length	56.8	265.0	472.5	679.3	56.8	679.3			
Force	-1816	2726	-2073	-910	689	1384			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

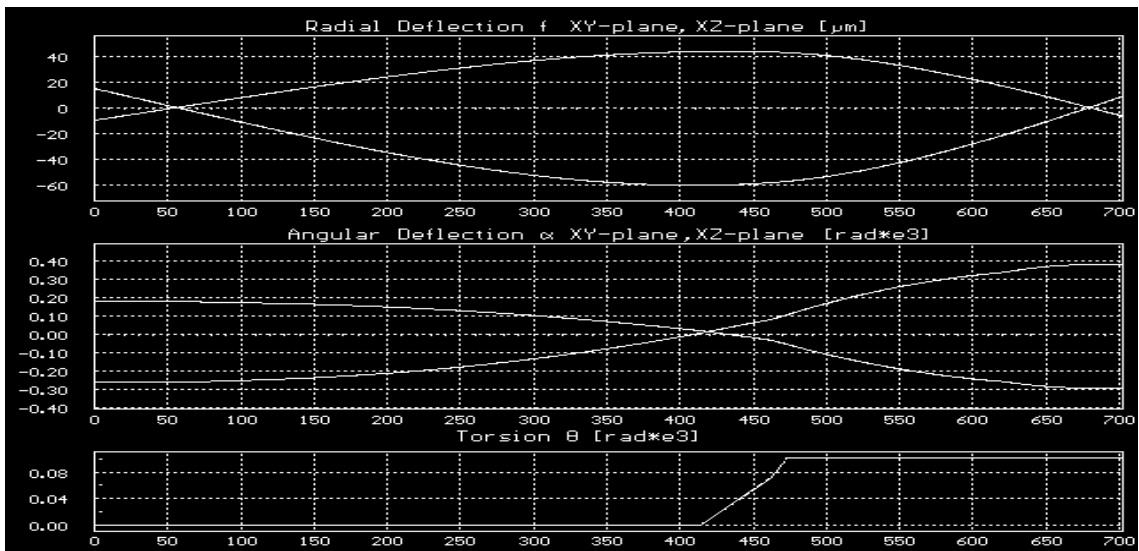
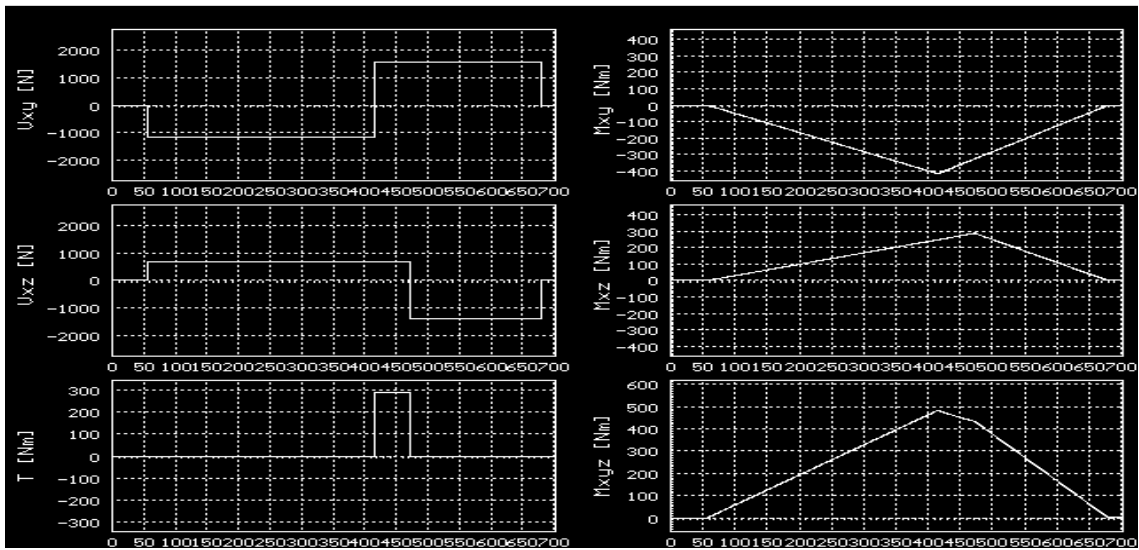


Eje picador a 150 rpm (aplicación de fuerza en 3)

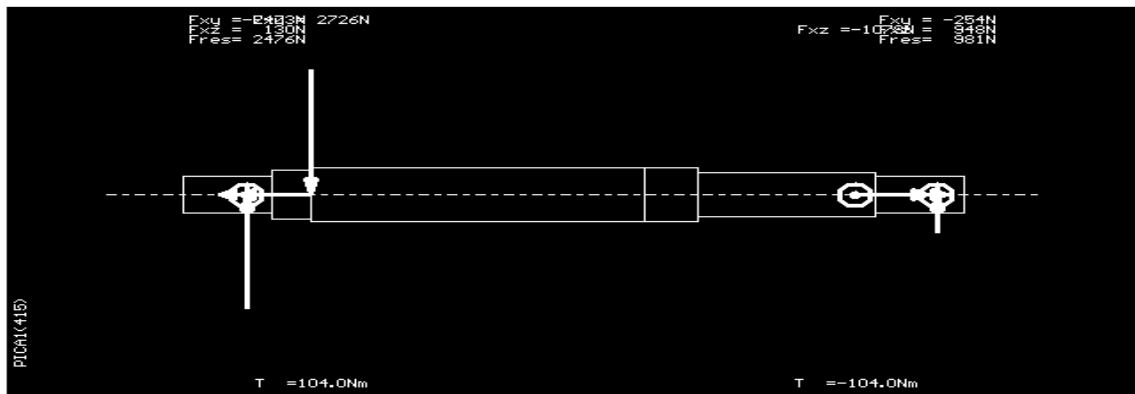


- Forces -

Length	56.8	415.0	472.5	679.3	56.8	679.3			
Force	-1160	2726	-2073	-1567	689	1384			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

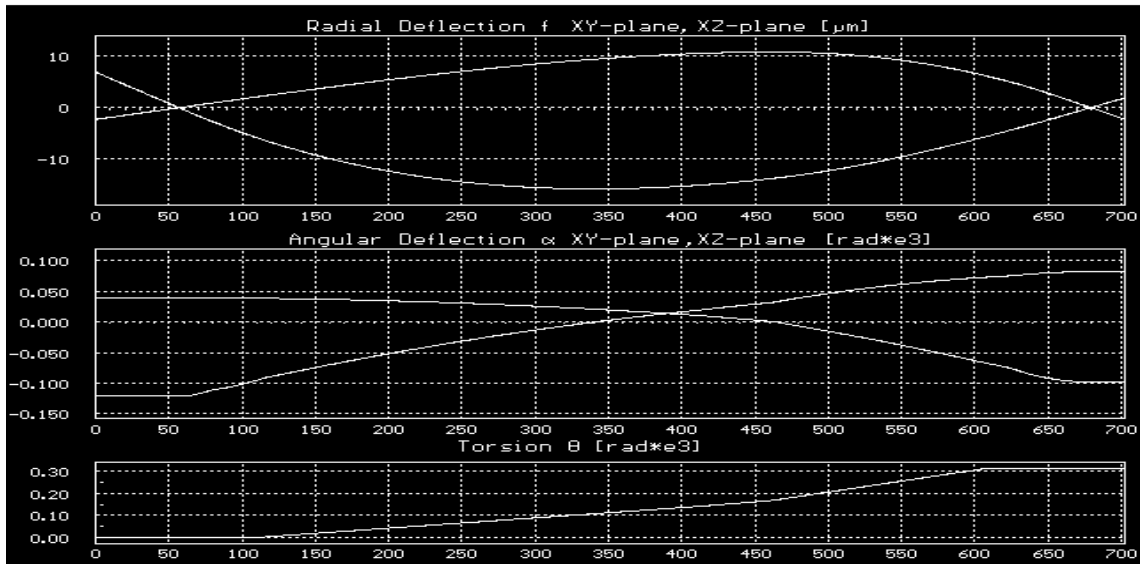
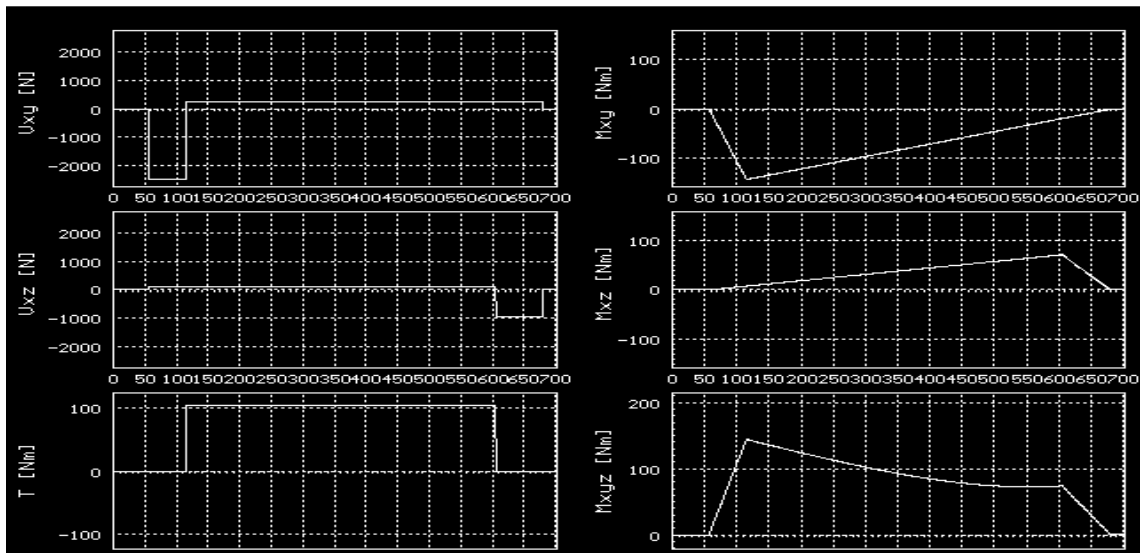


Eje picador a 415 rpm (aplicación de fuerza en 1)

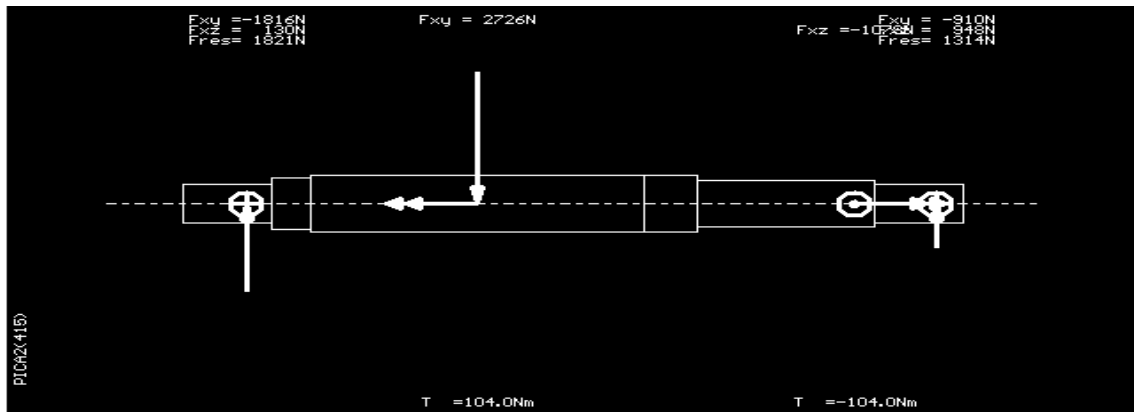


- Forces -

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Length	56.8	115.0	605.0	679.3	56.8	679.3			
Force	-2473	2726	-1078	-254	130	948			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

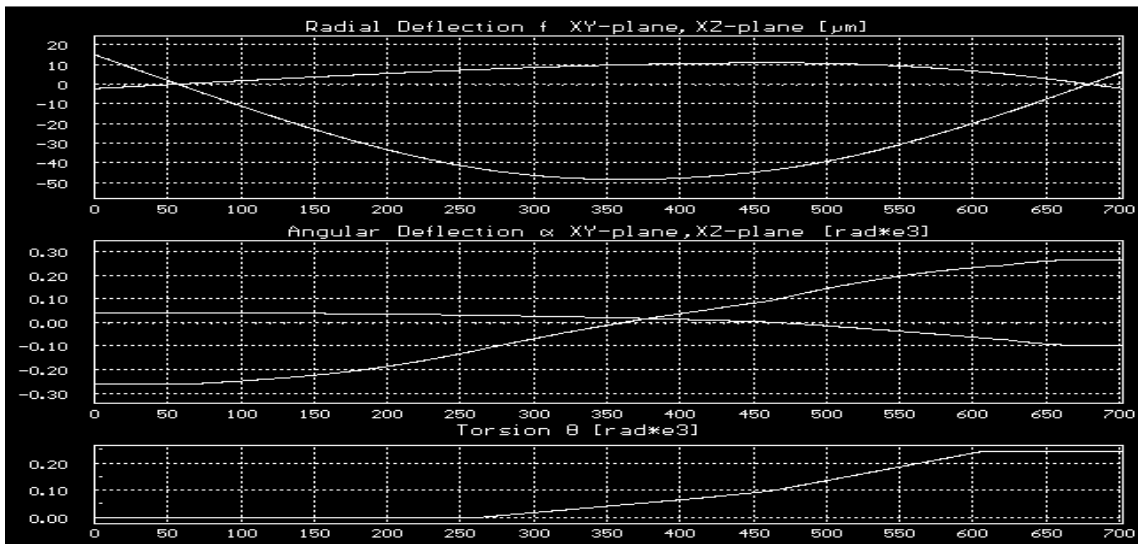
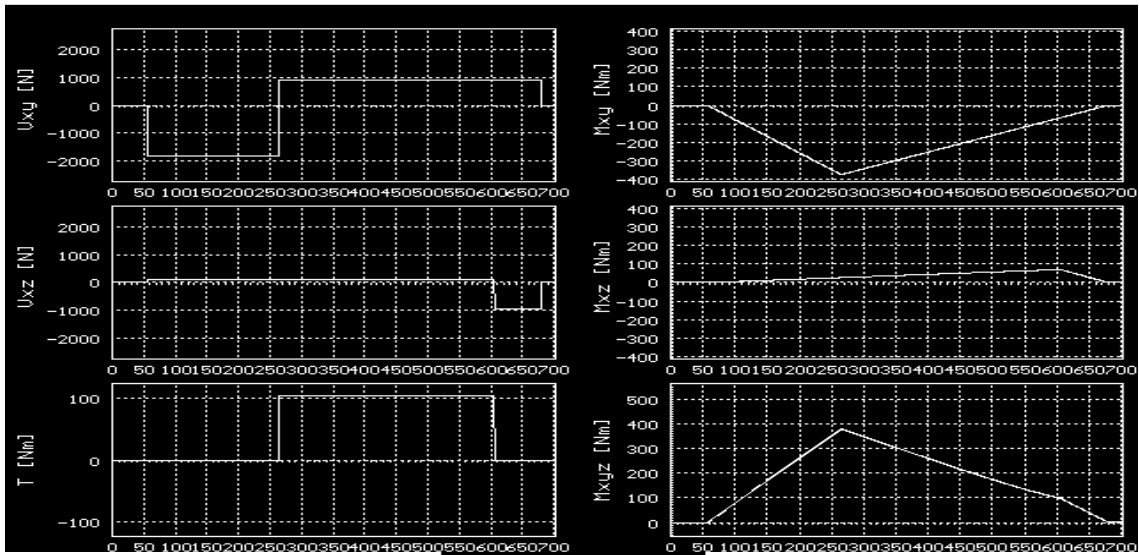


Eje picador a 415 rpm (aplicación de fuerza en 2)

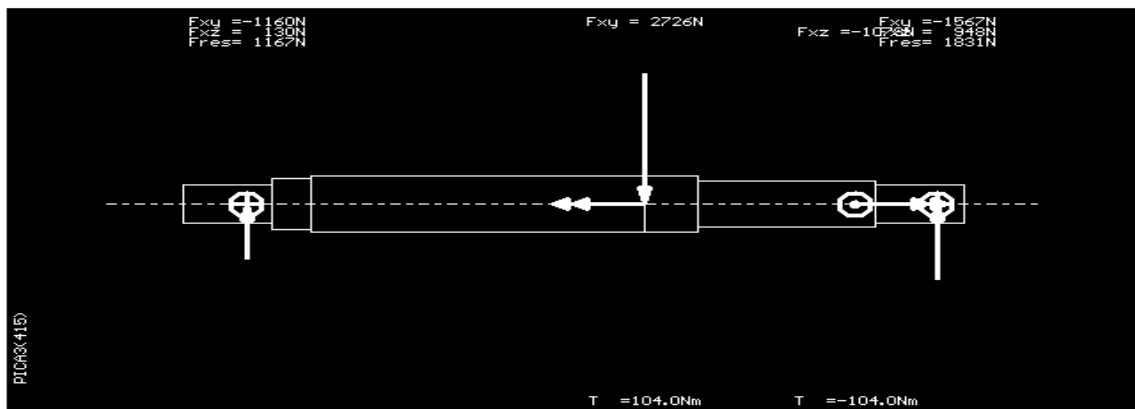


- Forces -

Length	56.8	265.0	605.0	679.3	56.8	679.3			
Force	-1816	2726	-1078	-910	130	948			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

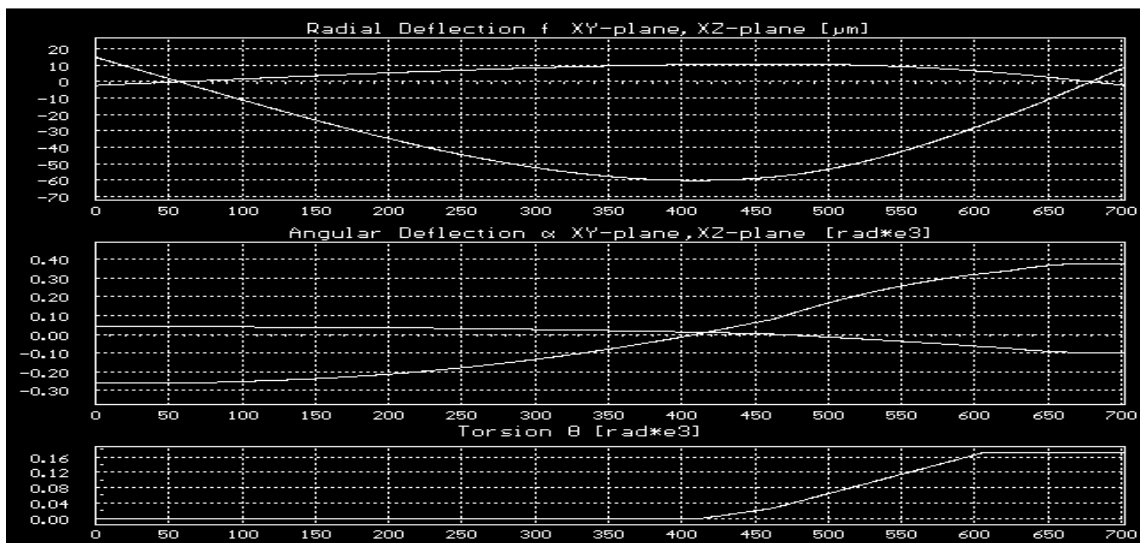
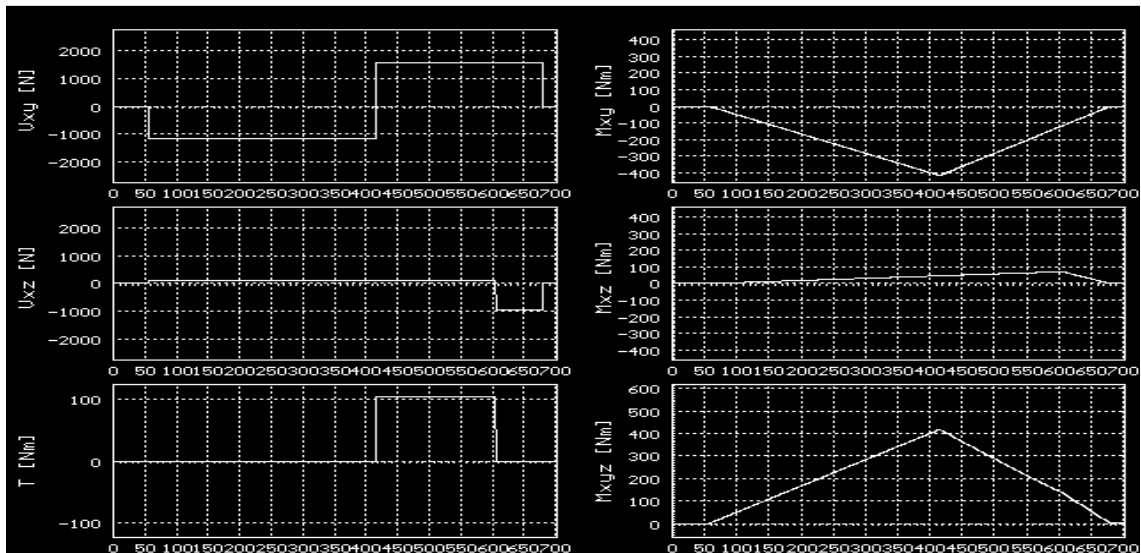


Eje picador a 415 rpm (aplicación de fuerza en 3)

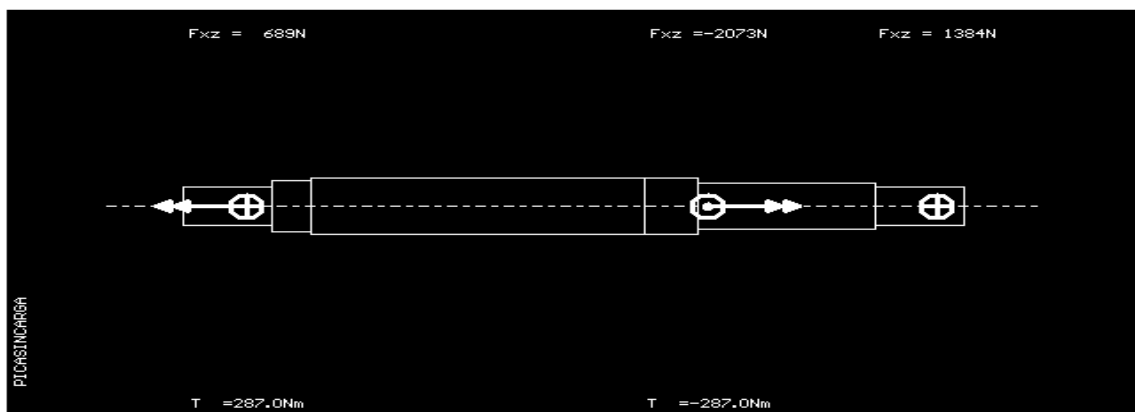


- Forces -

Length	56.8	415.0	605.0	678.3	56.8	678.3			
Force	-1160	2726	-1078	-1567	130	948			
Plane	X-Y	X-Y	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y

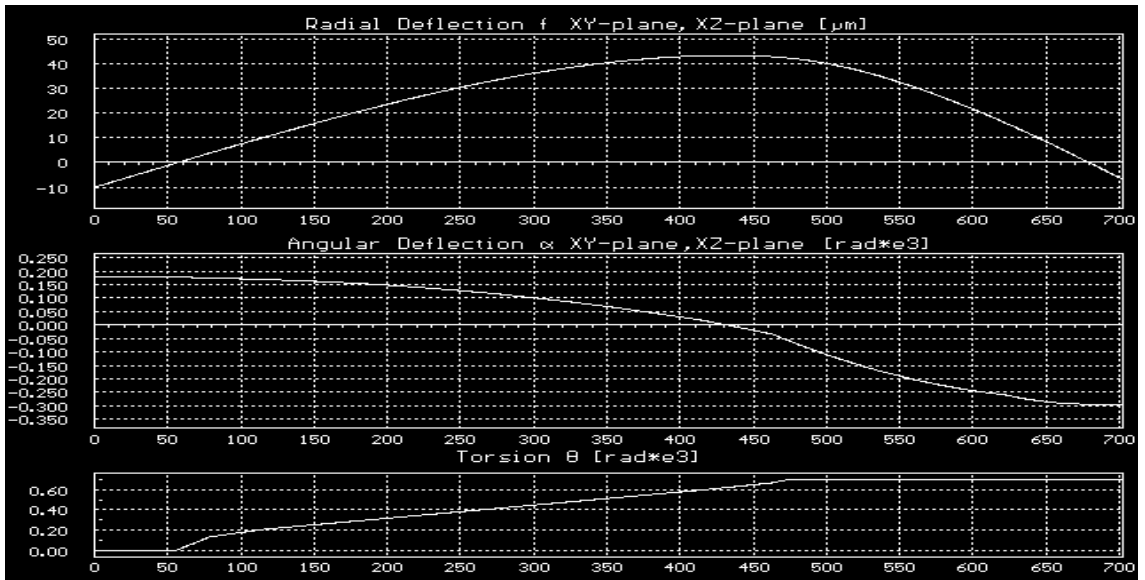
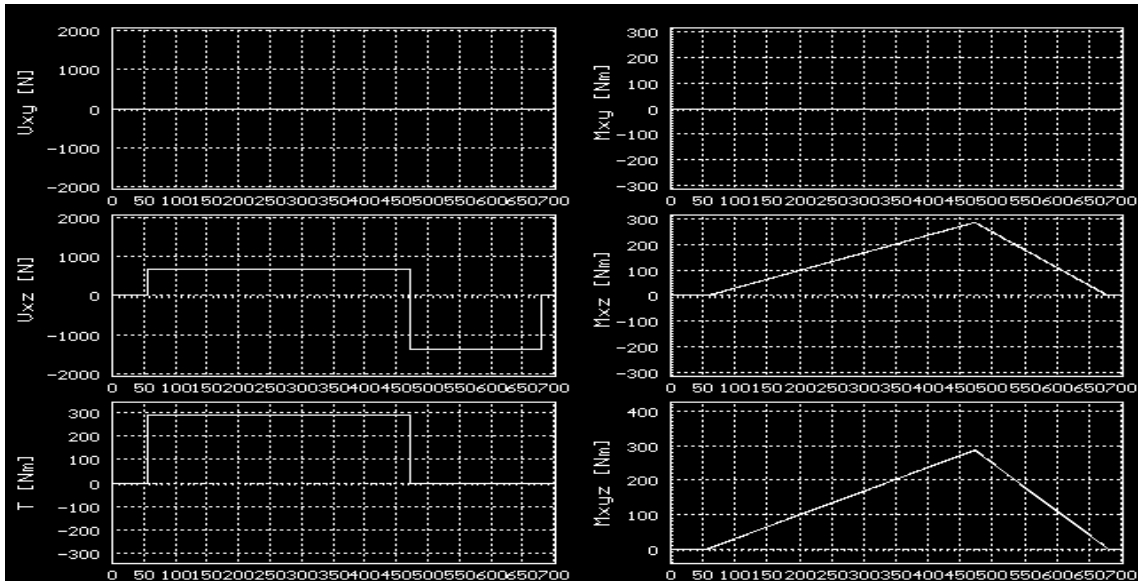


Eje picador a 150 rpm (sin aplicación de fuerza)



- Forces -

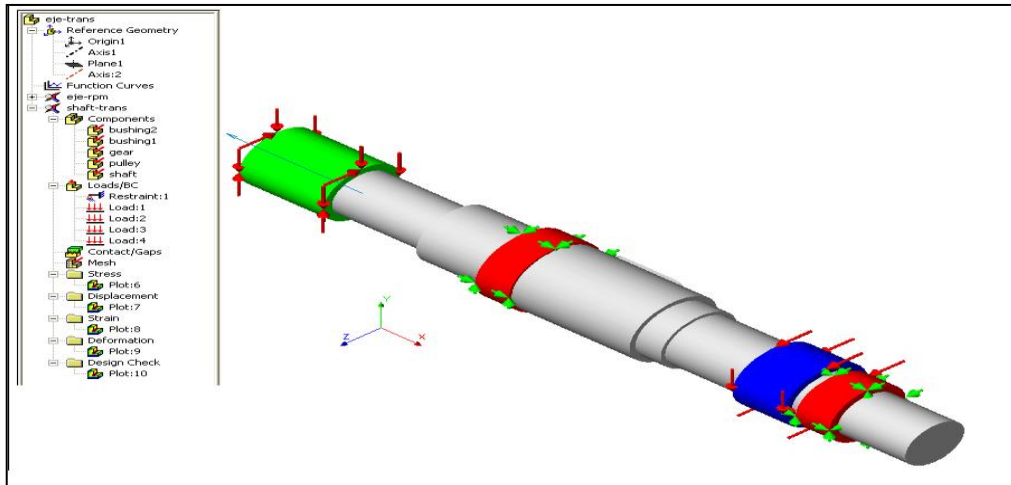
Length	472.5	56.8	679.3						
Force	-2073	689	1384						
Plane	X-Z	X-Z	X-Z	X-Y	X-Z	X-Z	X-Y	X-Y	X-Y



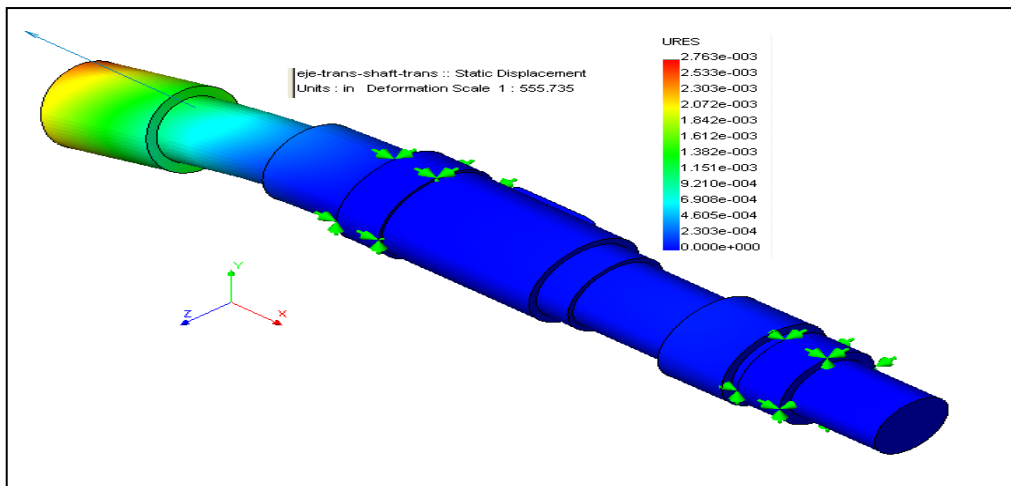
ANEXO 3

**DEFLEXIONES, ESFUERZOS, FACTORES
DE SEGURIDAD Y ZONAS CRÍTICAS EN
ÁRBOLES DE CÁMARA PICADORA
(Programa Cosmos)**

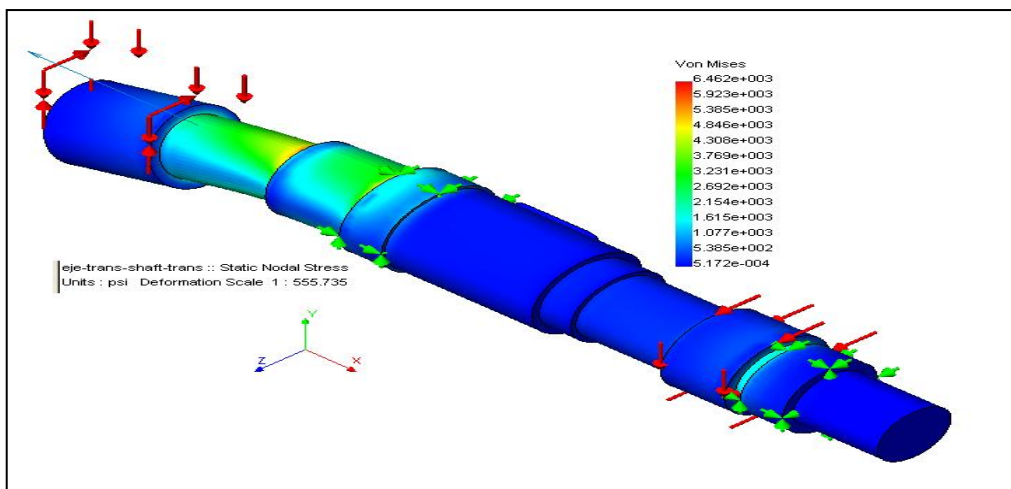
Aplicación de cargas en árbol transmisor (caso crítico)



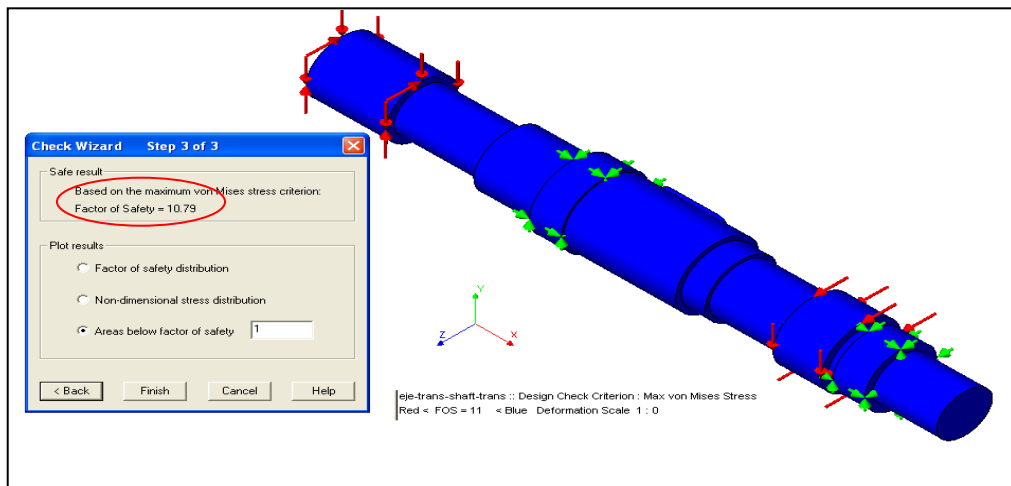
Desplazamientos Ures en árbol transmisor (caso crítico)



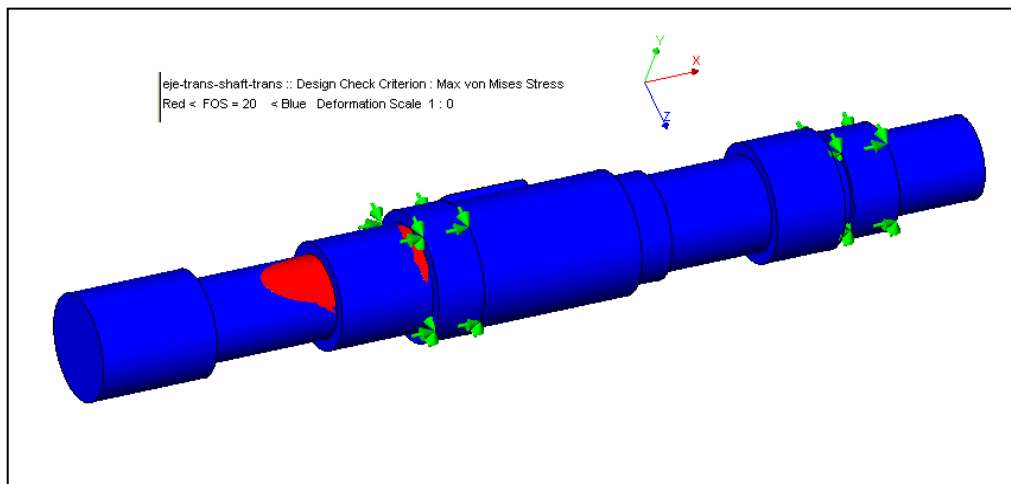
Esfuerzos Von Mises en árbol transmisor (caso crítico)



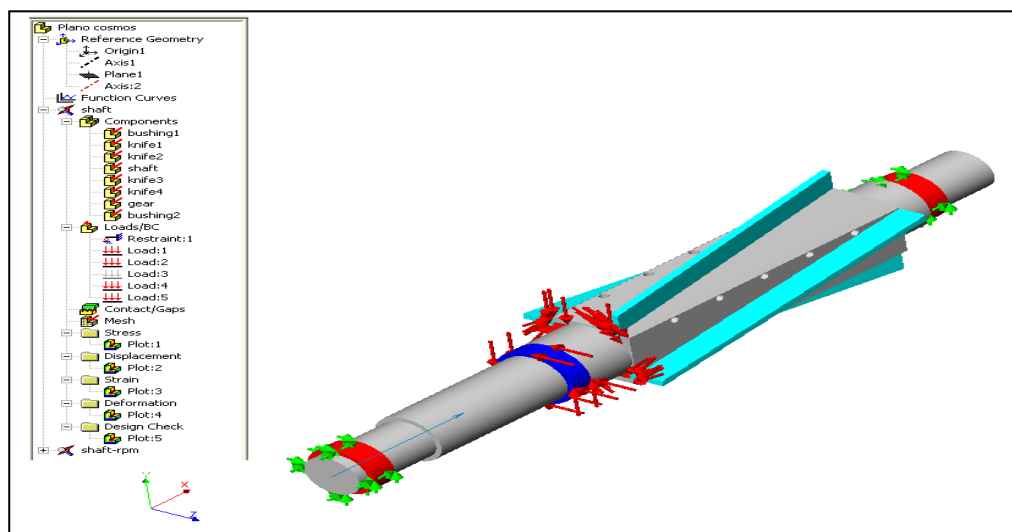
Factor de seguridad en árbol transmisor (caso crítico)



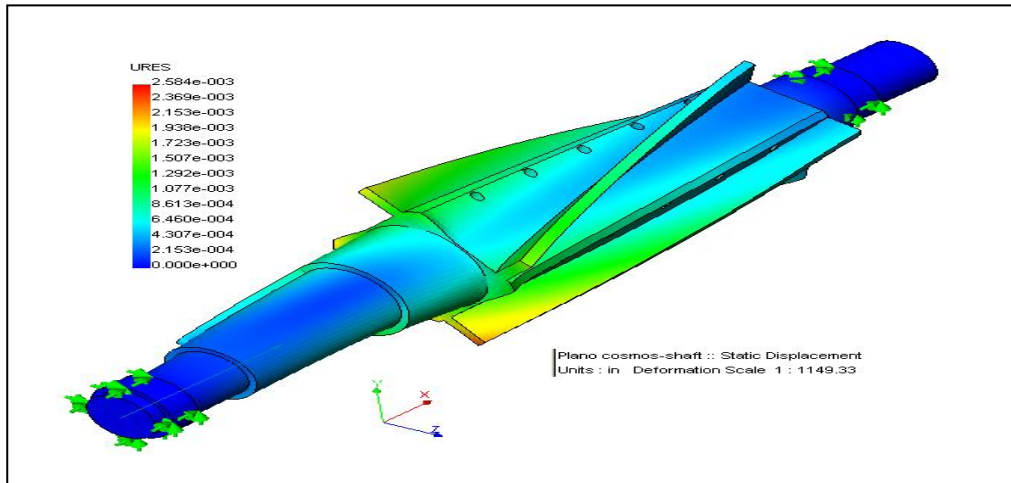
Puntos críticos en árbol transmisor



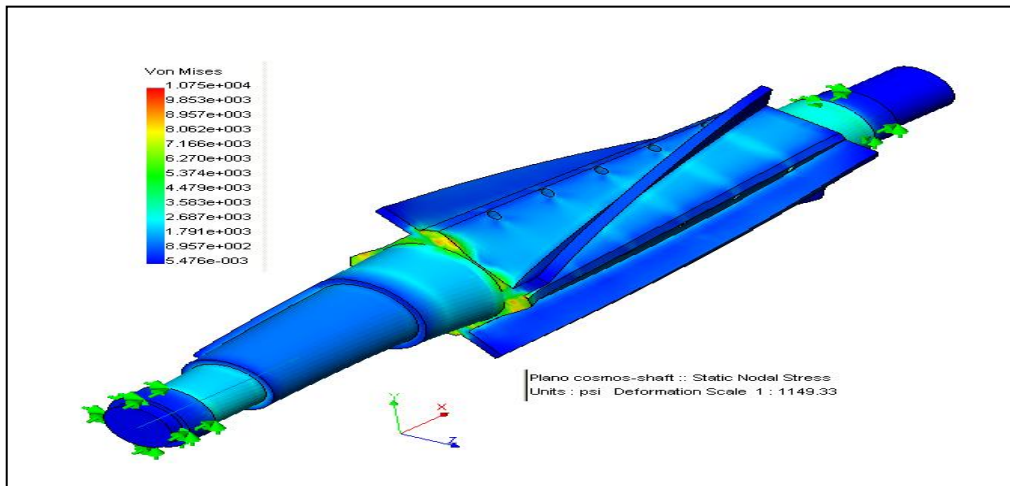
Aplicación de cargas en árbol portacuchillas (caso crítico)



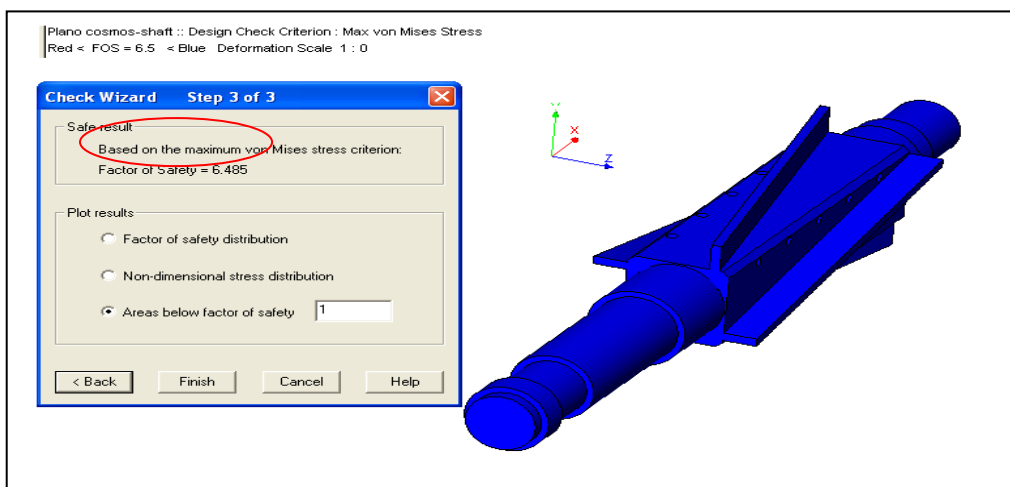
Desplazamiento Ures en árbol portacuchillas (caso crítico)



Esfuerzos Von Mises en árbol portacuchillas (caso crítico)



Factor de seguridad en árbol portacuchillas (caso crítico)



Puntos críticos en árbol portacuchillas

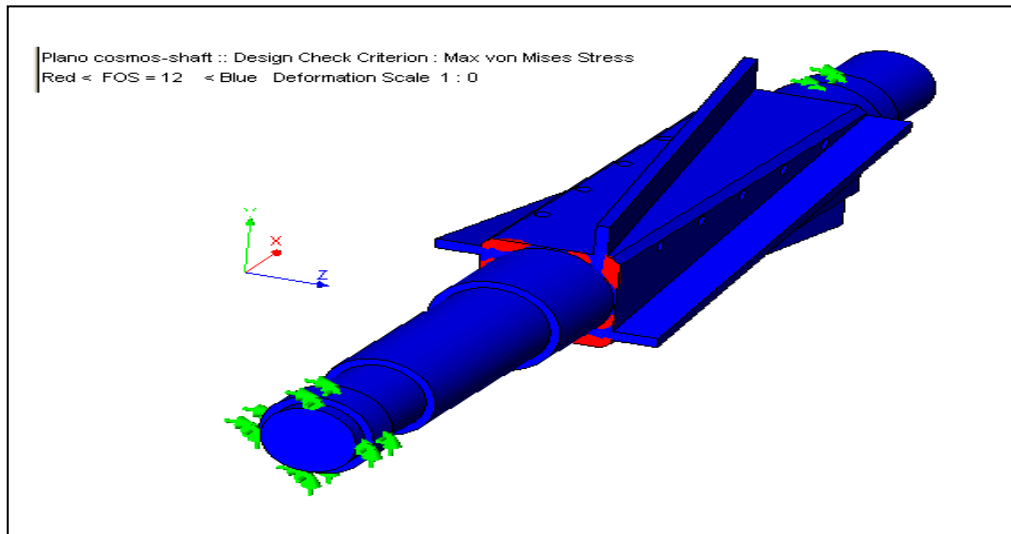


TABLA DE RESULTADOS (para diseño estático de árboles)					
Circunstancia	Parámetro	Árbol transmisor		Árbol portacuchillas	
CASOS CRÍTICOS para ambos árboles	Esfuerzo VON MISES [Ksi] / [Mpa]	6.49	44.75	9.53	65.67
	Desplazamiento URES [plg] / [mm]	0.00276 3	0.070	0.00267 7	0.068
	Factor de seguridad	10.79		7.3	
	Zona crítica	Cambio de sección polea - chumacera		Cambio de sección zona cuadrangular en ranura de cuchilla - zona área circular	

ANEXO 4

**TABLAS ITERATIVAS PARA CÁLCULOS
EN CÁMARA PICADORA**

Tabla C-1.- CÁLCULOS DE DEMANDA DEL MOTOR PARA CIZALLAR DESPOJO CRÍTICO (tubo colapsible)

Potencia del motor: 3,02 [hp] Espesor medio: 2,25 [mm]
 Diámetro exterior rosca colapsible: 8,5 [mm] Tolerancia al espesor: 2,70 [mm]
 Diámetro interior boca tubo colapsible: 4,0 [mm]

Área crítica: 44,18 [mm²] 0,0685 [p.lg²]
 Área efectiva de corte (85%): 37,55 [mm²] 0,0582 [p.lg²]

CONSIDERACION PRELIMINAR: El factor de servicio fue considerado en función de una variación en el espesor de los colapsibles admitida del 20%.

n eje [rpm]	φ eje cuchillas [p.lg]	Su [Kcal]	Sum [Kcal]	Fuerza calculada [lbf]	F.Serv.	Capacidad carga [lbf]	Torque [lbf.p.lg]	Pot. _{req} [hp]
180	4	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1225,81	3,50
180	3,5	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1072,58	3,06
160	4	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1225,81	3,11
160	3,5	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1072,58	2,72
150	4	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1225,81	2,92
150	3,5	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1072,58	2,55
120	4	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1225,81	2,33
120	3,5	13500	8775	510,75	1,2	612,90	1072,58	2,04

Donde:

- n eje: Velocidad de rotación del eje estirada
- φ eje cuchillas: Diámetro de la circunferencia descrita por la rotación de las cuchillas
- Su: Resistencia última del aluminio forjado para utilización en envases de sustancias alimenticias, cosméticas y farmacológicas
- Sum: Resistencia última del aluminio al corte
- F.Serv.: Factor de servicio estirado en función de variación de espesores de los tubos colapsibles (dato proporcionado por Control de Calidad Grunenthal)
- Pot._{req}: Potencia requerida (demandada) para el corte del área efectiva del tubo colapsible en zona crítica

Tabla C-2.- CALCULOS DE DISEÑO PARA SELECCION DE BANDA Y POLEAS DEL SISTEMA DE CORTE Y TRANSMISION DE LA CAMARA PICADORA

Tipo de Banda : A Secc. banda: b 0,50 [plg]
 Potencia motor elec: 2,25 [Kw] ~ 3,02 [hp] h 0,31 [plg]
 Velocidad angular : 1650 [rpm] Dist. entre centros : 20,00 [plg]

φ poleas	i	S.F.	Potencia	Arcos de contacto				Velocidad banda		Longitud	Tipo	Longitud	Pot. nominal	KI	Potencia	Número	
				motriz [plg]	conduc. [plg]	serv. [hp]	θ ₁ [rad]	θ ₂ [°]	θ ₃ [rad]								θ ₄ [°]
3,0	9,0	0,33	1,1	3,32	3,44	197,25	2,84	162,75	1295,91	6,58	59,30	A65	56,30	2,10	0,90	1,89	1,7561
3,0	12,0	0,25	1,1	3,32	3,60	206,01	2,69	153,99	1295,91	6,58	64,58	A60	61,30	2,10	0,89	1,87	1,7758
3,2	10,6	0,30	1,1	3,32	3,51	201,32	2,77	158,88	1382,30	7,02	62,36	A60	61,30	2,35	0,93	2,19	1,5187
3,4	10,6	0,32	1,1	3,32	3,50	200,74	2,78	159,26	1468,69	7,46	62,64	A60	61,30	2,61	0,93	2,43	1,3674
3,6	12,0	0,30	1,1	3,32	3,56	204,24	2,72	155,76	1555,09	7,90	65,39	A60	61,30	2,86	0,93	2,66	1,2478
3,8	10,6	0,36	1,1	3,32	3,48	199,58	2,80	160,42	1641,48	8,34	63,20	A60	61,30	3,10	0,93	2,88	1,1512
4,2	12,0	0,35	1,1	3,32	3,53	202,49	2,75	157,51	1814,27	9,22	66,21	A60	61,30	3,59	0,93	3,34	0,9941

μ	e ^μ	W espf.	F. centríf.	F tang.	F1	F2	F. al eje	Torque	n eje
polea-banda		banda [lb/pies ²]	[lb]	[lb]	[lb]	[lb]	[lb]	[lb plg]	[rpm]
0,45	4,71	60,48	136,01	76,83	235,64	158,81	394,46	345,62	550,00
0,45	5,04	60,48	136,01	76,83	233,75	156,92	390,67	460,82	412,80
0,45	4,86	60,48	154,75	72,03	247,31	175,28	422,58	381,62	498,11
0,45	4,84	60,48	174,70	67,80	261,92	194,13	456,05	359,17	529,25
0,45	4,97	60,48	195,86	64,03	277,61	213,58	491,19	384,02	495,00
0,45	4,79	60,48	218,22	60,66	296,47	235,81	532,28	321,36	591,51
0,45	4,91	60,48	266,58	54,88	336,92	282,04	618,97	362,08	577,50

SELECCION:

Se selecciona la iteración No 2, corrigiendo la distancia entre centros de 20 a 18,3 plg., por lo tanto las bandas serán de tipo A60 para el juego de poleas siguiente:

φ motriz : 3 [plg]
 φ conducida : 12 [plg]

Donde:

- b: Ancho de la sección de la banda
- h: Altura de la sección de la banda
- φ poleas: Diámetro impuesto por diseño para el juego de poleas
- i: Relación de velocidades
- S.F.: Factor de servicio considerado para motores eléctricos AC, en servicio intermitente y torque normal.
- θ₁: Arco de contacto de la polea mayor (conducida)
- θ₂: Arco de contacto de la polea menor (motriz)
- KI: Factor de corrección por arco y longitud (ver catálogo de bandas GOODYEAR, pág 16, Bandas tipo A)
- μ: Factor de rozamiento (fricción) entre caucho y polea de aluminio desnuda.
- e^μ: Valor de la relación entre la fuerza del lado tenso y la fuerza del lado flojo.
- W espf.: Peso específico de la banda de caucho tipo A
- F centríf.: Fuerza centrífuga generada en la polea motriz

- F tang.: Fuerza tangencial
- F1: Tirantez del lado tenso de la banda
- F2: Tirantez del lado flojo de la banda
- F. al eje: Fuerza total ejercida sobre los ejes de las poleas
- n eje: Velocidad angular de salida

**Tabla C-3.- DISEÑO DEL PINÓN 1 PARA JUEGO DE ENGRANES
DEL SISTEMA DE CORTE DE LA CÁMARA PICADORA**

Potencia :	3,02 [hp]	Material :	AISI 1018 CD
n entrada :	415 [rpm]		
n salida :	150 [rpm]	Lubricación:	Grasa NGLI 2
No dientes piñón:	20 [dientes]		[ver Vademécum de Lubricación 2000, TRIBOLOGY TECH-LUBE; pág. 208]
Relación i :	2,77		
Angulo ϕ :	20 [°]		
Factor seguridad :	2,25		
No dientes engrane:	55,33 [dientes]	→	56 [dientes]

CÁLCULO POR ECUACIONES DE LEWIS												
m	P	dp	Sy	So	H	Y	F	B	Fb	Ft	V	Fd
[mm]	[in]	[mm]	[Ksi]	[Ksi]			[x.m]	[in]	[lbf]	[lbf]	[pies/ min]	[lbf]
2,0	12,70	40	70	31,11	1,50	0,322	14	1,1024	579,70	582,48	171,10	748,58
2,5	10,16	50	70	31,11	1,50	0,322	10	0,9843	646,98	465,98	213,87	632,08
3,0	8,47	60	70	31,11	1,50	0,322	8	0,9449	745,32	388,32	256,65	554,42

CONCLUSIÓN: La segunda y tercera línea cumplen el criterio de decisión ($F_b \geq F_d$); sin embargo para el diseño se considerarán los valores de la segunda línea.

CÁLCULO POR METODO AGMA PARA RESISTENCIA A FLEXIÓN											
J	Ko	Ks	Km	Kv	Of	St	Kl	Kt	Kc	Sad	T
					[Ksi]	[Ksi]				[Ksi]	[lbf.plg]
0,2147	1,50	1,00	1,30	1,09	66,44	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28
0,2147	1,50	1,00	1,30	1,09	47,63	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28
0,2147	1,50	1,00	1,30	1,09	34,45	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28

CONCLUSIÓN: se comprueban los mismos resultados detallados por Lewis. En este caso el criterio a cumplir es: $Sad \geq \sigma_f$. Serán considerados los valores de la segunda línea.

Donde:

- m*: módulo
- P*: paso diametral
- dp*: diámetro de paso piñón
- Sy*: Resistencia a la fluencia del material
- So*: Resistencia del material del engrane
- Kf*: Factor de concentración de esfuerzos
- Y*: Factor de forma [ver Shigley pág. 910 , Tabla 14-2]
- B*: Ancho del diente
- Fb*: Capacidad de carga
- Ft*: Carga tangencial en el diente
- V*: Velocidad tangencial del engrane
- Fd*: Carga aplicada
- J*: Factor geométrico (Y/Kf) [ver Shigley pág. 924 , ecuación 14.20; con $mN = 1$]
- Ko*: Factor de corrección por sobrecarga [ver Shigley pág. 939]
- Ks*: Factor de corrección por tamaño (diseño normal)
- Km*: Factor de distribución de cargas [ver Deutch-Aaron pág. 424, Engranés abiertos]
- Kv*: Factor dinámico de desarrollo de cargas
- St*: Esfuerzo flexionante permisible. Depende de la dureza del engrane (cementado): 55HRC; $St = 55$ [Ksi] [ver Shigley, pág. 920, Tabla 14-3]
- σ_f : Esfuerzo calculado en la raíz del diente
- Kl*: Factor corrección por duración. Ciclos: $420[rpm] \cdot 60[min] \cdot 4[hr/sem] \cdot 50[sem] \cdot 10[años] = 50'400.000$ ciclos
- Kt*: Factor de corrección por temperatura ($T < 40^\circ C$) [ver Shigley pág. 936]
- Kc*: Factor de corrección por confiabilidad (conf. 99.0%) [ver Shigley pág 935, Tabla 14-10]
- Sad*: Resistencia al diseño del material
- T*: Torque transmitido al eje

**Tabla C-4.- DISEÑO DEL ENGRANAJE 1 PARA JUEGO DE ENGRANES
DEL SISTEMA DE CORTE DE LA CÁMARA PICADORA**

Potencia :	3,02 [hp]	Material :	AISI 1018 CD
n entrada :	415 [rpm]		
n salida :	150 [rpm]	Lubricación:	Grasa NGLI 2
No dientes piñón:	20 [dientes]		[ver Vademécum de Lubricación 2000, TRIBOLOGY TECH-LUBE; pág. 208]
Relación i :	2,77		
Angulo ϕ :	20 [°]		
Factor seguridad :	2,25		
No dientes engrane:	55,33 [dientes]	→	56 [dientes]

CÁLCULO POR ECUACIONES DE LEWIS												
m	P	dp	Sy	So	Kf	Y	B	B	Fb	Ft	V	Fd
[mm]	[in]	[mm]	[Ksi]	[Ksi]			[x.m]	[in]	[lbf]	[lbf]	[ft/min]	[lbf]
2,0	12,70	112	70	31,11	1,50	0,416	14	1,1024	748,92	575,54	173,16	741,64
2,5	10,16	140	70	31,11	1,50	0,416	8	0,7874	668,68	460,43	216,45	626,53
3,0	8,47	168	70	31,11	1,50	0,416	8	0,9449	962,90	383,69	259,74	549,79

CONCLUSIÓN: La segunda y tercera línea cumplen el criterio de decisión ($F_b \geq F_d$); sin embargo para el diseño se considerarán los valores de la segunda línea.

CÁLCULO POR METODO AGMA PARA RESISTENCIA A FLEXIÓN												
J	Ko	Ks	Km	Kv	Of	Sy	Kl	Kt	Kc	Sad	T	
					[Ksi]	[Ksi]				[Ksi]	[lbf.in]	
0,2773	1,50	1,00	1,30	1,09	50,82	55	1,00	1,00	1,00	55,00	2537,8	
0,2773	1,50	1,00	1,30	1,09	45,53	55	1,00	1,00	1,00	55,00	2537,8	
0,2773	1,50	1,00	1,30	1,09	26,35	55	1,00	1,00	1,00	55,00	2537,8	

CONCLUSIÓN: se comprueban los mismos resultados detallados por Lewis. En este caso el criterio a cumplir es: $Sad \geq of$. Serán considerados los valores de la segunda línea.

Donde:

- m*: módulo
- P*: paso diametral
- dp*: diámetro de paso piñón
- Sy*: Resistencia a la fluencia del material
- So*: Resistencia del material del engrane
- Kf*: Factor de concentración de esfuerzos
- Y*: Factor de forma (ver Shigley pág. 910 , Tabla 14-2)
- B*: Ancho del diente
- Fb*: Capacidad de carga
- Ft*: Carga tangencial en el diente
- V*: Velocidad tangencial del engrane
- Fd*: Carga aplicada
- J*: Factor geométrico (Y/Kf) (ver Shigley pág. 924 , ecuación 14.20; con $mN = 1$)
- Ko*: Factor de corrección por sobrecarga (ver Shigley pág. 939)
- Ks*: Factor de corrección por tamaño (diseño normal)
- Km*: Factor de distribución de cargas (ver Deutch-Aaron pág. 424, Engranajes abiertos)
- Kv*: Factor dinámico de desarrollo de cargas
- St*: Esfuerzo flexionante permisible. Depende de la dureza del engrane (cementado): 55HRC;
St: 55 [Ksi] (ver Shigley, pág. 920, Tabla 14-3)
- σf*: Esfuerzo calculado en la raíz del diente
- Kl*: Factor corrección por duración. Ciclos: $420[rpm] * 60[min] * 4[hr/sem] * 50[sem] * 10[años] = 50'400.000$ ciclos
- Kt*: Factor de corrección por temperatura ($T < 40^\circ C$) (ver Shigley pág. 936)
- Kc*: Factor de corrección por confiabilidad (conf. 99.0%) (ver Shigley pág 935, Tabla 14-10)
- Sad*: Resistencia al diseño del material
- T*: Torque transmitido al eje

Tabla C-5.- DISEÑO DEL PIÑÓN 2 Y DEL ENGRANE 2 PARA JUEGO DE ENGRANES DEL SISTEMA DE CORTE DE LA CÁMARA PICADORA

Potencia :	3,02 [hp]	Material :	AISI 1018 CD
n entrada :	415 [rpm]		
n salida :	415 [rpm]	Lubricación:	Grasa NGLI 2
No dientes piñón:	38 [dientes]		(ver Vademécum de Lubricación 2000, TRIBOLOGY TECH-LUBE; pág. 208)
Relación i :	1		
Angulo ϕ :	20 [°]		
Factor seguridad :	2,25		
No dientes engrane:	38 [dientes]		

CÁLCULO POR ECUACIONES DE LEWIS												
m	P	dp	Sy	So	Kf	Y	B'	B	Fb	Ft	V	Fd
[mm]	[in]	[mm]	[Ksi]	[Ksi]			[x m]	[in]	[lbf]	[lbf]	[ft/min]	[lbf]
2,0	12,70	76	70	31,11	1,50	0,384	12	0,9449	592,56	306,57	325,08	472,67
2,5	10,16	95	70	31,11	1,50	0,384	8	0,7874	617,25	245,25	406,36	411,35
3,0	8,47	114	70	31,11	1,50	0,384	8	0,9449	888,83	204,38	487,63	370,48

CONCLUSIÓN: La segunda y tercera línea cumplen el criterio de decisión ($Fb \geq Fd$); sin embargo para el diseño se considerarán los valores de la segunda línea.

CÁLCULO POR METODO AGMA PARA RESISTENCIA A FLEXIÓN											
J	Ko	Ks	Km	Kv	Of	Sy	Kl	Kt	Kc	Sad	T
					[Ksi]	[Ksi]				[Ksi]	[lbf.in]
0,2560	1,50	1,00	1,30	1,09	34,21	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28
0,2560	1,50	1,00	1,30	1,09	26,27	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28
0,2560	1,50	1,00	1,30	1,09	15,21	55	1,00	1,00	1,00	55,00	917,28

CONCLUSIÓN: se comprueban los mismos resultados detallados por Lewis. En este caso el criterio a cumplir es: $Sad \geq of$. Serán considerados los valores de la segunda línea.

Donde

m:	módulo
P:	paso diametral
dp:	diámetro de paso piñón
Sy:	Resistencia a la fluencia del material
So:	Resistencia del material del engrane
Kf:	Factor de concentración de esfuerzos
Y:	Factor de forma (ver Shigley pág. 910, Tabla 14-2)
B:	Ancho del diente
Fb:	Capacidad de carga
Ft:	Carga tangencial en el diente
V:	Velocidad tangencial del engrane
Fd:	Carga aplicada
J:	Factor geométrico (Y/Kf) (ver Shigley pág. 924, ecuación 14.20; con mN = 1)
Ko:	Factor de corrección por sobrecarga (ver Shigley pág. 939)
Ks:	Factor de corrección por tamaño (diseño normal)
Km:	Factor de distribución de cargas (ver Deutch-Aaron pág. 424, Engranés abiertos)
Kv:	Factor dinámico de desarrollo de cargas
St:	Esfuerzo flexionante permisible. Depende de la dureza del engrane (cementado): 55HRC; St: 55 [Ksi] (ver Shigley, pág. 920, Tabla 14-3)
of:	Esfuerzo calculado en la raíz del diente
Kl:	Factor corrección por duración. Ciclos: $420 [rpm] * 60 [min] * 4 [hr / sem] * 50 [sem] * 10 [años] = 50'400.000$ ciclos
Kt:	Factor de corrección por temperatura ($T < 40^\circ C$) (ver Shigley pág. 936)
Kc:	Factor de corrección por confiabilidad (conf. 99.0%) (ver Shigley pág 935, Tabla 14-10)
Sad:	Resistencia al diseño del material
T:	Torque transmitido al eje

**Tabla C-6.- DISEÑO DEL ÁRBOL TRANSMISOR DEL SISTEMA DE CORTE
DE LA CÁMARA PICADORA (análisis para ambas marchas - diagr. momentos AXCOM)**

CONDICIÓN INICIAL: Diseño a flexión porque es un trabajo intermitente de dos veces por semana y de dos horas cada vez.

Material: AISI 1018 CD

CÁLCULO DE DISEÑO POR ESTÁTICA (engrana marcha 1)										
Sección	S _u [Psi]	S _y [Psi]	T [lbf.plg]	M [N.m]	M' [lbf.plg]	F.S.	φ cálculo [plg]	φ' cálculo [mm]	φ sección [mm]	φ' sección [plg]
A	81000	70000	0	45,00	398,28	2,5	0,53	13,34	16,00	0,63
B	81000	70000	-460,82	130,00	1150,60	2,5	0,77	19,48	20,00	0,79
C	81000	70000	460,82	195,00	1725,90	2,5	0,87	22,00	25,00	0,98
D	81000	70000	460,82	220,00	1947,17	2,5	0,90	22,85	23,00	0,91
E	81000	70000	460,82	155,00	1371,87	2,5	0,81	20,51	21,00	0,83

CÁLCULO DE DISEÑO POR ESTÁTICA (engrana marcha 2)										
Sección	S _u [Psi]	S _y [Psi]	T [lbf.plg]	M [N.m]	M' [lbf.plg]	F.S.	φ cálculo [plg]	φ' cálculo [mm]	φ sección [mm]	φ' sección [plg]
A	81000	70000	0	35,00	309,78	2,5	0,48	12,27	16,00	0,63
B	81000	70000	0	125,00	1106,34	2,5	0,74	18,75	20,00	0,79
C	81000	70000	-460,82	200,00	1770,15	2,5	0,87	22,18	25,00	0,98
D	81000	70000	460,82	215,00	1902,91	2,5	0,89	22,68	23,00	0,91
E	81000	70000	460,82	150,00	1327,61	2,5	0,80	20,31	21,00	0,83

Sección	φ decididos	
	[mm]	[plg]
A	16	0,63
B	20	0,79
C	25	0,98
D	23	0,91
E	21	0,83

CONCLUSIÓN: los diámetros decididos cumplen con los criterios de diseño estático; sin embargo no son los diámetros definitivos para la construcción, puesto que son susceptibles de modificación en conformidad con el estudio de fatiga, el análisis de deflexiones proporcionado por los programas AXCOM, COSMOS y por los diámetros comerciales de los cojinetes.

Donde:

S_u: Resistencia última a la tensión
S_y: Resistencia a la fluencia del material
T: Torque
M: Momento

F.S.: Factor de seguridad adoptado por diseño (ver Shigley, pág. 25, Tabla 1-1, ítem 3)
φ cálculo: Diámetro calculado de la sección
φ sección: Diámetro establecido para la sección, sin ser definitivo, en espera del análisis de flexión programa AXCOM.

Donde:

S_u : Resistencia última a la tensión

S_y : Resistencia a la fluencia del material

T : Torque

M : Momento

ϕ : Diámetro de sección

D : Diámetro mayor

d : Diámetro menor

r : Radio de curvatura en cambios de sección

q : Factor sensibilidad del material en cambio de sección (ver Norton pág. 392, Fig. 6-36)

K_t : Factor geométrico de concentración de esfuerzos por flexión (ver Norton pág. 1006, Apéndice E-2)

K_f : Factor de concentración de esfuerzos por flexión para fatiga (ver ecuación 9.8m, Norton, pág 578)

K_{ts} : Factor geométrico de concentración de esfuerzos por torsión (ver Norton pág. 1007, Apéndice E-3)

K_{fs} : Factor de concentración de esfuerzos por torsión para fatiga (ver ecuación 9.8n, Norton, pág 578)

K_w : Factor de corrección por carga (ver Norton pág. 376)

K_c : Factor de corrección por confiabilidad (conf. 99%) (ver Norton pág 381, Tabla 6-4)

K_{temp} : Factor de corrección de temperatura ($T < 450^\circ\text{C}$) (Ver Norton pág. 381)

K_{temp} : Factor de corrección de temperatura ($T < 450^\circ\text{C}$) (Ver Norton pág. 381)

K_s : Factor de corrección por tamaño (ver Norton pág. 376, ec. 6-7 e)

K_a : Factor corrección por superficie (ver Norton pág. 378, Tabla 6-3, ec. 6-7 e)

S_e : Límite de fatiga del eje

S_e' : Límite de fatiga de la probeta

M_m : Momento medio

M_a : Momento alternativo

T_m : Torque medio

T_a : Torque alternativo

**Tabla C-8.- DISEÑO DEL ÁRBOL PRINCIPAL PICADOR DEL SISTEMA DE CORTE
DE LA CÁMARA PICADORA (caso críticos 2 y 3 en marcha 150 rpm - diagr. momentos AXCOM)**

CONDICIÓN INICIAL: Diseño a flexión porque es un trabajo intermitente de dos veces por semana y de dos horas cada vez.

Material: AISI 1018 CD

CÁLCULO DE DISEÑO POR ESTÁTICA (aplicación de fuerza en 2)										
Sección	Su [Psi]	Sy [Psi]	T [lbf plg]	M [N.m]	M' [lbf plg]	F.S.	φ cálculo [plg]	φ ' cálculo [mm]	φ sección [mm]	φ ' sección [plg]
F	81000	70000	0,00	45,00	398,26	2,5	0,53	13,34	20,00	0,79
G	81000	70000	0,00	100,00	885,06	2,5	0,69	17,41	25,00	0,98
H	81000	70000	2537,80	340,00	3009,26	2,5	1,13	28,63	29,00	1,14
I	81000	70000	-2537,80	340,00	3009,26	2,5	1,13	28,63	30,00	1,18
J	81000	70000	-2537,80	340,00	3009,26	2,5	1,13	28,63	29,00	1,14
K	81000	70000	0,00	85,00	752,31	2,5	0,65	16,49	25,00	0,98
CÁLCULO DE DISEÑO POR ESTÁTICA (aplicación de fuerza en 3)										
Sección	Su [Psi]	Sy [Psi]	T [lbf plg]	M [N.m]	M' [lbf plg]	F.S.	φ cálculo [plg]	φ ' cálculo [mm]	φ sección [mm]	φ ' sección [plg]
F	81000	70000	0,00	40,00	354,03	2,5	0,51	12,83	20,00	0,79
G	81000	70000	0,00	80,00	708,06	2,5	0,64	16,16	25,00	0,98
H	81000	70000	2537,80	485,00	4292,61	2,5	1,22	30,98	31,00	1,22
I	81000	70000	-2537,80	485,00	4292,61	2,5	1,22	30,98	32,00	1,26
J	81000	70000	-2537,80	485,00	4292,61	2,5	1,22	30,98	31,00	1,22
K	81000	70000	0,00	100,00	885,06	2,5	0,69	17,41	25,00	0,98
φ decididos										
Sección	[mm]	[plg]								
F	20	0,79								
G	25	0,98								
H	31	1,22								
I	32	1,26								
J	31	1,22								
K	25	0,98								

conclusión: los diámetros decididos cumplen con los criterios de diseño estático; sin embargo no son los diámetros definitivos para la construcción, puesto que son susceptibles de modificación en conformidad con el estudio de fatiga, el análisis de deflexiones proporcionado por los programas AXCOM, COSMOS y por los diámetros comerciales de los cojinetes.

Donde:

- | | | | |
|-----|--|------------|---|
| Su: | Resistencia última a la tensión | F.S.: | Factor de seguridad adoptado por diseño (ver Shigley, pág. 25, Tabla 1-1, ítem 3) |
| Sy: | Resistencia a la fluencia del material | φ cálculo: | Diámetro calculado de la sección |
| T: | Torque | φ sección: | Diámetro establecido para la sección, sin ser definitivo, en espera del análisis de flexi programa AXCOM. |
| M: | Momento | | |

Donde:

S_u : Resistencia última a la tensión

S_y : Resistencia a la fluencia del material

T : Torque

M : Momento

ϕ : Diámetro de sección

D : Diámetro mayor

d : Diámetro menor

r : Radio de curvatura en cambios de sección

q : Factor sensibilidad del material en cambio de sección (ver Norton pág. 392, Fig. 6-36)

K_t : Factor geométrico de concentración de esfuerzos por flexión (ver Norton pág. 1006, Apéndice E-2)

K_f : Factor de concentración de esfuerzos por flexión para fatiga (ver ecuación 9.8m, Norton, pág 578)

K_{ts} : Factor geométrico de concentración de esfuerzos por torsión (ver Norton pág. 1007, Apéndice E-3)

K_{fs} : Factor de concentración de esfuerzos por torsión para fatiga (ver ecuación 9.8n, Norton, pág 578)

K_w : Factor de corrección por carga (ver Norton pág. 376)

K_c : Factor de corrección por confiabilidad (conf. 99%) (ver Norton pág 381, Tabla 6-4)

K_{temp} : Factor de corrección de temperatura ($T < 450^\circ\text{C}$) (Ver Norton pág. 381)

K_{temp} : Factor de corrección de temperatura ($T < 450^\circ\text{C}$) (Ver Norton pág. 381)

K_s : Factor de corrección por tamaño (ver Norton pág. 376, ec. 6-7 e)

K_a : Factor corrección por superficie (ver Norton pág. 378, Tabla 6-3, ec. 6-7 e)

S_e : Límite de fatiga del eje

S_e' : Límite de fatiga de la probeta

M_m : Momento medio

M_a : Momento alternativo

T_m : Torque medio

T_a : Torque alternativo

Tabla C-10.- RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS ÁRBOL TRANSMISOR (415 RPM)

Rodamiento 1 ϕ 35 [m m]
 Carga aplicada: 1953,77 [N] \rightarrow Resultante de Fch1y y Fch1z
 Confiabilidad: 90 %

Ld	Lr	nd	nr	a	Fc	Cr	Cr	Vida estimada
[h]	[h]	[rpm]	[rpm]			[kN]	[N]	[Años]
1500	3000	415	500	3	1,50	2,1864	2186,43	7,50
2000	3000	415	500	3	1,50	2,4065	2406,48	10,00
2500	3000	415	500	3	1,50	2,5923	2592,30	12,50
3000	3000	415	500	3	1,50	2,7547	2754,73	15,00
3500	3000	415	500	3	1,50	2,9000	2899,97	17,50

Rodamiento 2 ϕ 45 [m m]
 Carga aplicada: 2914,59 [N] \rightarrow Resultante de Fch2y y Fch2z
 Confiabilidad: 90 %

Ld	Lr	nd	nr	a	Fc	Cr	Cr	Vida estimada
[h]	[h]	[rpm]	[rpm]			[kN]	[N]	[Años]
1500	3000	415	500	3	1,50	3,2617	3261,66	4,72
2000	3000	415	500	3	1,50	3,5899	3589,93	4,19
2500	3000	415	500	3	1,50	3,8671	3867,13	5,24
3000	3000	415	500	3	1,50	4,1094	4109,44	6,29
3500	3000	415	500	3	1,50	4,3261	4326,12	7,34

ϕ eje rod. 1	Tipos rodamientos		$C_{dinámica}$	ϕ eje rod. 2	Tipos rodamientos		$C_{dinámica}$
[mm]	SKF		[N]	[mm]	SKF		[N]
35	61807		2400	45	61809		4650
	16007		9500		16009		12000
	6007		12200		6009		16300
	6207		19600		6209		25500
	6307		25500		6309		40500
	6407		42500		6409		58500
							CUMPLE
							CUMPLE
							CUMPLE
							CUMPLE
							CUMPLE

CONCLUSIÓN: los tipos de rodamientos seleccionados cumplen de aceptablemente el criterio de diseño; en el que la carga dinámica del rodamiento debe ser mayor a la carga radial aplicada ($C_{dinámica} > C_r$). Para el caso se resuelve usar **1 rodamiento de tipo 6007 y 1 tipo 6009** por considerarse como los más comunes y apropiados para soportes de piso. Su utilización incrementará el factor de seguridad. Referencia y bibliografía Catálogo General SKF; pág. 134.

Soportes: tipo **SNA 508 TA** y **SNA 510 TA** respectivamente (ver Catálogo General SKF; pág. 394)

LUBRICACIÓN: en ambos casos se empleará grasa **NGLI 1 1/2** (ver Vademécum de Lubricación 2000, TTL; pág. 204)

Donde:

- Ld: vida nominal establecida para el diseño (ver Shigley pág. 711, Tabla 11-4)
- Lr: valor cte de la vida nominal (catálogo *Timken Engineering Journal*; 3000h de vida para L10 a 500 rpm)
- nd: velocidad angular real del eje
- nr: valor cte de la velocidad angular nominal (catálogo *Timken Engineering Journal*)
- α : factor que depende del tipo de cojinete ($\alpha=3$, cojin. bolas; $\alpha=1/3$ cojin. rodillos)
- Fc: Factor aplic. carga en máquinas con impactos moderados (ver Shigley pág. 711; Tabla 11-5)
- Cr: Carga radial nominal del cojinete
- $C_{dinámica}$: Capacidad de carga dinámica del rodamiento (ver Catálogo General SKF)

Tabla C-11.- RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS ÁRBOL
PORTACUCHILLAS (Caso crítico: 150 RPM)

Rodamiento 3 ϕ 50 [mm]
Carga aplicada: 2564,43 [N] \rightarrow Resultante de Fch3y y Fch3z
Confiabilidad: 90 %

Ld	Lr	nd	nr	a	Fc	Cr	Cr	Vida estimada
[h]	[h]	[rpm]	[rpm]			[kN]	[N]	[Años]
1500	3000	150	500	3	1,20	1,6354	1635,40	7,50
2000	3000	150	500	3	1,20	1,8000	1799,99	10,00
2500	3000	150	500	3	1,20	1,9390	1938,98	12,50
3000	3000	150	500	3	1,20	2,0605	2060,47	15,00
3500	3000	150	500	3	1,20	2,1691	2169,12	17,50

Rodamiento 4 ϕ 50 [mm]
Carga aplicada: 2079,61 [N] \rightarrow Resultante de Fch4y y Fch4z
Confiabilidad: 90 %

Ld	Lr	nd	nr	a	Fc	Cr	Cr	Vida estimada
[h]	[h]	[rpm]	[rpm]			[kN]	[N]	[Años]
1500	3000	150	500	3	1,20	1,3262	1326,22	7,50
2000	3000	150	500	3	1,20	1,4597	1459,69	10,00
2500	3000	150	500	3	1,20	1,5724	1572,40	12,50
3000	3000	150	500	3	1,20	1,6709	1670,93	15,00
3500	3000	150	500	3	1,20	1,7590	1759,03	17,50

ϕ eje rods.	Tipos rodamientos		$C_{dinámica}$
[mm]	SKF		[N]
50	61810		4250
	16010		10000
	6010		13200
	6210		19600
	6310		36000
	6410		52000

CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE

CONCLUSIÓN: los tipos de rodamientos seleccionados cumplen de aceptablemente el criterio de diseño; en el que la carga dinámica del rodamiento debe ser mayor a la carga radial aplicada ($C_{dinámica} > Cr$). Para la circunstancia se resuelve usar los **2 rodamientos de tipo 6010** por considerarse como los más comunes y apropiados para soportes de piso. Su utilización incrementará el factor de seguridad. Referencia y bibliografía Catálogo General SKF; pág. 136.
Soportes: tipo SNA 511 TA (ver Catálogo General SKF; pág. 396)

LUBRICACIÓN: en ambos casos se empleará grasa **NGLI 1 1/2** (ver Vademécum de Lubricación 2000, TTL; pág. 204)

Donde:

- Ld: vida nominal establecida para el diseño (ver Shigley pág. 711, Tabla 11-4)
- Lr: valor cte de la vida nominal (catálogo *Timken Engineering Journal*; 3000h de vida para L10 a 500 rpm)
- nd: velocidad angular real del eje
- nr: valor cte de la velocidad angular nominal (catálogo *Timken Engineering Journal*)
- a: factor que depende del tipo de cojinete (a=3, cojin. bolas; a=1/3 cojin. rodillos)
- Fc: Factor aplic. carga en máquinas con impactos moderados (ver Shigley pág. 711; Tabla 11-5)
- Cr: Carga radial nominal del cojinete
- $C_{dinámica}$: Capacidad de carga dinámica del rodamiento (ver *Catálogo General SKF*)

Tabla C-12.- CÁLCULOS DE DISEÑO PARA SELECCIÓN DE BANDA Y POLEAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA CÁMARA PICADORA

Tipo de Banda : A Secc. banda: b 0,50 [plg]
 Potencia motor elec: 0,56 [Kw] ~ 0,75 [hp] h 0,31 [plg]
 Velocidad angular : 80 [rpm] Dist. entre centros : 18,00 [plg]

TABLA DE VALORES Y RESULTADOS

ϕ poleas		i	S.F.	Potencia serv. [hp]	Arcos de contacto				Velocidad banda		Longitud banda [plg]	Tipo banda	Longitud paso [plg]	Pot. nominal c/banda [hp]	K1	Potencia correg. [hp]	Número bandas
motriz [plg]	conduc. [plg]				θ_1 [rad]	θ_1 [°]	θ_2 [rad]	θ_2 [°]	[pies/min]	[m/s]							
5,0	6,4	0,78	1,1	0,83	3,22	184,46	3,06	175,54	104,72	0,53	53,93	A55	56,30	3,23	0,95	3,07	0,2689
4,6	6,4	0,72	1,1	0,83	3,24	185,73	3,04	174,27	96,34	0,49	53,32	A65	56,30	2,93	0,93	2,72	0,3028
5,0	7,0	0,71	1,1	0,83	3,25	186,37	3,03	173,63	104,72	0,53	54,91	A65	56,30	3,25	0,95	3,09	0,2672

μ	e^{f_1}	Wespf. banda [lb/pies ²]	F. centríf. [lbf]	F.tang. [lbf]	F1 [lbf]	F2 [lbf]	F. al eje [lbf]	Torque [lbf.plg]	n eje [rpm]
0,45	4,26	60,48	0,89	236,35	317,04	80,69	397,73	756,00	62,50
0,45	4,30	60,48	0,75	256,90	343,27	86,37	429,64	821,74	57,50
0,45	4,32	60,48	0,89	236,35	315,49	79,15	394,64	826,88	57,14

SELECCIÓN:

Se selecciona la No 3 corrigiendo la distancia entre centros de 18 a 18,7 in., por lo tanto las bandas serán de tipo A55 para el juego de poleas siguiente:

ϕ motriz : 5 [plg]
 ϕ conducida : 7 [plg]

Donde:

- b: Ancho de la sección de la banda
- h: Altura de la sección de la banda
- ϕ poleas: Diámetro impuesto por diseño para el juego de poleas
- i: Relación de velocidades
- S.F.: Factor de servicio considerado para motores eléctricos AC, en servicio intermitente y torque normal.
- θ_1 : Arco de contacto de la polea mayor (conducida)
- θ_2 : Arco de contacto de la polea menor (motriz)
- K1: Factor de corrección por arco y longitud (ver catálogo de bandas GOODYEAR, pág 16, Bandas tipo A)
- μ : Factor de rozamiento (fricción) entre caucho y polea de aluminio desnuda.
- e^{f_1} : Valor de la relación entre la fuerza del lado tenso y la fuerza del lado flojo.
- Wespf.: Peso específico de la banda de caucho tipo A
- F centríf.: Fuerza centrífuga generada en la polea motriz
- F.tang.: Fuerza tangencial
- F1: Tirantez del lado tenso de la banda
- F2: Tirantez del lado flojo de la banda
- F. al eje: Fuerza total ejercida sobre los ejes de las poleas
- n eje: Velocidad angular de salida

Tabla C-13.- CÁLCULOS DE DISEÑO PARA SELECCIÓN DE PRISIONEROS DE SUJECIÓN EN ELEMENTOS A TRACCIÓN PARA LA CÁMARA PICADORA

Ubicación	ϕ_{eje} [mm]	n_{trac} [rpm]	Pot_{sumt} [hp]	$Cdem$ [lbf]	ϕ_{prs} [plg]	ϕ'_{prs} [mm]	$Cteo$ [lbf]	$Nprs$	F.S.
POLEA EJE TRANSMISOR	35,00	415,00	3,02	665,68	3/8	10,00	2000	1,00	3,00
POLEA MOTOR PRINCIPAL	25,00	1650,00	3,02	234,40	3/8	10,00	2000	1,00	8,53
ENGRANE JUEGO 2 EJE TRANS.	52,00	415,00	3,02	448,06	3/8	10,00	2000	1,00	4,46
POLEA MOTRIZ BANDA	25,00	80,00	0,75	1200,63	1/4	6,00	1000	2,00	1,67
POLEA CONDUcida BANDA	25,00	60,00	0,75	1600,84	1/4	6,00	1000	2,00	1,25
CATALINA 1 ROD. ARASTRE	25,00	60,00	0,75	1600,84	1/4	6,00	1000	2,00	1,25
CATALINA 2 ROD. ARASTRE	25,00	60,00	0,75	1600,84	1/4	6,00	1000	2,00	1,25
ENGRANE 1 ROD. ARASTRE	30,00	60,00	0,75	1334,03	1/4	6,00	1000	2,00	1,50
ENGRANE 2 ROD. ARASTRE	20,00	60,00	0,75	2001,04	1/4	6,00	1000	3,00	1,50

CONCLUSIÓN: se adoptan los prisioneros cuyas medidas correspondan a los diámetros indicados en esta tabla y en la cantidad especificada. Dichos prisioneros corresponden a los del tipo de *cabeza hueca y punta aplanada*.

Donde:

- ϕ_{eje} : Diámetro del eje
- n_{trac} : Velocidad angular del elemento de tracción (polea, engrane o catalina)
- Pot_{sumt} : Potencia suministrada al elemento de tracción
- $Cdem$: Capacidad de sujeción demandada para el prisionero (ver Marks, *Manual del Ing. Mecánico*, pág 990, nota al pie de página)
- ϕ_{prs} : Diámetro del prisionero escogido para la aplicación
- ϕ'_{prs} : Diámetro aproximado en sistema métrico del prisionero escogido para la aplicación
- $Cteo$: Capacidad de sujeción teórica del prisionero (ver Shigley, pág 513, Tabla 8-18)
- $Nprs$: Número de prisioneros definidos para la utilización (criterio de imposición)
- $F.S.$: Factor de seguridad en la sujeción

**Tabla C-14.- CÁLCULOS DE DISEÑO PARA CHAVETAS EN ELEMENTOS
A TRACCIÓN PARA LA CÁMARA PICADORA**

Material eje : 1018 CD Esfuerzo de fluencia : 41 [Kg/mm²]
Material chaveta : 1045 CD Esfuerzo de fluencia : 32 [Kg/mm²]

Potencia del motor principal: 3,02 [hp] ~ 2252,01 [watt]

Potencia del motor de la banda: 0,75 [hp] ~ 559,27 [watt]

Ubicación	Datos chaveta								Resultados chaveta											
	φ eje	φ petrac	n _{eje}	S _y	b	h	l	bI	S _{sy}	A _a	A _c	F _{a, y/o F_c}	F _{t(dato)}	F _{a,}	F.S.a	T	Pott.	m	e	τ
	[mm]	[mm]	[rpm]	[MPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[MPa]	[mm ²]	[mm ²]	[N]	[lbf]	[N]		[N.m]	[hp]	[MPa]		[MPa]
POLEA MOTOR PRINCIPAL	25	76,20	1650	313,92	6,00	6,00	25	0,30	156,96	75,00	150,00	23544,00	-----	1042,67	22,58	13,03	3,02	4,25	1,22	5,18
POLEA EN TRANSMISOR	35	304,80	415	313,92	6,00	6,00	90	0,30	156,96	270,00	540,00	84758,40	361,43	1611,65	52,59	217,41	12,67	25,83	1,15	29,64
ENGRANE JUNTO A LA POLEA	52	95,00	415	313,92	10,00	10,00	45	0,50	156,96	225,00	450,00	70632,00	242,33	1080,57	65,37	23,23	1,35	0,84	1,17	0,98
ENGRANE CORONA EN LA PICADORA	60	140,00	150	313,92	10,00	10,00	100	0,50	156,96	500,00	1000,00	156960,00	460,43	2053,10	76,45	82,12	1,73	1,94	1,14	2,21
POLEA MOTOR BANDA	25	127,00	80	313,92	6,00	6,00	25	0,30	156,96	75,00	150,00	23544,00	-----	5340,64	4,41	66,76	0,75	21,76	1,22	26,54
POLEA CONDUCIDA BANDA	25	177,80	60	313,92	6,00	6,00	25	0,30	156,96	75,00	150,00	23544,00	422,88	1885,66	12,49	144,06	1,21	46,96	1,22	57,27

CONCLUSIÓN: Como se comprueba, todas las chavetas cumplen con el criterio de aceptación para el diseño cuya justificación se basa en la resistencia al aplastamiento, así se adopta el siguiente criterio: **F_{at} >= F_{ax}**. Quedando así establecidas las medidas de la chavetas para cada caso, cuyas dimensiones corresponden a la *serie normal de las chavetas paralelas*.

Donde

- φ eje : Diámetro del eje
- φ petrac : Diámetro de paso del elemento de tracción (engranes, poleas y catalinas)
- n_{eje} : Velocidad angular de giro del eje
- S_y : Resistencia a la fluencia
- b : Ancho [ver Prontuario de Máquinas; Nicolás Larburu; Tabla 18-13; pág 518]
- h : Alto [ver Prontuario de Máquinas; Nicolás Larburu; Tabla 18-13; pág 518]
- l : Largo [ver Prontuario de Máquinas; Nicolás Larburu; Tabla 18-13; pág 518]
- bI : Chafán [ver Prontuario de Máquinas; Nicolás Larburu; Tabla 18-13; pág 518]
- S_{sy} : Esfuerzo de corte aplicable para la Teoría de Esfuerzo Cortante Máximo (TECM)
- A_a : Área de aplastamiento
- A_c : Área de corte
- F_{a,} : Fuerza de aplastamiento teórica aceptable por la chaveta (capacidad de aplastamiento)
- F_{c,} : Fuerza de corte teórica aceptable por la chaveta (capacidad de aplastamiento)
- F_{t(dato)} : Fuerza tangencial aplicada en el elemento de tracción
- F_{a,} : Fuerza de aplastamiento real aplicada en la chaveta (ejercida por la fuerza tangencial en el engrane)
- F.S.a : Factor de seguridad para el aplastamiento
- T : Torque máximo
- Pott : Potencia transmitida
- τ : Esfuerzo torsor nominal

ANEXO 5

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL
DE LA
CÁMARA PICADORA**

Diagrama de radios de interacción en bastidor

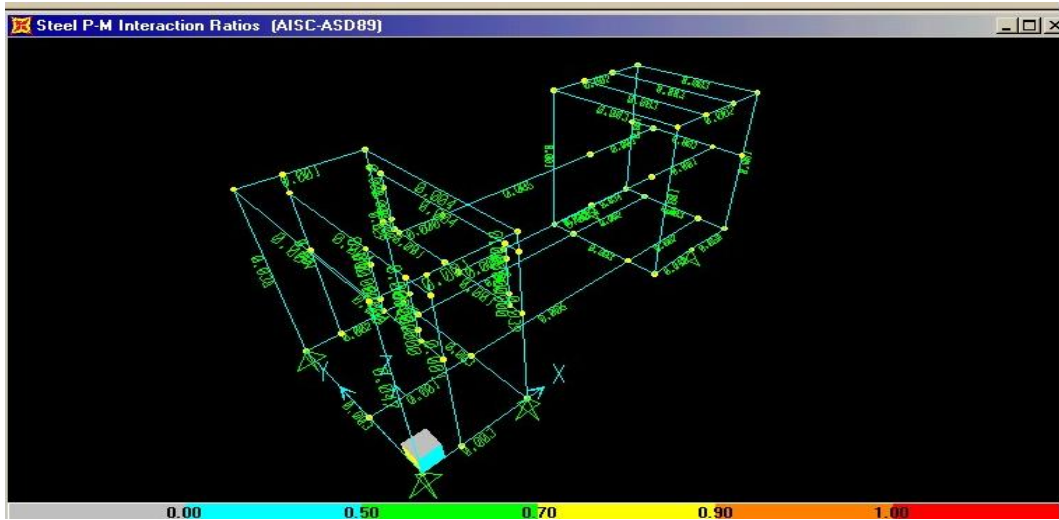


Diagrama de reacciones en los apoyos

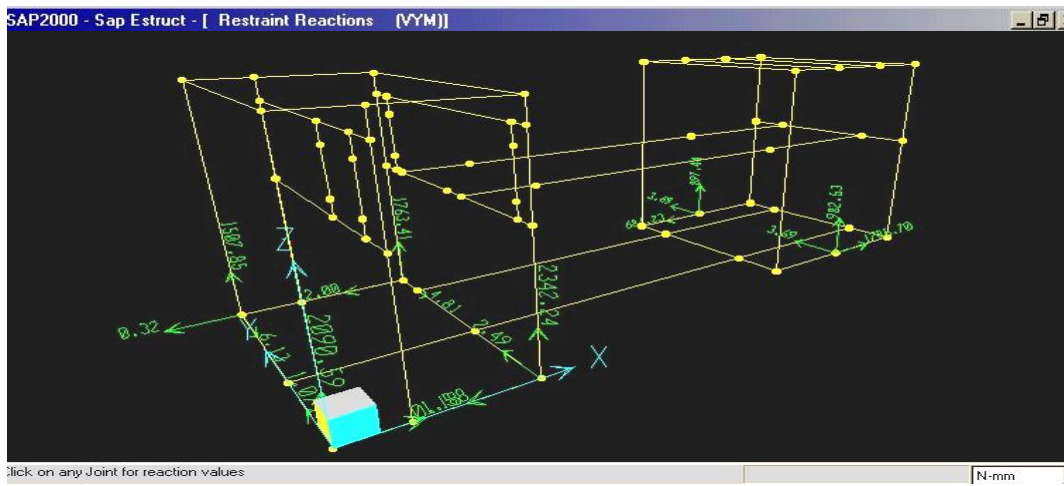


Diagrama de momentos en las vigas del bastidor

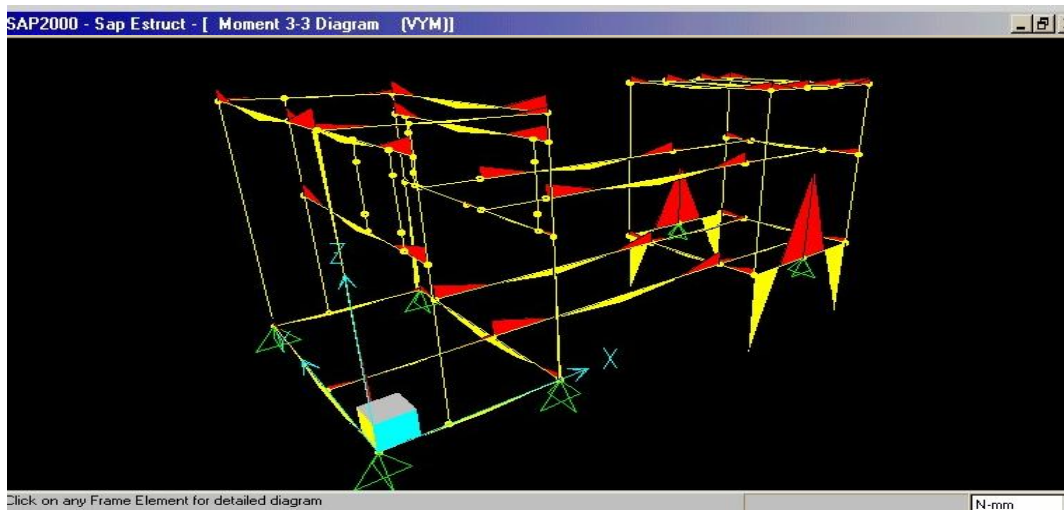


Diagrama de momentos en las columnas del bastidor

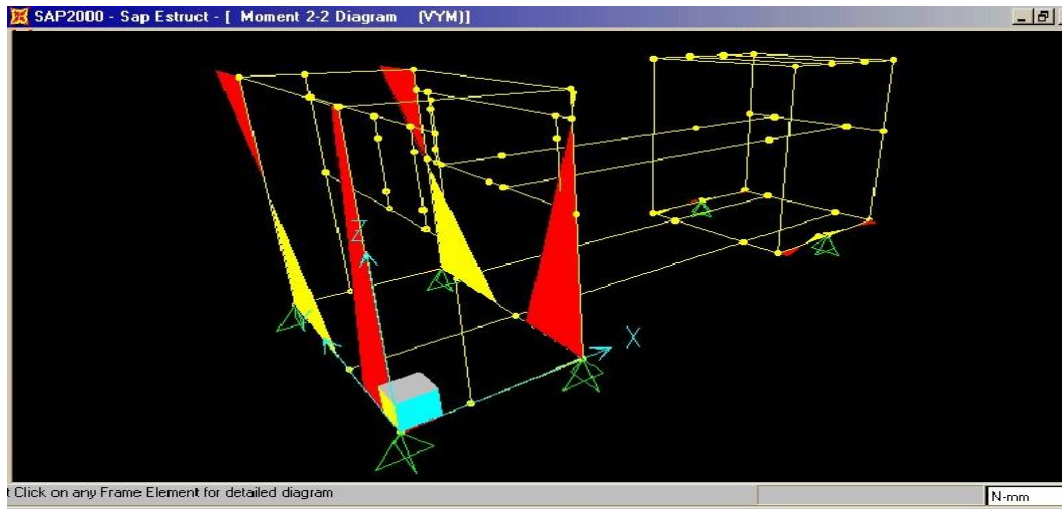


Diagrama de torsión en los tramos de la zona de picado

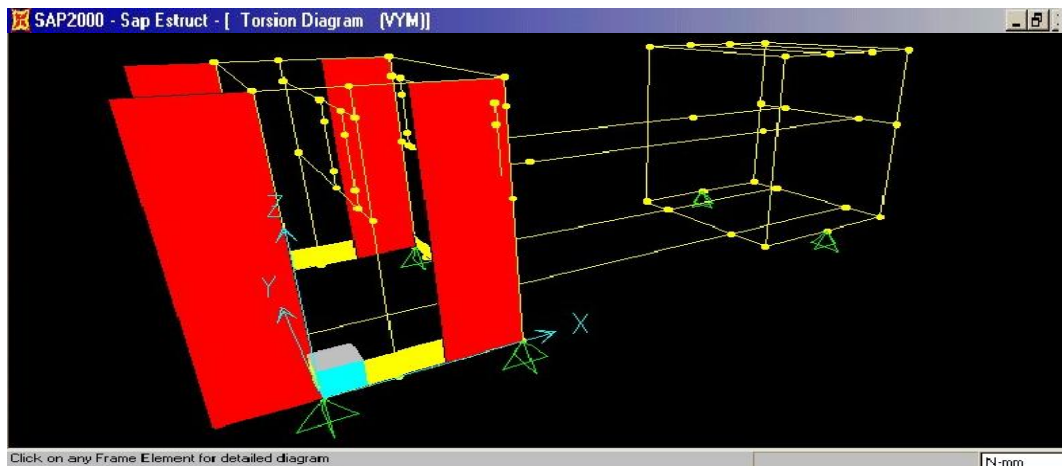


Diagrama de fuerzas axiales en bastidor

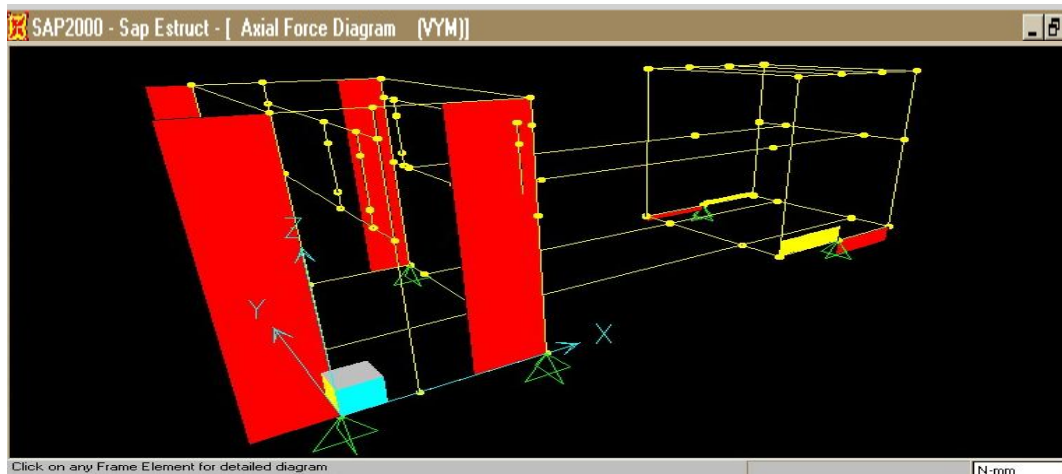


Tabla de resultados

ANEXO 6

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO
DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS
EN FRASCOS**

Tabla E1: Ensayos destructivos en frascos de 10, 20 y 30 mL					
ϕ pistón: 38 [mm]		Posición horizontal		Posición vertical	
A. presión: 1134,12 [mm ²]		Presión medida	Carga calculada	Presión medida	Carga calculada
Vol.	Ensayo				
[mL]	No	[Psi]	[Kg]	[Psi]	[Kg]
10	1	156	124,65	740	591,29
	2	150	119,86	580	463,44
	3	138	110,27	600	479,42
	4	154	123,05	620	495,40
	5	156	124,65	620	495,40
	6	132	105,47	720	575,31
	7	152	121,45	700	559,33
	8	106	84,70	660	527,36
	9	160	127,85	580	463,44
	10	160	127,85	640	511,38
20	1	162	129,44	520	415,50
	2	156	124,65	460	367,56
	3	152	121,45	460	367,56
	4	146	116,66	320	255,69
	5	150	119,86	400	319,61
	6	168	134,24	380	303,63
	7	128	102,28	440	351,58
	8	158	126,25	500	399,52
	9	122	97,48	400	319,61
	10	162	129,44	440	351,58
30	1	280	223,73	900	719,13
	2	300	239,71	1200	958,84
	3	280	223,73	1100	878,94
	4	360	287,65	1100	878,94
	5	240	191,77	800	639,23
	6	280	223,73	700	559,33
	7	260	207,75	1400	1118,65
	8	280	223,73	900	719,13
	9	260	207,75	700	559,33
	10	260	207,75	1400	1118,65
	11	340	271,67	1200	958,84
	12	280	223,73	800	639,23
	13	320	255,69	1100	878,94
	14	220	175,79	900	719,13
	15	280	223,73	1000	799,04
	16	360	287,65	1400	1118,65
	17	220	175,79	1300	1038,75
	18	360	287,65	1400	1118,65
	19	360	287,65	800	639,23
	20	340	271,67	1100	878,94

Tabla E2: Ensayos destructivos en frascos de 60 y 90 mL					
ϕ pistón: 38 [mm]		Posición horizontal		Posición vertical	
A. presión: 1134,12 [mm ²]		Presión medida	Carga calculada	Presión medida	Carga calculada
Vol.	Ensayo				
[mL]	No	[Psi]	[Kg]	[Psi]	[Kg]
60	1	400	319,61	1200	958,84
	2	380	303,63	1000	799,04
	3	420	335,60	1300	1038,75
	4	340	271,67	1300	1038,75
	5	340	271,67	1100	878,94
	6	280	223,73	1100	878,94
	7	360	287,65	1100	878,94
	8	320	255,69	1600	1278,46
	9	340	271,67	1800	1438,27
	10	440	351,58	1000	799,04
	11	320	255,69	1300	1038,75
	12	340	271,67	900	719,13
	13	380	303,63	1100	878,94
	14	280	223,73	1400	1118,65
	15	280	223,73	1500	1198,56
	16	460	367,56	1300	1038,75
	17	300	239,71	1400	1118,65
	18	340	271,67	1200	958,84
	19	300	239,71	900	719,13
	20	360	287,65	1200	958,84
90	1	220	175,79	1100	878,94
	2	220	175,79	1200	958,84
	3	200	159,81	900	719,13
	4	220	175,79	900	719,13
	5	180	143,83	1000	799,04
	6	240	191,77	1300	1038,75
	7	200	159,81	1200	958,84
	8	200	159,81	1000	799,04
	9	180	143,83	900	719,13
	10	300	239,71	1000	799,04
	11	220	175,79	1000	799,04
	12	300	239,71	1200	958,84
	13	220	175,79	1100	878,94
	14	280	223,73	900	719,13
	15	340	271,67	900	719,13
	16	260	207,75	1000	799,04
	17	280	223,73	1200	958,84
	18	220	175,79	900	719,13
	19	200	159,81	1300	1038,75
	20	220	175,79	1300	1038,75

Tabla E3: Ensayos destructivos en frascos de 120 y 250 mL					
ϕ pistón: 38 [mm]		Posición horizontal		Posición vertical	
A. presión: 1134,12 [mm ²]		Presión medida	Carga calculada	Presión medida	Carga calculada
Vol.	Ensayo				
[mL]	No	[Psi]	[Kg]	[Psi]	[Kg]
120	1	340	271,67	1200	958,84
	2	360	287,65	1400	1118,65
	3	340	271,67	800	639,23
	4	380	303,63	800	639,23
	5	300	239,71	900	719,13
	6	280	223,73	700	559,33
	7	260	207,75	1100	878,94
	8	460	367,56	1000	799,04
	9	380	303,63	1200	958,84
	10	380	303,63	700	559,33
	11	320	255,69	800	639,23
	12	420	335,60	1200	958,84
	13	340	271,67	1000	799,04
	14	280	223,73	1300	1038,75
	15	340	271,67	900	719,13
	16	380	303,63	700	559,33
	17	360	287,65	1000	799,04
	18	340	271,67	900	719,13
250	1	340	271,67	1400	1118,65
	2	320	255,69	800	639,23
	3	300	239,71	800	639,23
	4	280	223,73	700	559,33
	5	300	239,71	900	719,13
	6	280	223,73	800	639,23
	7	380	303,63	1100	878,94
	8	360	287,65	1200	958,84
	9	300	239,71	700	559,33
	10	360	287,65	1000	799,04
	11	340	271,67	900	719,13
	12	360	287,65	1300	1038,75

La carga más crítica encontrada en estas tablas son las siguientes:

Posición horizontal: 367,56[Kg]

Posición vertical: 1438,27[Kg]

Para efectos de diseño se considerarán los valores más altos para cada una de las posiciones en cada frasco, multiplicando éstas por un factor de confiabilidad de 1.25 que constituye el coeficiente de aseguramiento general de la cámara, en vista de la variabilidad de las cargas de destrucción registradas en los ensayos. Este factor también lo maneja el Dept. de Diseño y Muestreo de Control de Calidad.

Tabla E4: Análisis estadístico de los ensayos destructivos en frascos

PARÁMETRO	Frascos 10 mL		Frascos 20 mL		Frascos 30 mL		Frascos 60 mL		Frascos 90 mL		Frascos 120 mL		Frascos 260 mL	
	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.	Pos. Horiz.	Pos. Vert.
Media	116,98	516,18	120,18	345,18	234,92	846,98	278,86	986,81	187,77	850,97	277,89	781,28	261,02	772,40
Error típico	4,27	14,50	3,77	14,92	8,29	43,15	9,31	41,10	7,85	26,74	9,42	40,63	7,95	54,17
Mediana	122,25	503,39	123,05	351,58	223,73	878,94	271,67	958,84	175,79	799,04	271,67	759,09	263,68	719,13
Moda	124,65	463,44	129,44	367,56	223,73	878,94	271,67	1038,75	175,79	719,13	271,67	958,84	239,71	639,23
Desviación estándar	13,49	45,85	11,91	47,17	37,06	192,96	41,63	183,82	35,12	119,57	39,96	172,37	27,54	187,65
Varianza de la muestra	182,06	2102,66	141,77	2224,68	1373,70	37232,32	1733,25	33787,99	1233,24	14298,15	1596,57	29711,36	758,41	35212,05
Curtosis	3,18	-1,12	0,26	0,14	-1,07	-1,27	-0,25	0,56	0,15	-1,38	0,38	-0,86	-1,48	-0,75
Coefficiente de asimetría	-1,79	0,51	-1,05	-0,39	0,15	0,08	0,58	0,70	0,95	0,36	0,26	0,40	0,02	0,68
Rango	43,15	127,85	36,76	159,81	111,87	559,33	143,83	719,13	127,85	319,61	159,81	559,33	79,90	559,33
Mínimo	84,70	463,44	97,48	255,69	175,79	559,33	223,73	719,13	143,83	719,13	207,75	559,33	223,73	559,33
Máximo	127,85	591,29	134,24	415,50	287,65	1118,65	367,56	1438,27	271,67	1038,75	367,56	1118,65	303,63	1118,65
Suma	1169,79	5161,78	1201,75	3451,84	4698,34	16939,59	5577,28	19736,22	3755,47	17019,49	5001,97	14063,05	3132,23	9268,83
Cuenta	10,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	18,00	12,00	12,00
Nivel confianza(95,0%)	9,65	32,80	8,52	33,74	17,35	90,31	19,48	86,03	16,44	55,96	19,87	85,72	17,50	119,23

Gráficas de los ensayos destructivos en frascos de 10 y 20mL

GRÁFICO 1: Cargas de rotura para los frascos de 10 mL (posición horizontal)

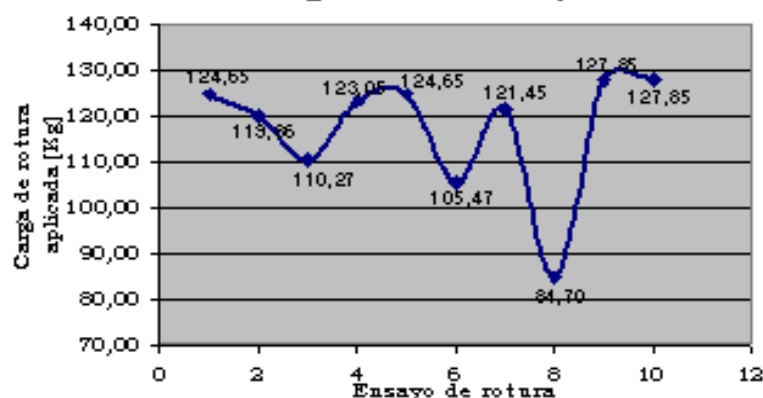


GRÁFICO 2: Cargas de rotura para los frascos de 10 mL (posición vertical)

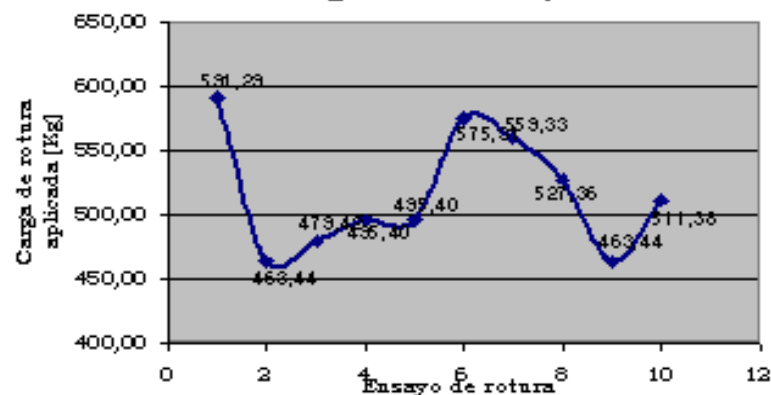


GRÁFICO 3: Cargas de rotura para los frascos de 20 mL (posición horizontal)

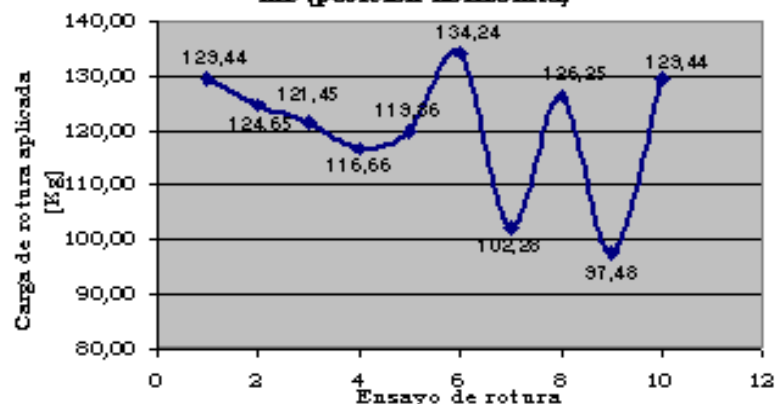
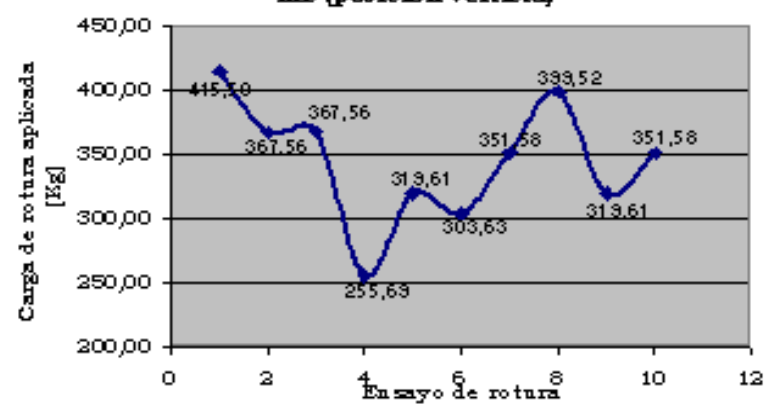


GRÁFICO 4: Cargas de rotura para los frascos de 20 mL (posición vertical)



Gráficas de los ensayos destructivos en frascos de 30 y 60mL

GRÁFICO 5: Cargas de rotura para los frascos de 30 mL (posición horizontal)

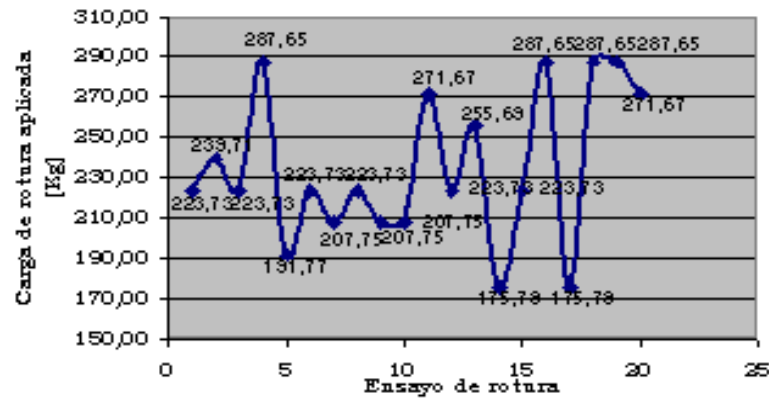


GRAFICO 6: Cargas de rotura para los frascos de 30 mL (posición vertical)

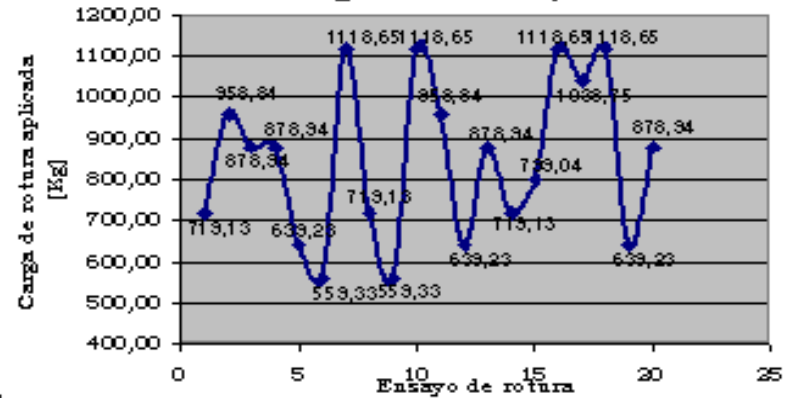


GRÁFICO 7: Cargas de rotura para los frascos de 60 mL (posición horizontal)

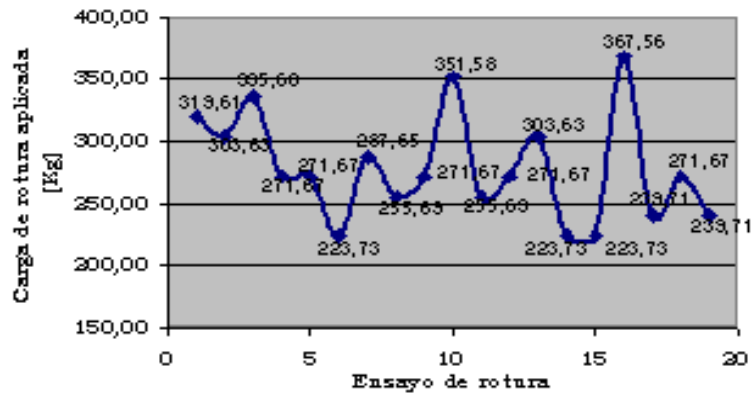
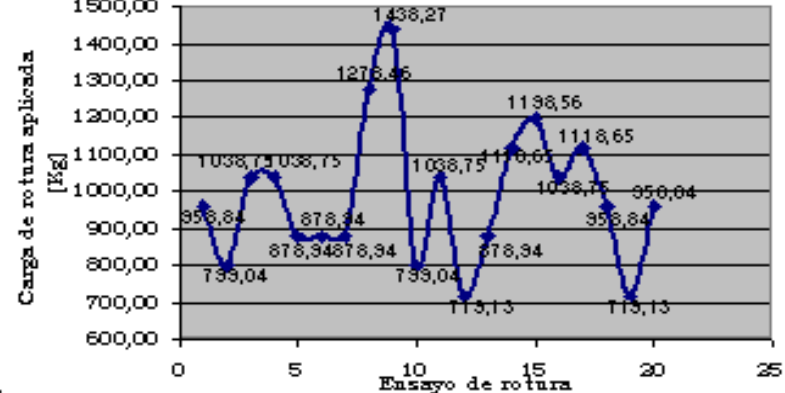


GRAFICO 8: Cargas de rotura para los frascos de 60 mL (posición vertical)



Gráficas de los ensayos destructivos en frascos de 90 y 120mL

GRÁFICO 9: Cargas de rotura para los frascos de 90 mL (posición horizontal)

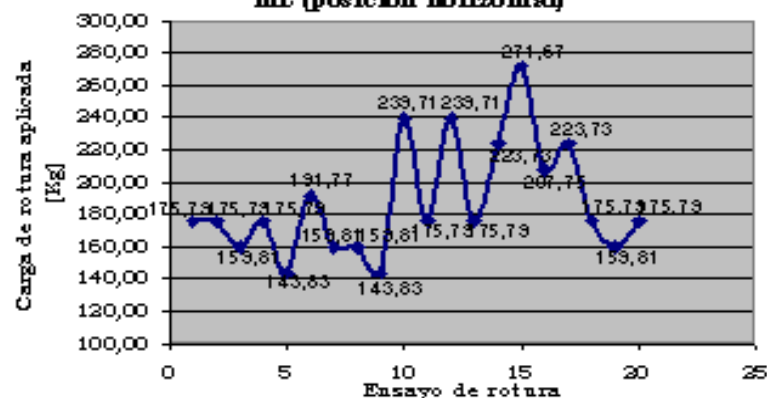


GRÁFICO 10: Cargas de rotura para los frascos de 90 mL (posición vertical)

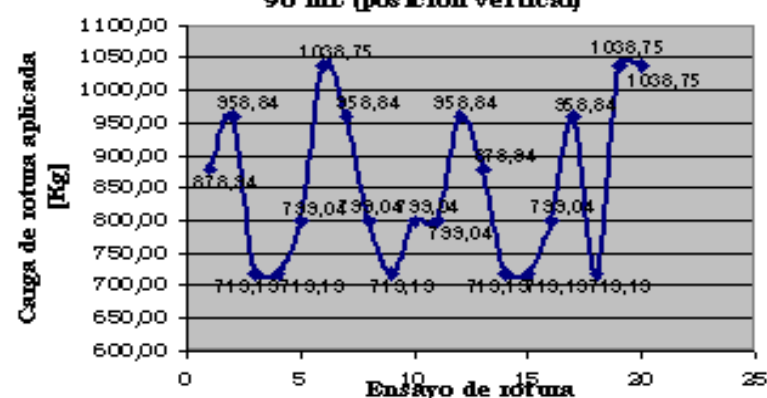


GRÁFICO 11: Cargas de rotura para los frascos de 120 mL (posición horizontal)

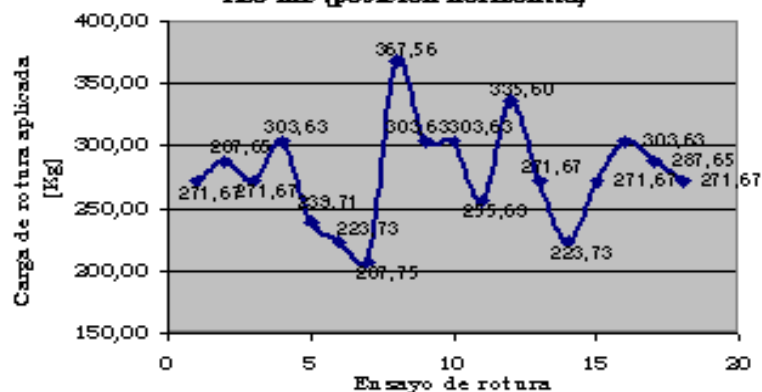
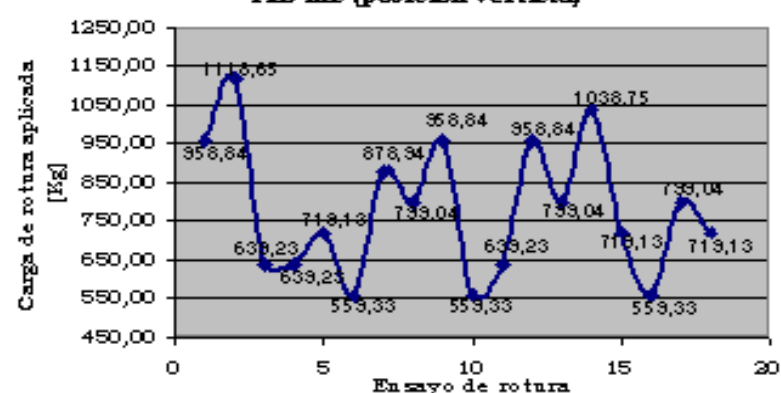


GRÁFICO 12: Cargas de rotura para los frascos de 120 mL (posición vertical)



Gráficas de los ensayos destructivos en frascos de 250mL

GRÁFICO 13: Cargas de rotura para los frascos de 250 mL (posición horizontal)

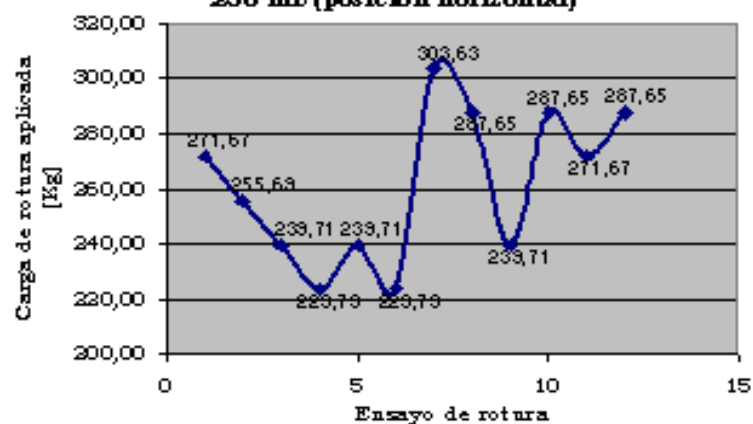
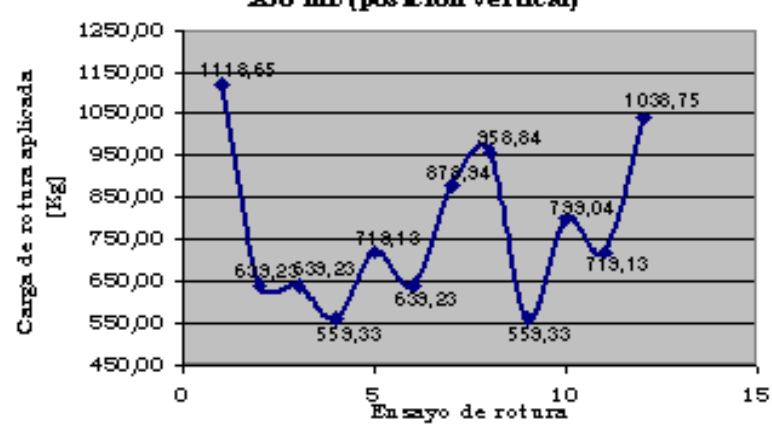


GRÁFICO 14: Cargas de rotura para los frascos de 250 mL (posición vertical)



ANEXO 7

**CÁLCULO DE LA FUERZA DEMANDADA
PARA EFECTOS DE TRITURACIÓN**

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 10 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos			
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad	
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.	
23,75	62,00	127,85	591,29	1,25	159,81	739,11	4500	28,16	6,09	
								Cant. adoptada	28	6

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **16,35** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 10 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos											
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal							
[mm]	[mm]	[mm]	lf	lc	lp	Cantidad	lf	lc	lp	Cantidad				
400,00	400,00	120,00	6,45	16,84	5,05	posición vert.	16,84	16,84	1,94	posición vert.				
Cant. adoptada			6	x	17	x	5 =	510	17	x	17	x	2 =	578

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
28	6

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 20 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos		
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.
29,00	74,20	134,24	415,50	1,25	167,80	519,38	4500	26,82	8,66
							Cant. adoptada	27	8

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **7,71** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 20 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos													
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal									
[mm]	[mm]	[mm]	lf	lc	lp	Cantidad	lf	lc	lp	Cantidad						
400,00	400,00	120,00	5,39	13,79	4,14	posición vert.	13,79	13,79	1,62	posición vert.						
Cant. adoptada			5	x	14	x	4	=	280	14	x	14	x	1	=	196

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>27</u>	<u>8</u>

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 30 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos			
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad	
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.	
34,50	68,70	287,65	1118,65	1,25	359,56	1398,31	4500	12,52	3,22	
								Cant. adoptada	12	3

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **14,66** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 30 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos													
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal									
[mm]	[mm]	[mm]	Hf	Hc	Hp	Cantidad	Hf	Hc	Hp	Cantidad						
400,00	400,00	120,00	5,82	11,59	3,48	posición vert.	11,59	11,59	1,75	posición vert.						
Cant. adoptada			6	x	11	x	3	=	198	11	x	11	x	1	=	121

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>12</u>	<u>3</u>

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 60 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos		
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.
42,85	83,20	367,56	1438,27	1,25	459,45	1797,84	4500	9,79	2,50
							Cant. adoptada	10	2

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **12,22** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 60 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos											
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal							
[mm]	[mm]	[mm]	lh	lc	lp	Cantidad	lh	lc	lp	Cantidad				
400,00	400,00	120,00	4,81	9,33	2,80	posición vert.	9,33	9,33	1,44	posición vert.				
Cant. adoptada			5	x	9	x	3 =	135	9	x	9	x	1 =	81

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>10</u>	<u>2</u>

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 90 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos			
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad	
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.	
47,00	96,60	271,67	1038,75	1,25	339,59	1298,44	4500	13,25	3,47	
								Cant. adoptada	13	3

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **7,33** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 90 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos													
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal									
[mm]	[mm]	[mm]	lf	lc	lp	Cantidad	lf	lc	lp	Cantidad						
400,00	400,00	120,00	4,14	8,51	2,55	posición vert.	8,51	8,51	1,24	posición vert.						
			4	x	8	x	2	=	64	8	x	8	x	1	=	64

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>13</u>	<u>3</u>

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 120 mL*

Propiedades físicas del frasco							Capacidad numérica de frascos			
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad	
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.	
52,27	105,25	367,56	1118,65	1,25	459,45	1398,31	4500	9,79	3,22	
								Cant. adoptada	9	3

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^2$): **6,39** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 120 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos													
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal									
[mm]	[mm]	[mm]	Hf	Hc	Hp	Cantidad	Hf	Hc	Hp	Cantidad						
400,00	400,00	120,00	3,80	7,65	2,30	posición vert.	7,65	7,65	1,14	posición vert.						
Cant. adoptada			4	x	7	x	2	=	56	7	x	7	x	1	=	49

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>9</u>	<u>3</u>

Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

DEMANDA REQUERIDA EN LA PRENSADORA

*Capacidad de prensado en conformidad con la fuerza de avance del cilindro de fuelle (4500 Kgf)
Frascos de 250 mL*

Propiedades físicas del frasco						Capacidad numérica de frascos			
ϕ	H	Fh _{máx}	Fv _{máx}	F.c.	Fh' _{máx}	Fv' _{máx}	Fp	Cantidad	Cantidad
[mm]	[mm]	[Kgf]	[Kgf]		[Kgf]	[Kgf]	[Kgf]	posición horiz.	posición vert.
63,40	136,60	303,63	1118,65	1,25	379,54	1398,31	4500	11,86	3,22
							Cant. adoptada	12	3

Presión máxima ejercida sobre la placa de prensado ($4 \cdot Fv_{máx} / \phi^3$): **4,34** [Mpa]

*Capacidad de prensado en conformidad al espacio interior de la cámara de trituración.
Frascos de 250 mL*

Dimensiones cámara			Capacidad numérica de frascos													
Largo	Ancho	Altura	Posición vertical				Posición horizontal									
[mm]	[mm]	[mm]	Hf	Hc	Hp	Cantidad	Hf	Hc	Hp	Cantidad						
400,00	400,00	120,00	2,93	6,31	1,89	posición vert.	6,31	6,31	0,88	posición vert.						
Cant. adoptada			3	x	6	x	2	=	36	6	x	6	x	1	=	36

*Número de frascos aceptado como criterio de diseño:
(Máximo sometimiento de operación a la máquina)*

Número máximo permisible en posición horizontal	Número máximo permisible en posición vertical
<u>12</u>	<u>3</u>


Nota: todas las aproximaciones al número superior se consideran si se ha excedido las 3/4 (0,75) partes del número menor

NOTACIÓN APLICADA

ϕ :	Diámetro del frasco a triturar (valor proporcionado por el Dept. de Control de Calidad)
H :	Altura del frasco a triturar (valor proporcionado por el Dept. de Control de Calidad)
$Fh_{m\acute{a}x}$:	Fuerza de trituración máxima requerida para destruir el frasco en posición horizontal (ver argumentos en Ensayos Destructivos, Anexo D)
$Fv_{m\acute{a}x}$:	Fuerza de trituración máxima requerida para destruir el frasco en posición vertical (ver argumentos en Ensayos Destructivos, Anexo D)
F.c. :	Factor de confiabilidad aplicado a las fuerzas de trituración requeridas (basado en la desviación estándar obtenida de los Ensayos Destructivos)
$Fh'_{m\acute{a}x}$:	Fuerza de trituración máxima requerida para destruir el frasco en posición horizontal que incluye F.S.
$Fv'_{m\acute{a}x}$:	Fuerza de trituración máxima requerida para destruir el frasco en posición vertical que incluye F.S.
Fp :	Fuerza de avance del cilindro de fuelle para la trituración
Nf :	Número de filas de frascos al interior de la cámara de trituración
Nc :	Número de columnas de frascos al interior de la cámara de trituración
Np :	Número de pisos de frascos apilados al interior de la cámara de trituración

ANEXO 8

**PRUEBAS DE OPERACIÓN PILOTO,
CÁLCULOS DE PRODUCTIVIDAD Y
EFICIENCIAS EN PROCESOS**

	PROTOCOLO DE DESTRUCCIÓN EQUIPO: MÁQUINA DESTRUCTORA DE DESECHOS HERCOVEL 3903	Documentación No. PROT-DESTRUCTO1 Pág: 1 de 1 Fecha de ejecución: 03-10-04
---	---	---

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tipo:	Máquina para destrucción de desechos	Capacidad:	40 Kg / h
Marcas:	HERCOVEL	Resolución:	N/A
Modelo:	3903	Cod. MAIN TRACKER:	—
No. Serie:	000001	Activo Fijo:	Ce. costo: 13000.00
Ubicación:	Área de Procesamiento de Desechos		

2. INSTALACIONES

	Bien	Mal	Observaciones
Empaques	X		
Seguridades	X		Uso de ojeras, guantes de seguridad, inhibidor de des carga, botía de emergencia
Instal. Eléctrica	X		2,5 Kw / 220 V / 16 A / Spolis

3. OBJETIVOS

- Destrucción de instructivos doblados de APRONAX 550 mg. solicitados por el Área de Envase y Empaque
- Alto índice de desintegración por las características del desecho

4. CONDICIONES DE LOS DESECHOS

Producto/Tipo:	Instructivo	Materia:	Papel de alto gramaje
Lote:	273	Numero de bultos:	2 cajas llenas
Código:	H091510	Peso por bulto:	12 Kg (aproximadamente)

Entregado por: f. Juan Carlos Ayala Fecha: 03/10/2003

Recibido por: f. Hernán Coronel Fecha: 03/10/2003

5. DATOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Bultos	Peso bulto	Peso total	Peso unidad	No. Unid. Procesadas	Vel. rot.	Vel. alm.	Tiempo op.	Rendimiento
	[cant]	[kg]	[kg]	[gr]	[cant]	[rpm]	[m /sg]	[min]	[unidad/m]
1	2	12,00	24,00	3,17	7571	420,00	0,16	55,00	137,65

6. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Dim. por unidad		Ciclo	Dteo.mat pte. / corte		Permisibilidad	Dreal.mat pte. / corte		Calidad corte
	Largo	Ancho		Largo pte.	Ancho pte.		Largo pte.	Ancho pte.	
	[mm]	[mm]	[No. corte /sg]	[mm]	[mm]	[%]	máx. [mm]	máx. [mm]	[No. corte /unidad]
1	160	50	28	160	6,5	25	160	8,13	20

Donde: Dteo. mat pte. / corte: dimensión teórica máxima de material picado por corte
 Tol. ancho pte.: tolerancia en el ancho de picado; estimada a partir de la fricción del desordenamiento y la alineación de material de parte de operador y de la activación en la zona de adición.
 Dreal. mat pte. / corte: dimensión real esperada de material picado por corte

7. OBSERVACIONES
- Se comprueba visualmente que el 90 % de los desperdicios se encuentran dentro de las dimensiones permisibles establecidas por la tolerancia.
 - El 10 % restante responde a dimensiones indistintas causadas por factores externos en referencia a las condiciones de operación de la maquinaria
 - Este último porcentaje fue separado manualmente y reprocesado en el equipo para mayor índice de desintegración.

8. ACEPTACIÓN DEL PROCESO

APROBADO X APROB. EXCEP. RECHAZADO

Realizado por: Hernán Coronel	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: 03-10-04	Fecha:	Fecha:

	PROTOCOLO DE DESTRUCCIÓN	Documentación No. <u>PROT-01 DESTRUCT 02</u>
	EQUIPO: MÁQUINA DESTRUCTORA DE DESECHOS HERCOVEL 3903	Pág: <u>1</u> de <u>1</u>
		Fecha de destrucción: <u>12-12-03</u>

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tipo:	Máquina para destrucción de desperdicios	Capacidad:	40 Kg / h
Marca:	HERCOVEL	Resolución:	N/A
Modelo:	3903	Cod. MAIN TRACKER:	—
No. Serie:	000001	Activo Fijo:	Cel. costo: 13000 100
Ubicación:	Área de Procesamiento de Desperdicios		

2. INSTALACIONES

	Bien	Mal	Observaciones
Empaques	x		
Seguridad	x		Uso de orejeras, guantes de seguridad, microswitch de descarga, botón de emergencia
Instal. Eléctrica	x		2,5 KW / 220 V / 16 A / 3 polos

3. OBJETIVOS

- Destrucción de documentos confidenciales solicitado por el Departamento de Archivo y Documentación.
- Incluir en el proceso, la destrucción de estuches y ristas adjuntas a la documentación.
- Alto índice de desintegración por las características de los desperdicios.

4. CONDICIONES DE LOS DESECHOS

Producto/Tipo: Documentación confidencial Material: Papel, cartón, estuches, folio de aluminio, folio de
 Lote: N/A Número de bultos: 5 cajas llenas
 Código: N/A Peso por bulto: 20 Kg (aproximadamente)

Entregado por: f. Maria Elena Saez Fecha: 12/12/2003

Recibido por: f. Hernán Coronel Fecha: 12/12/2003

5. DATOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Bultos [cant.]	Peso bulto [Kg]	Peso total [Kg]	Peso/unidad [gr]	No. Unid. Procesadas [cant.]	Vel. rot. [rpm]	Vel. alm. [m/s]	Tiempo op. [min]	Rendimiento [unidades/min]
1	5	20,00	100,00	5,00	20000	420,00	0,16	175,00	11429

6. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Dim. por unidad		Ciclo	Dim. mat. plc. / corte		Permisibilidad	Real. mat. plc. / corte		Calidad corte
	Largo [mm]	Ancho [mm]	Vel. Corte [No. cortes/sig]	Largo plc. [mm]	Ancho plc. [mm]	Tot. ancho plc. [%]	Largo plc. máx. [mm]	Ancho plc. máx. [mm]	
1	297	210	28	297	6,5	25	297	8,13	31


Donde: Dim. mat. plc. / corte: dimensión teórica máxima del material por corte
 Tol. ancho plc.: tolerancia en el ancho de plado; estimada en función de la desordenamiento en la alimentación del material de parte de l operador y de la acción de la zona de admisión.
 Real. mat. plc. / corte: dimensión real esperada del material por corte

7. OBSERVACIONES Se comprueba visualmente que un 15% de los desperdicios se encuentran fuera del rango de permisibilidad; sin embargo, el departamento de Documentación juzga apropiado el ciclo de corte para el fin perseguido.

8. ACEPTACIÓN DEL PROCESO

APROBADO X APROBE XCEP. RECHAZADO

Realizado por: <u>Hernán Coronel</u>	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: <u>12-12-03</u>	Fecha:	Fecha:

	PROTOCOLO DE DESTRUCCIÓN EQUIPO: MÁQUINA DESTRUCTORA DE DESECHOS HERCOVEL 3903	Documentación No. PROT-DESTRUCT-03 Pág: 1 de 1 Fecha de destrucción: 23-02-04
---	---	--

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tipo:	Máquina para destrucción de desechos	Capacidad:	40 Kg/h
Marcas:	HERCOVEL	Resolución:	N/A
Modelo:	3903	Cod. MAIN TRACKER:	—
No. Serie:	000001	Activo Fijo:	Ce/costo: 13000.00
Ubicación:	Área de Procesamiento de Desechos		

2. INSTALACIONES

	Bien	Mal	Observaciones
Empaques	x		
Seguridades	x		Uso de cojeras, guantes de seguridad, m.bos (bolsa) de descarga, botín de emergencia
Instal. Eléctrica	x		2,5 Kw / 220 V / 16 A / Spolos

3. OBJETIVOS

- Destrucción de ristas LIPO-MERZ cap x 10 semielaborado en estado rechazado solicitado por Bodega Central
- Destrucción de encapsulados LIPO-MERZ en estado rechazado solicitado por Bodega Central
- Alto índice de desintegración por las características del desecho

4. CONDICIONES DE LOS DESECHOS

Producto/Tipo:	Ristas LIPO-MERZ cap x 10	Materia:	Folio de aluminio y PVC
Lote:	110012	Número de bultos:	9 cajas
Código:	112016	Peso por bulto:	8,71 Kg (aprox)

Entregado por: f. _____ Fecha: 09/02/2004
 Hugo Ayala

Recibido por: f. _____ Fecha: 09/02/2004
 Hernán Coronel

5. DATOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Bultos [cant]	Peso bulto [kg]	Peso total [kg]	Peso unidad [gr]	No. Unid. Procesadas [cant]	vel. rot [rpm]	vel. alm. [m/s]	Tiempo op. [min]	Rendimiento [unidades]
1	9	8,71	78,35	8,59	9119	420,00	0,16	115,00	79,30 <i>en la primera pasada</i>

6. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Dim. por unidad		Corte		Dteo. mat. pic. / corte		Permisibilidad		Real. mat. pic. / corte		Calidad corte
	Largo [mm]	Ancho [mm]	vel. corte [No. corte / sg]	Largo pic. [mm]	Ancho pic. [mm]	Tol. ancho pic. [%]	Largo pic. máx. [mm]	Ancho pic. máx. [mm]	No. corte / unidad		
1	72	62	28	72	6,5	25	72	8,13	9		

Donde: Dteo. mat. pic. / corte: dimensión teórica máxima de material picado por corte
 Tol. ancho pic.: tolerancia en el ancho de picado; estimada en función del desdoblamiento y la alineación de material de parte del operador y de la acumulación en la zona de admisión.
 Real. mat. pic. / corte: dimensión real esperada del material picado por corte


7. OBSERVACIONES

Se comprueba visualmente que el 80% de los desperdicios se encuentran dentro de las dimensiones permisibles establecidas por la tolerancia.
 El 20% restante responde a dimensiones indistintas causadas por factores externos en referencia a las condiciones de operación de la maquinaria.
 Para mayor seguridad se decidió reprocesar el producto, aumentando la eficiencia de desintegración, con la cual estuvo de acuerdo el departamento de Bodega Central.

8. ACEPTACIÓN DEL PROCESO

APROBADO X APROB. EXCEP. RECHAZADO

Realizado por: Hernán Coronel	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: 23-02-04	Fecha:	Fecha:

	PROTOCOLO DE DESTRUCCIÓN	Documento No. PROT-0 ESTRUCTURA
	EQUIPO: MÁQUINA DESTRUCTORA DE DESECHOS HERCOVEL 3903	Pág: 1 de 1 Fecha de destrucción: 10-03-04

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tipo:	Máquina para destrucción de desperdicios	Capacidad:	40 Kg / l
Marca:	HERCOVEL	Resolución:	N/A
Modelo:	3903	Cod. MAIN TRACKER:	—
No. Serie:	00001	Activo Fijo:	Ce # costo: 13000 100
Ubicación:	Área de Procesamiento de Desperdicios		

2. INSTALACIONES

	Bien	Mal	Observaciones
Empaques	x		
Seguridad	x		Uso de orejeras, guantes de seguridad, microswitch de descarga, botón de emergencia
Instal. Eléctrica	x		2,5 kw / 220 V / 16 A / 3 polos

3. OBJETIVOS

- Destrucción de documentos confidenciales solicitado por el Departamento de Despacho
- Alto índice de desintegración por las características de los desperdicios.

4. CONDICIONES DE LOS DESECHOS

Producto/Tipo:	Documentación confidencial	Materia:	Papel, cartulinas
Lote:	N/A	Numero de bultos:	4 cajas llenas
Código:	N/A	Peso por bulto:	18 Kg (aproximadamente)

Entregado por: f. _____ Fecha: 10/03/2004
Liz Mejia

Recibido por: f. _____ Fecha: 10/03/2004
Heriberto Corrales

5. DATOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Bultos [cant.]	Peso bulto [Kg]	Peso total [Kg]	Peso unidad [gr]	No. Unid. Procesadas [cant.]	Vel. rot. [rpm]	Vel. alim. [m / s]	Tiempo op. [min]	Rendimiento [unidades/min]
1	4	20,00	80,00	5,00	16000	420,00	0,16	130,00	123,08

6. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Dim. por unidad		Ciclo	Dteo. mat. plc. / corte		Permisibilidad	Dreal. mat. plc. / corte		
	Largo [mm]	Ancho [mm]	Vel. Corte [No. corte/s/g]	Largo plc. [mm]	Ancho plc. [mm]	Tol. ancho plc. [%]	Largo plc. más. [mm]	Ancho plc. más. [mm]	Cantidad corte No. corte/unidad
1	297	210	28	297	6,5	25	297	8,13	37


Donde: Dteo. mat. plc. / corte: dimensión teórica máxima del material multiplicado por corte
 Tol. ancho plc.: tolerancia en el ancho de plado; estimada en función del desordenamiento en la alimentación del material de parte del operador y de la alimentación a la zona de admisión.
 Dreal. mat. plc. / corte: dimensión real esperada del material multiplicado por corte

7. OBSERVACIONES Se comprueba visualmente que un 10% de los desperdicios se encuentran fuera del rango de permisibilidad; sin embargo, el departamento de Despacho juzga apropiado el ciclo de corte para el fin perseguido.

8. ACEPTACIÓN DEL PROCESO

APROBADO APROB. EXCEP. RECHAZADO

Realizado por: Hernán Coronel	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: 10-03-04	Fecha:	Fecha:

 tecnandina s.a. Quito-Ecuador	PROTOCOLO DE DESTRUCCIÓN EQUIPO: MÁQUINA DESTRUCTORA DE DESECHOS HERCOVEL 3903	Documentación No.: PROT-0 ESTRUCTOS
		Fecha de destrucción: 27-04-04

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tipo:	Máquina para destrucción de desperdicios	Capacidad:	40 kg / h
Marca:	HERCOVEL	Resolución:	N/A
Modelo:	3903	Cod. MAIN TRACKER:	—
No. Serie:	000001	Activo Fto:	Ce. costo: 13000.00
Ubicación:	Área de Procesamiento de Desperdicios		

2. INSTALACIONES

	Bien	Mal	Observaciones
Empaques	x		
Seguridades	x		Uso de orejeras, guantes de seguridad, microswitch de descarga, botón de emergencia
Instal. Eléctrica	x		2,5 kw / 220 V / 16 A / Spolis

3. OBJETIVOS

- Destrucción de estuches de LIBRACILINA x 20 compr. solicitados por el Área de Envase-Empaque
- Índice de desintegración moderado por las características del desecho

4. CONDICIONES DE LOS DESECHOS

Producto/Tipo:	Estuche	Material:	Cartulina
Lote:	024	Numero de bultos:	8 fundas llenas
Código:	E45184	Peso por bulto:	5,4 Kg (aproximadamente)

Entregado por: f. Juan Carlos Ayala Fecha: 06.04.2004

Recibido por: f. Hernán Coronel Fecha: 06.04.2004

5. DATOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Bultos [cant.]	Peso bulto [kg]	Peso total [kg]	Permisibilidad [gr]	No. Unid. Procesadas [cant.]	vel. rot. [rpm]	vel. alm. [m/s/g]	Tiempo op. [min]	Rendimiento [unidades/h]
1	8	5,40	43,20	3,58	12067	150,00	0,16	135,00	89,39

6. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

ITEM	Dim. por unidad		Ciclo	Dteo.mat.plo./corte		Permisibilidad	Dreal.mat.plo./corte		Calidad corte
	Largo [mm]	Ancho [mm]	Vel. Corte [No. corte/s/g]	Largo plo. [mm]	Ancho plo. [mm]	Tol. ancho plo. [%]	Largo plo. más. [mm]	Ancho plo. más. [mm]	No. corte/unid
1	140	82	10	140	15	25	160	18,75	I

Donde: Dteo. mat. plo. / corte: línea estática teórica máxima del material picado por corte
Tol. ancho plo. tolerancia en el ancho de picado; estimada en función de la desordenamiento en la alimentación del material de parte del operador y de la acción de la zona de admisión.
Dreal. mat. plo. / corte: línea estática real esperada del material picado por corte

7. OBSERVACIONES Se comprueba visualmente que un 15% de los desperdicios se encuentran fuera del rango de permisibilidad; sin embargo, el departamento de Envase-Empaque juzga apropiado el ciclo de corte para el fin perseguido y para el tipo de desecho procesado.

8. ACEPTACIÓN DEL PROCESO

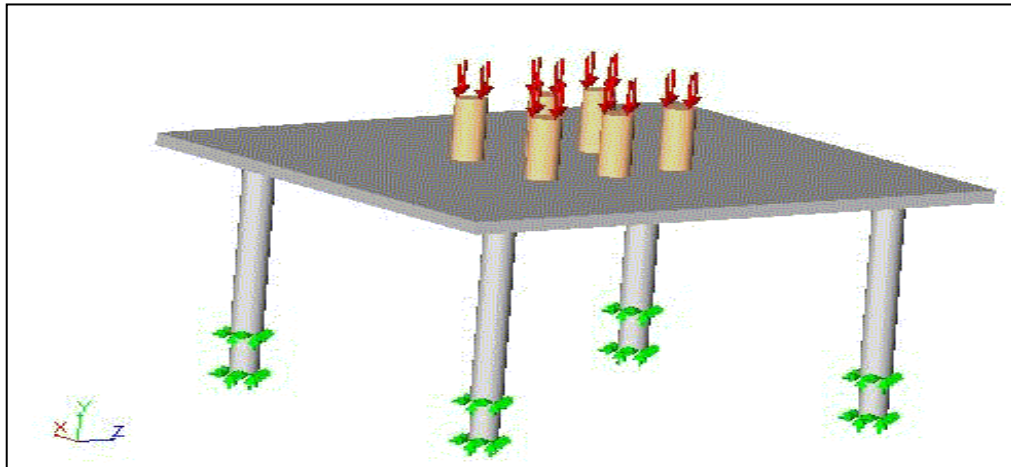
APROBADO APROB. EXCEP. RECHAZADO

Realizado por: Hernán Coronel	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: 27-04-04	Fecha:	Fecha:

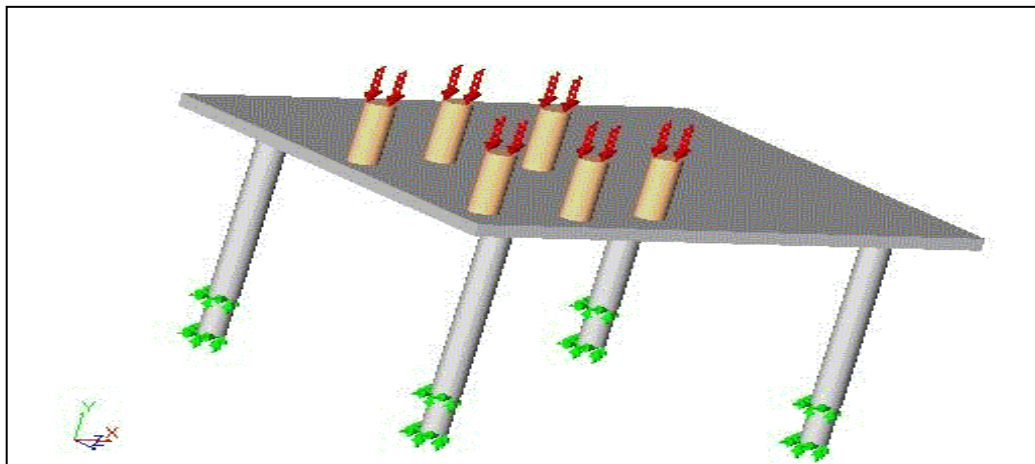
ANEXO 9

**ANÁLISIS DE LA
PLACA DE PRENSADO
(Cosmos Design Star)**

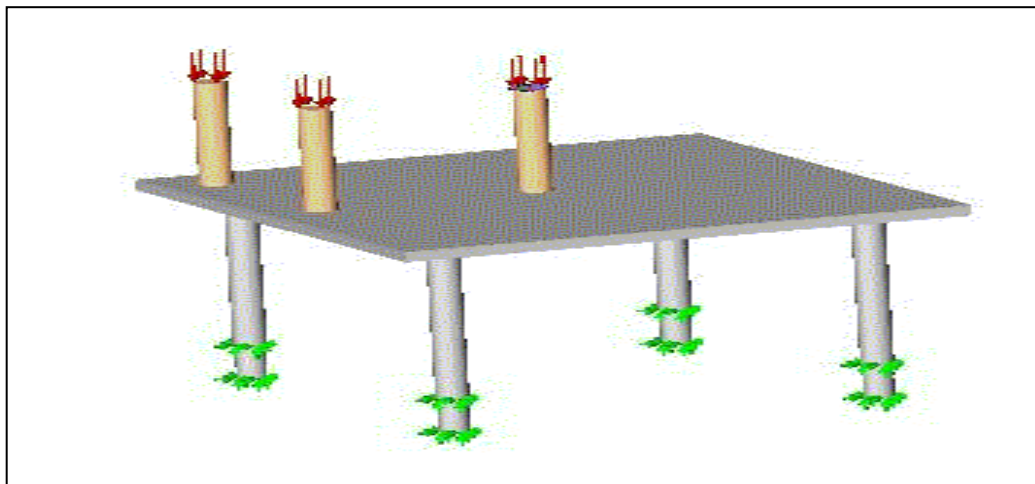
H1) PLACA SUPERIOR DE PRENSADO (Ordenamiento de frascos 1)



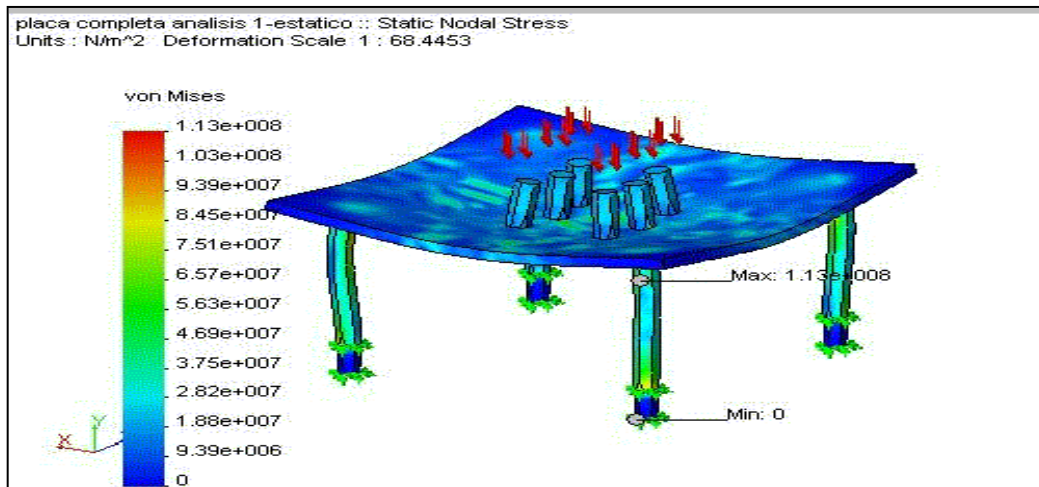
H2) PLACA SUPERIOR DE PRENSADO (Ordenamiento de frascos 2)



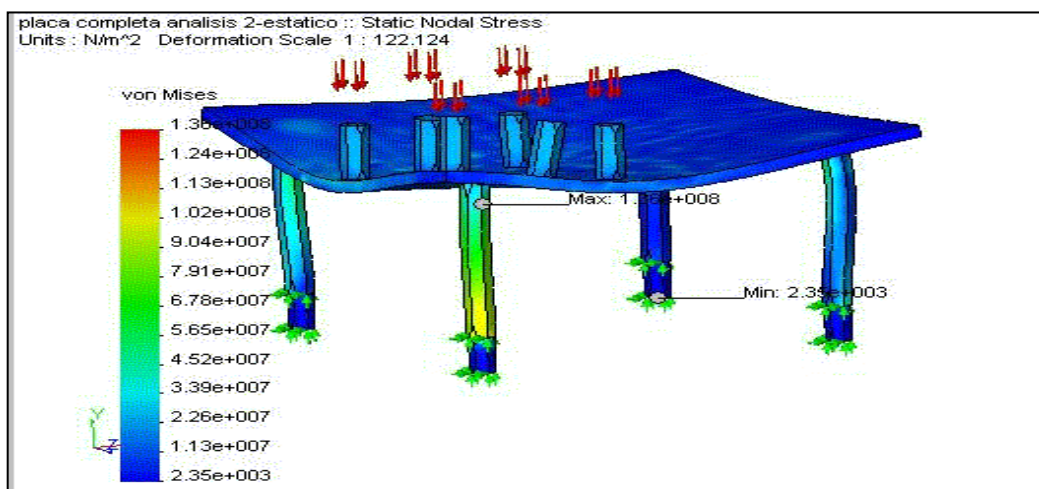
H3) PLACA SUPERIOR DE PRENSADO (Ordenamiento de frascos 3)



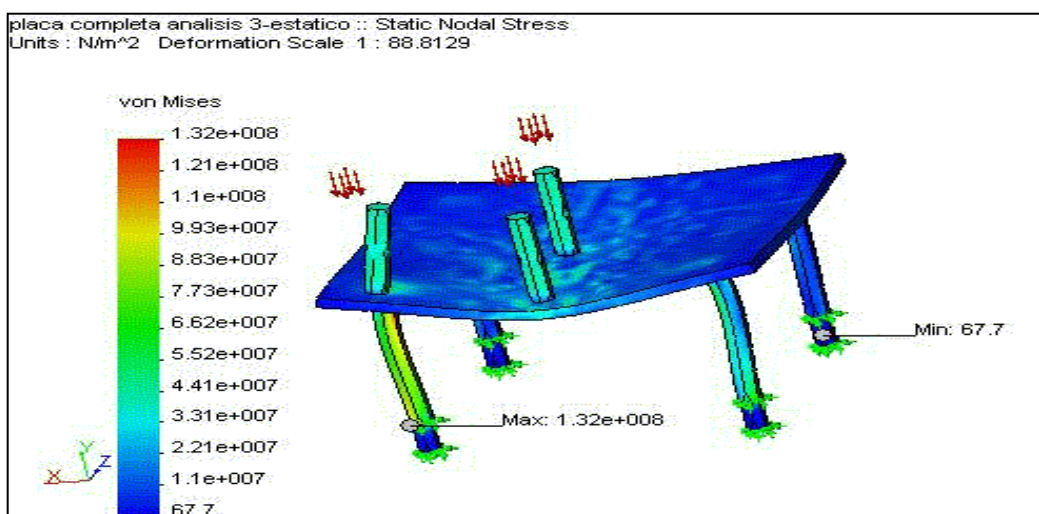
H4) ANÁLISIS ESFUERZOS DE VON MISES (Ordenamiento de frascos 1)



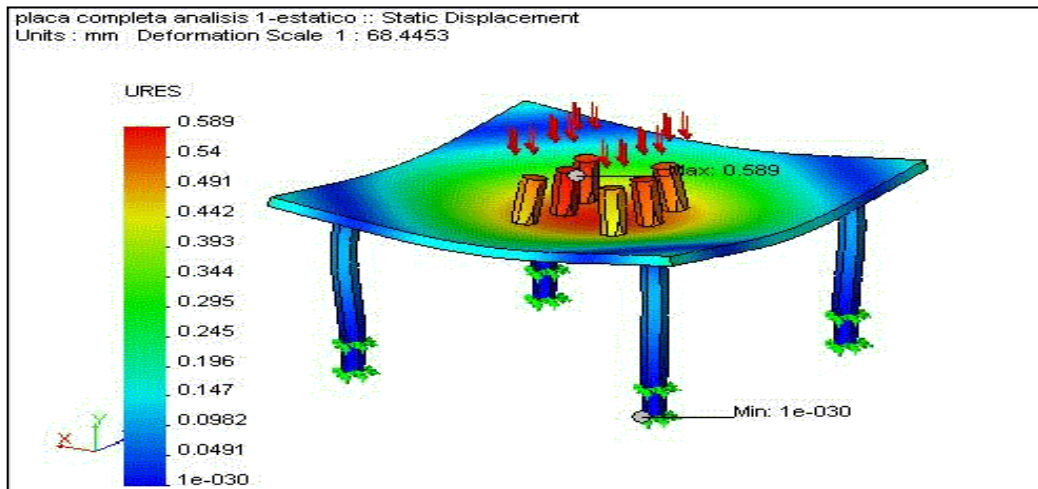
H5) ANÁLISIS ESFUERZOS DE VON MISES (Ordenamiento de frascos 2)



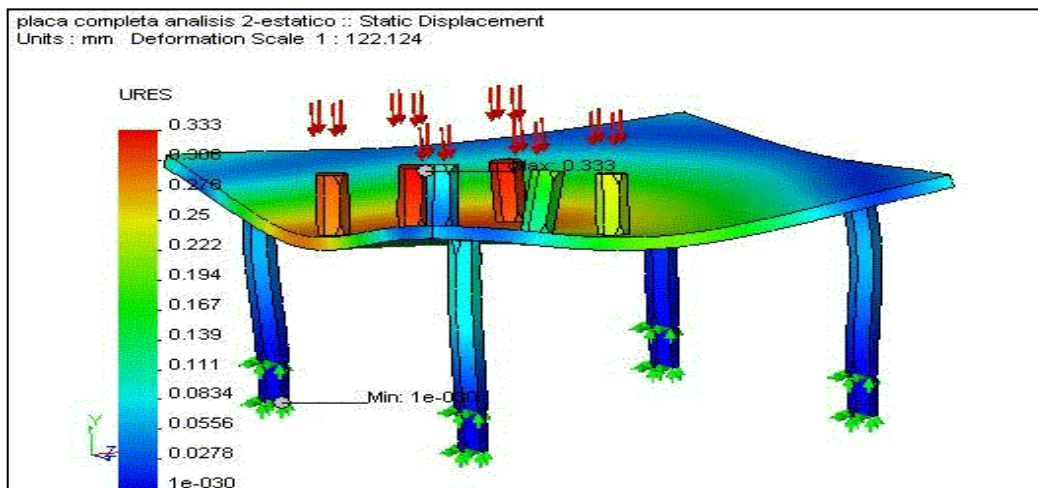
H6) ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE VON MISES (Ordenamiento de frascos 3)



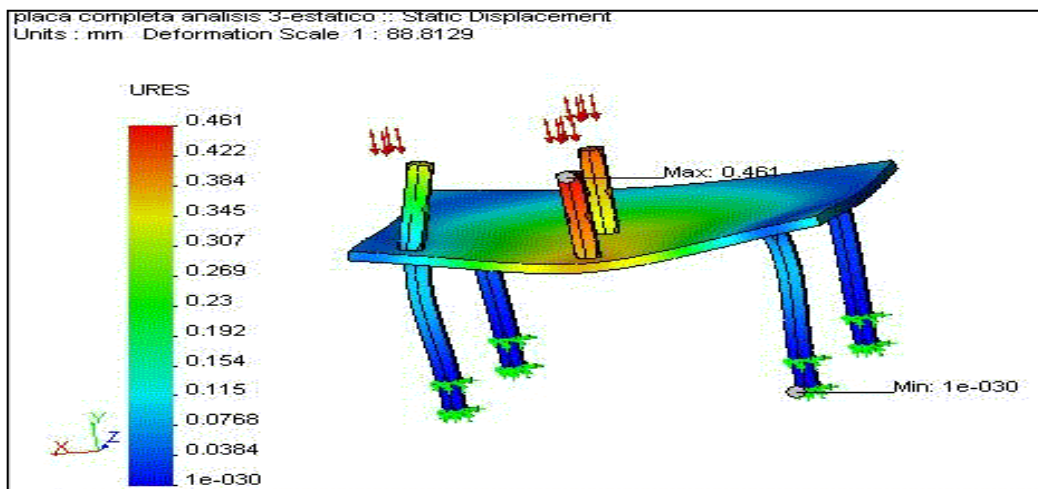
H7) ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS URES (Ordenamiento de frascos 1)



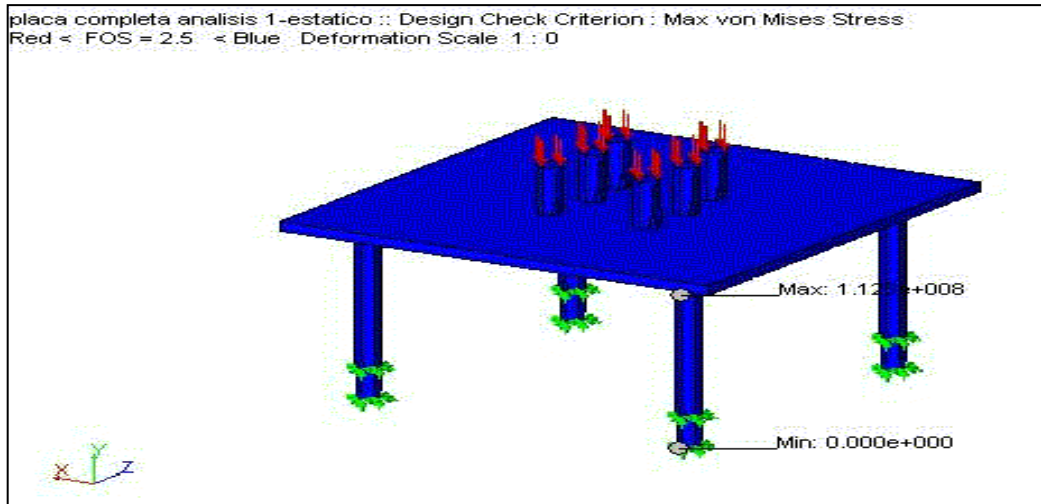
H8) ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS URES (Ordenamiento de frascos 2)



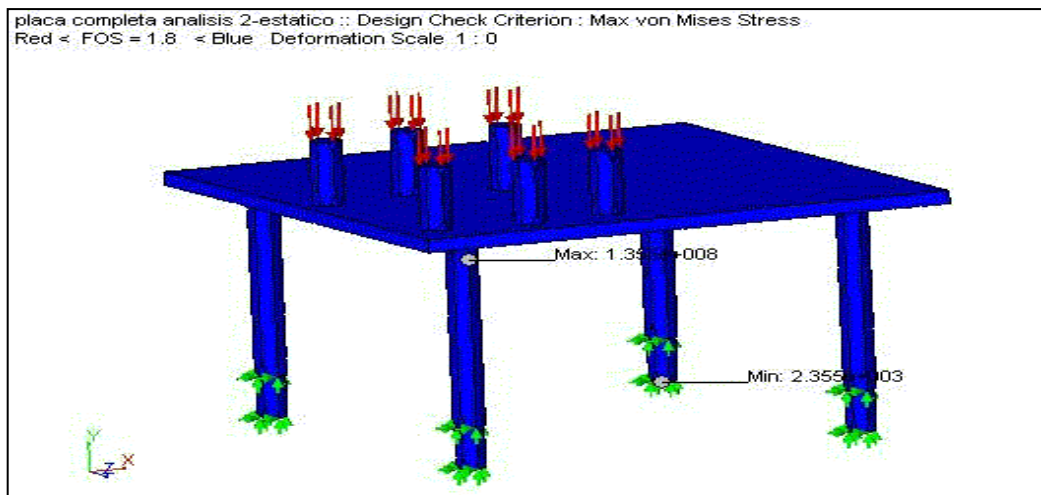
H9) ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS URES (Ordenamiento de frascos 3)



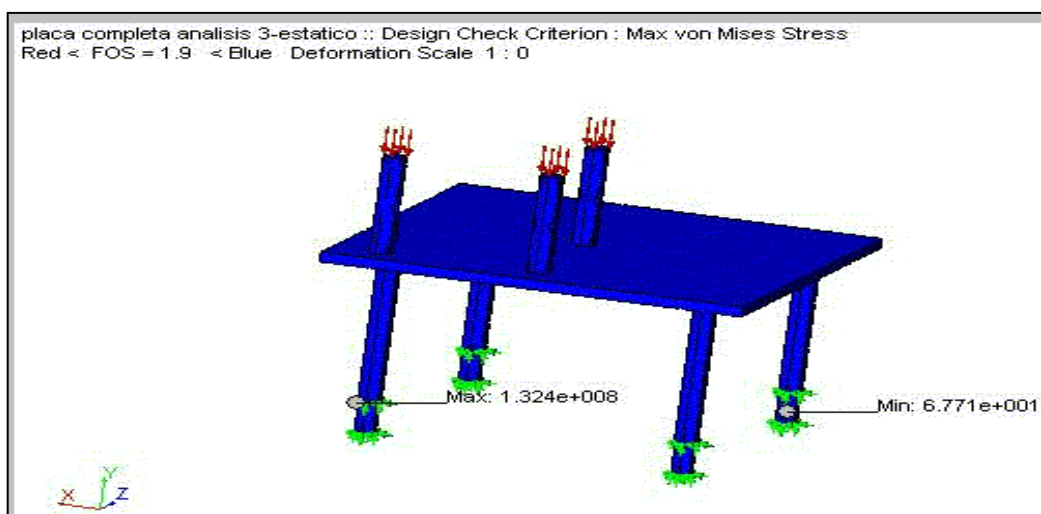
H10) FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO (Ordenamiento de frascos 1)



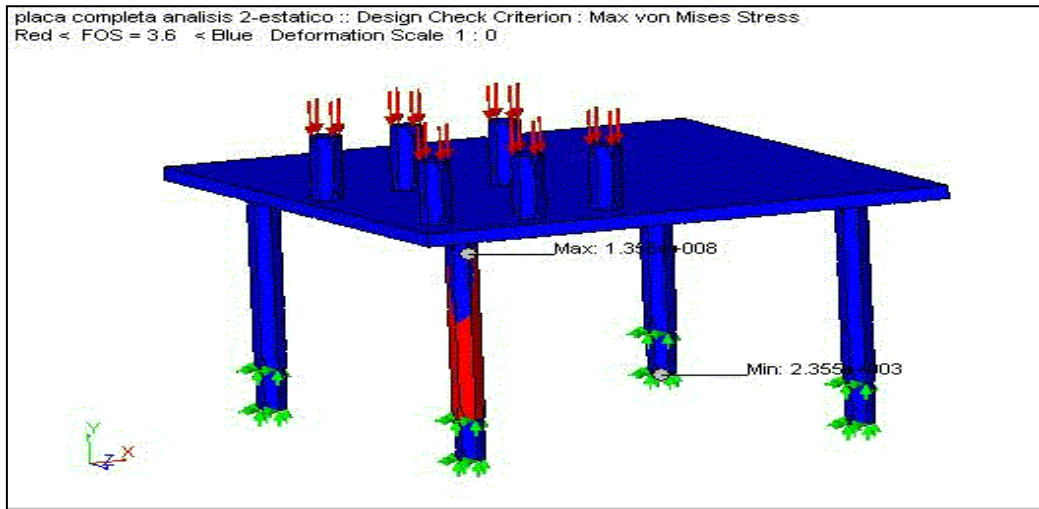
H11) FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO (Ordenamiento de frascos 2)



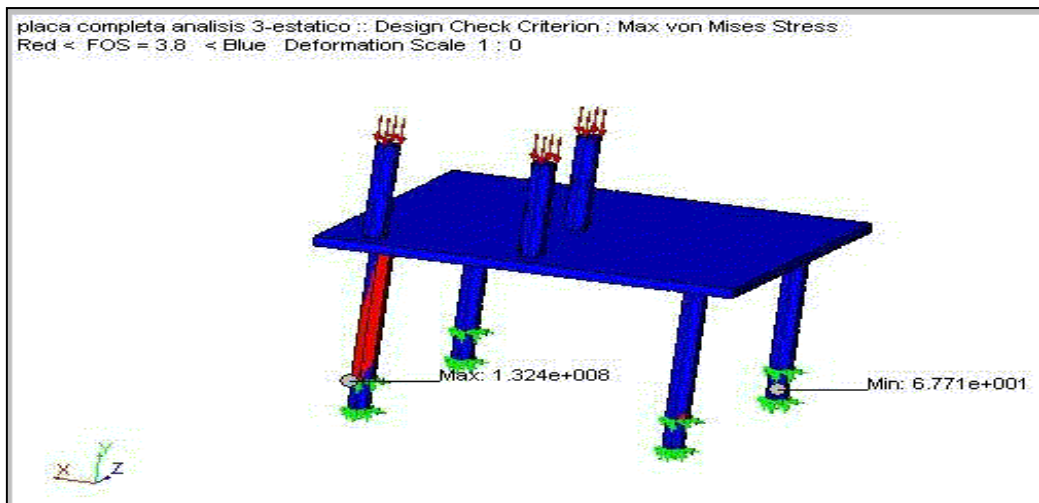
H12) FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO (Ordenamiento de frascos 3)



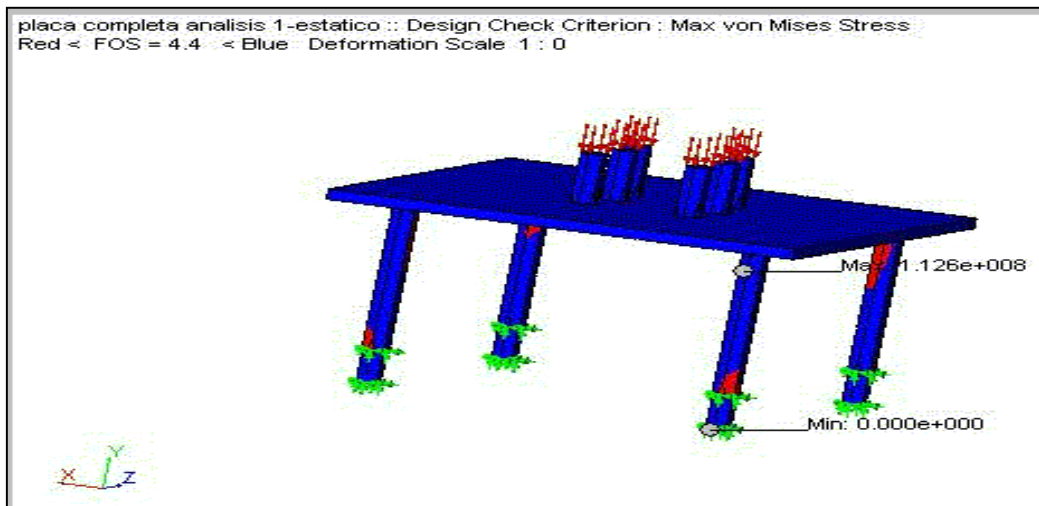
H13) ZONAS MÁS SENSIBLES (Ordenamiento de frascos 1)



H14) ZONAS MÁS SENSIBLES (Ordenamiento de frascos 2)



H15) ZONAS MÁS SENSIBLES (Ordenamiento de frascos 3)



ANEXO 10

**DIAGRAMAS DE POSICIÓN DE LOS
ACTUADORES NEUMÁTICOS.
CIRCUITO NEUMÁTICO**

DIAGRAMAS DE POSICIÓN
ACTUADORES NEUMÁTICOS (Cámara Prenscovel)

DIAGRAMA No. 1: CILINDRO DE BANDEJA MÓVIL (ALIMENTACIÓN - EXTRACCIÓN)

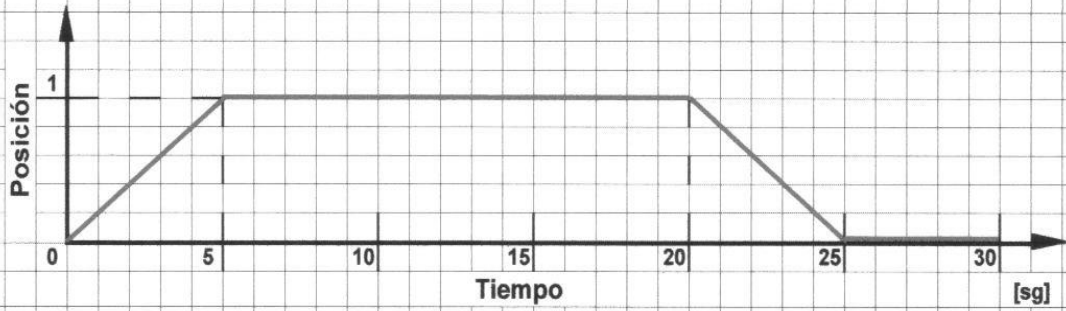


DIAGRAMA No. 2: CILINDRO DE DOBLE FUELLE (PRENSADO)

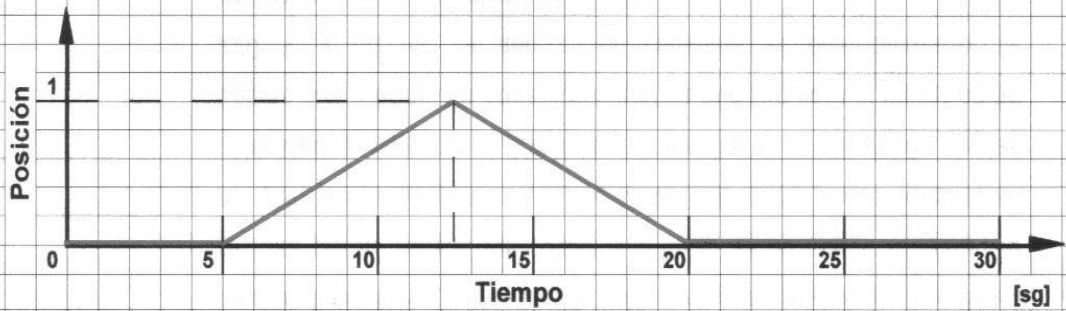
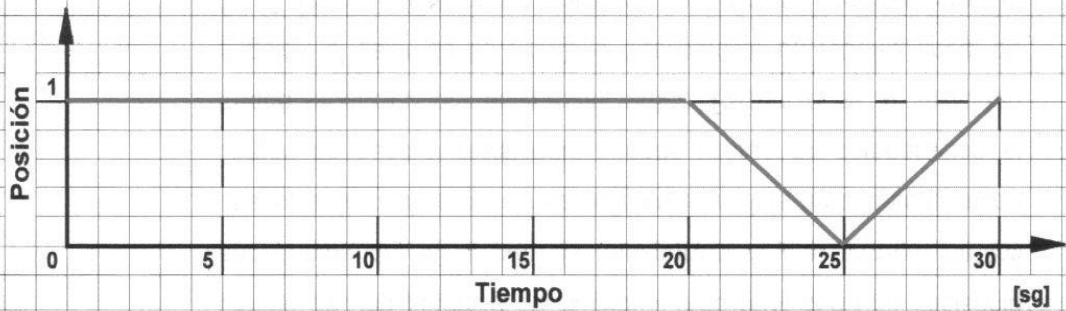
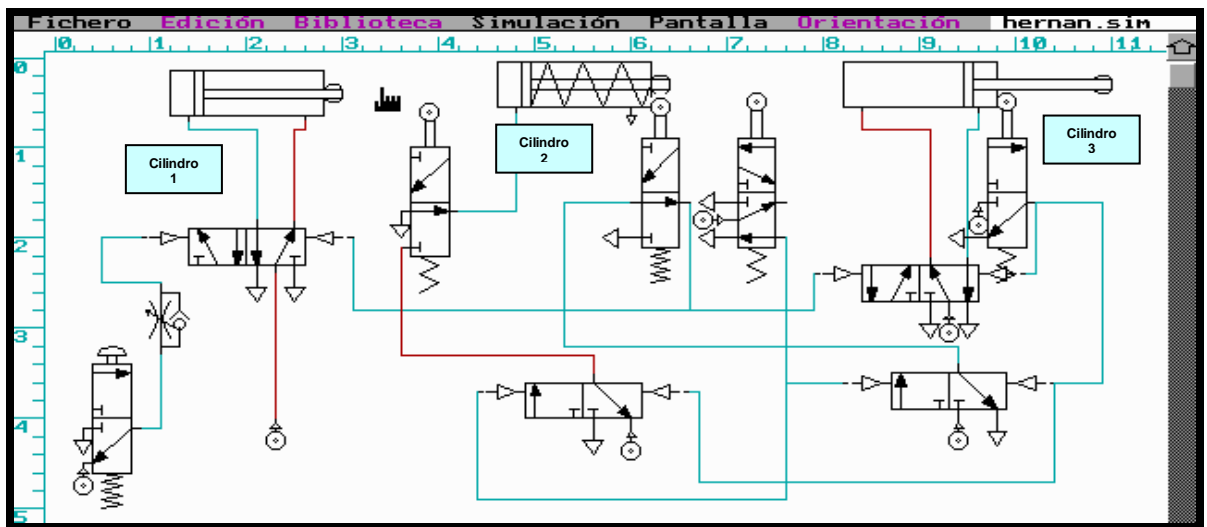


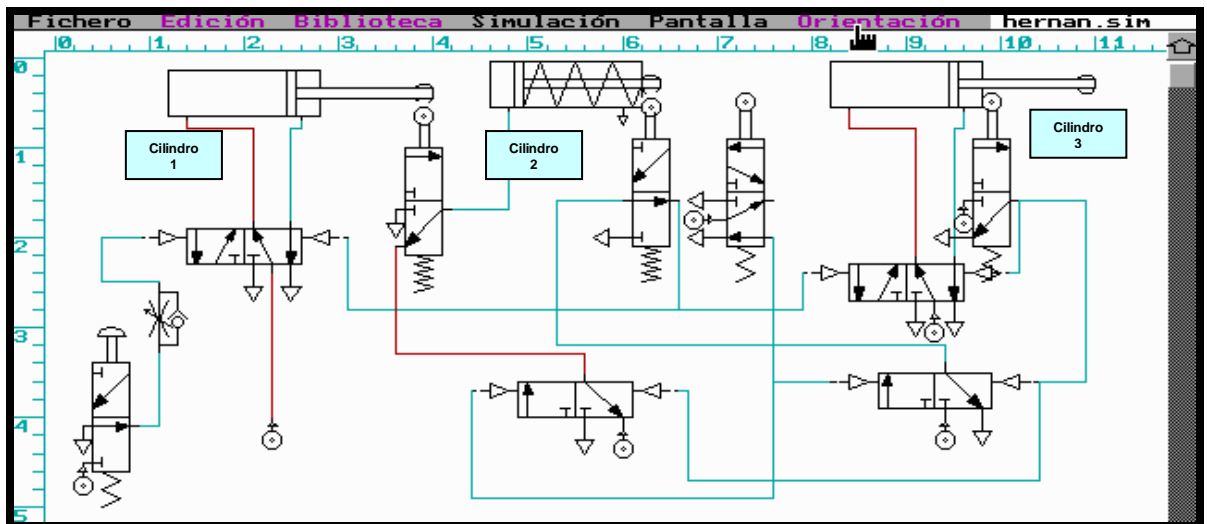
DIAGRAMA No. 3: CILINDRO DE PISO TRANSITORIO (CARGA - DESCARGA)



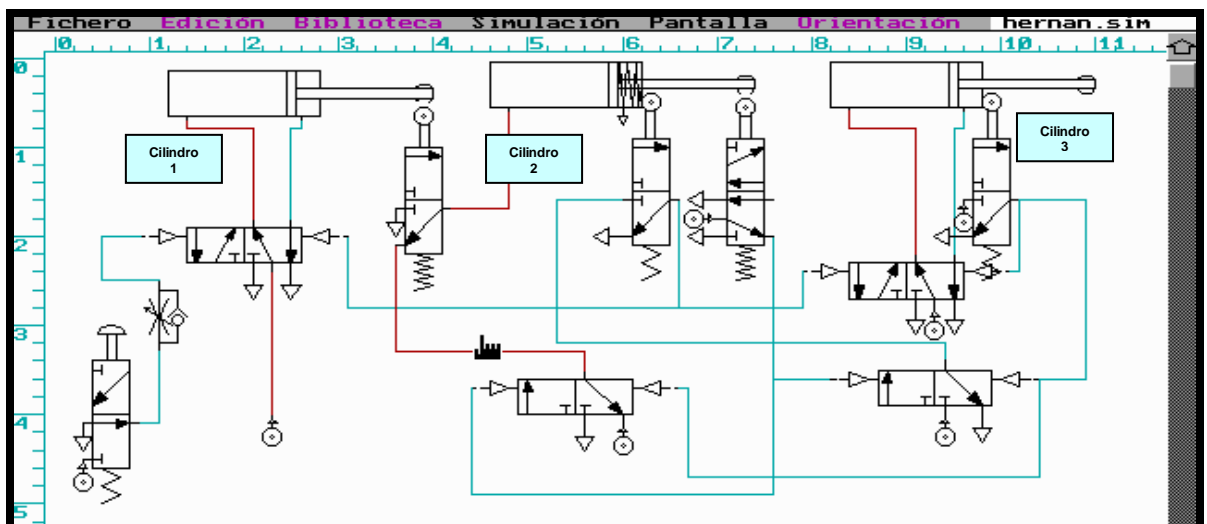
I1) Arranque (con piso transitorio en posición de carga – Cilindro 3)



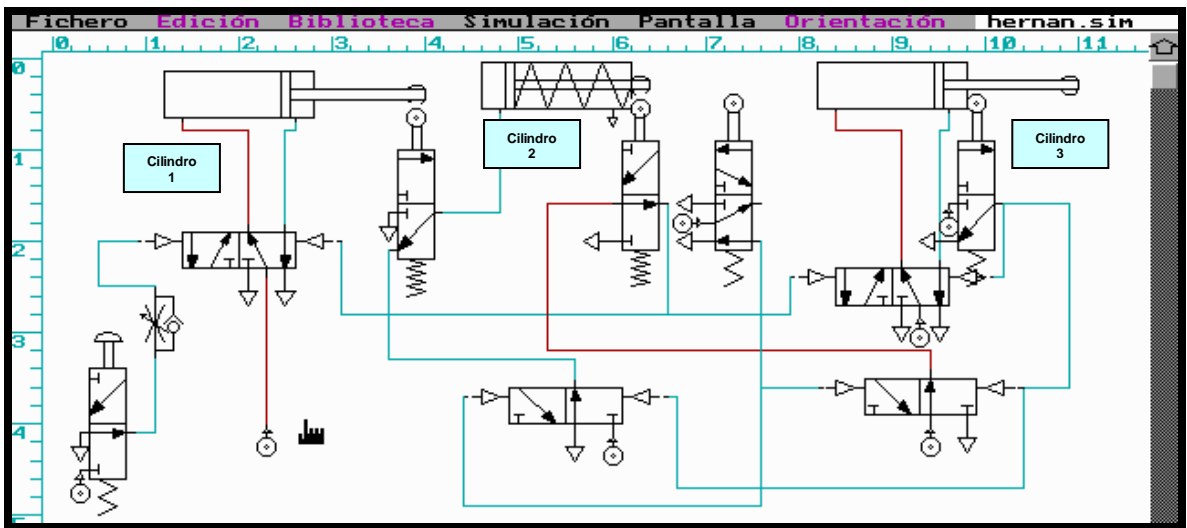
I2) Ingreso de bandeja móvil (Cilindro 1)



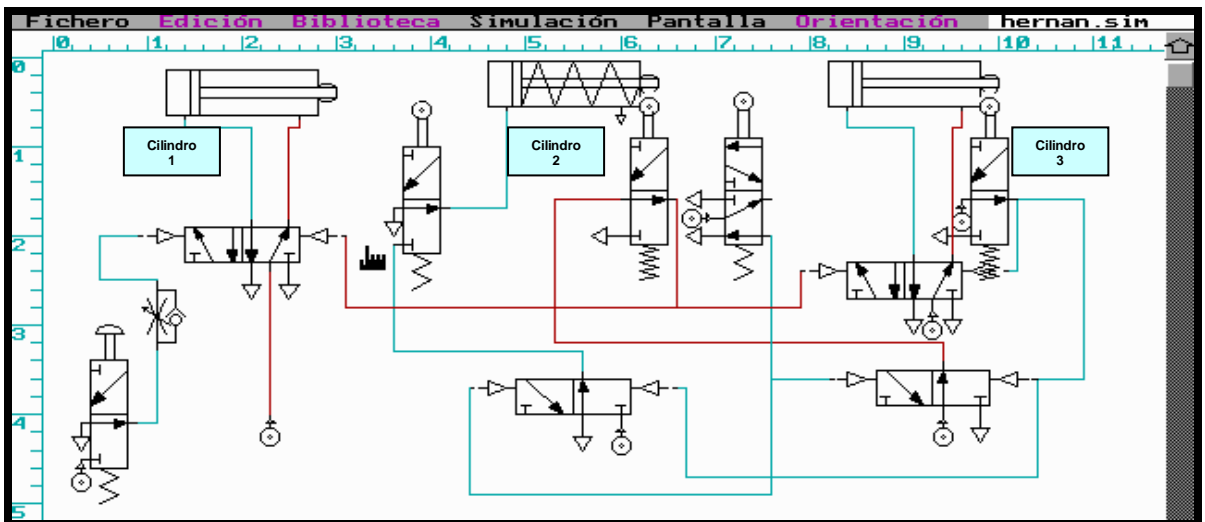
I3) Ascenso plancha prensadora (Cilindro 2)



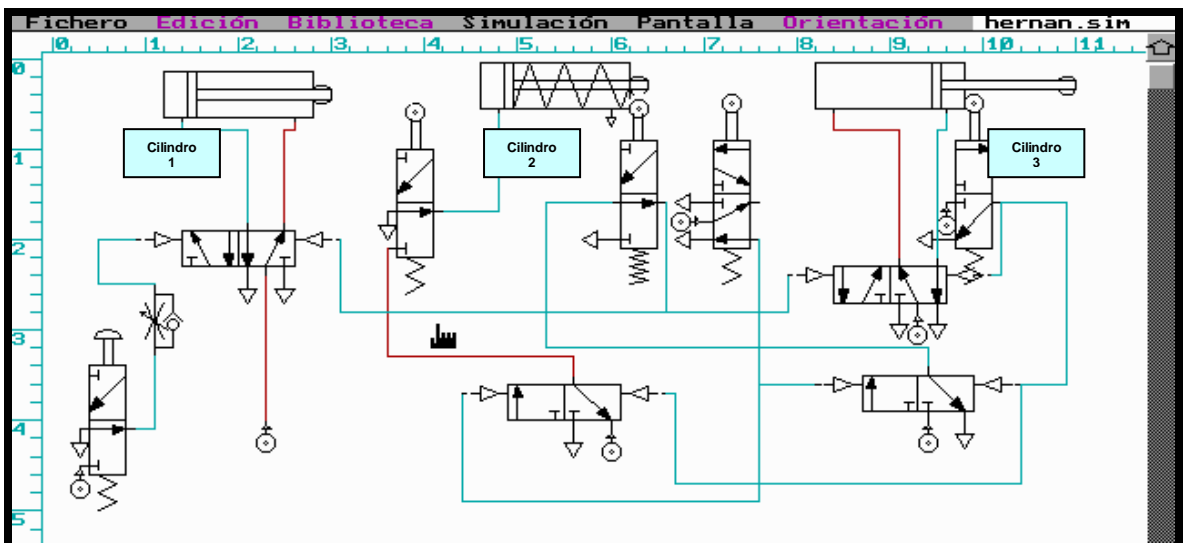
I4) Descenso plancha prensadora (Cilindro 2)



I5) Salida bandeja móvil (piso transitorio en posición descarga – C1 y C3)



I6) Retorno a posición de carga piso transitorio (C3) – listo para nuevo ciclo



ANEXO 11

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL
DE LA
CÁMARA PRENSADORA**

Diagrama de momentos en las vigas de zona de prensado

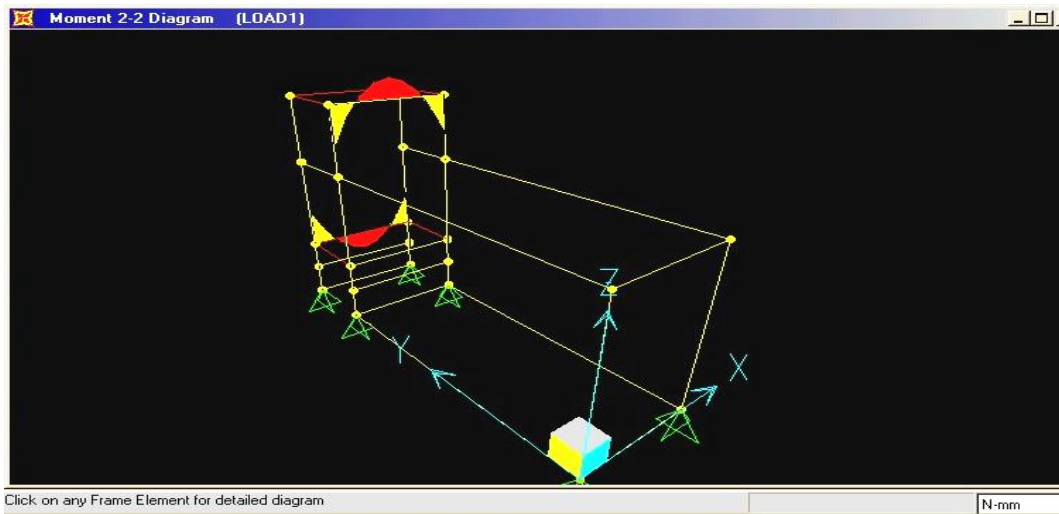


Diagrama de torsión en los tramos de la zona de picado

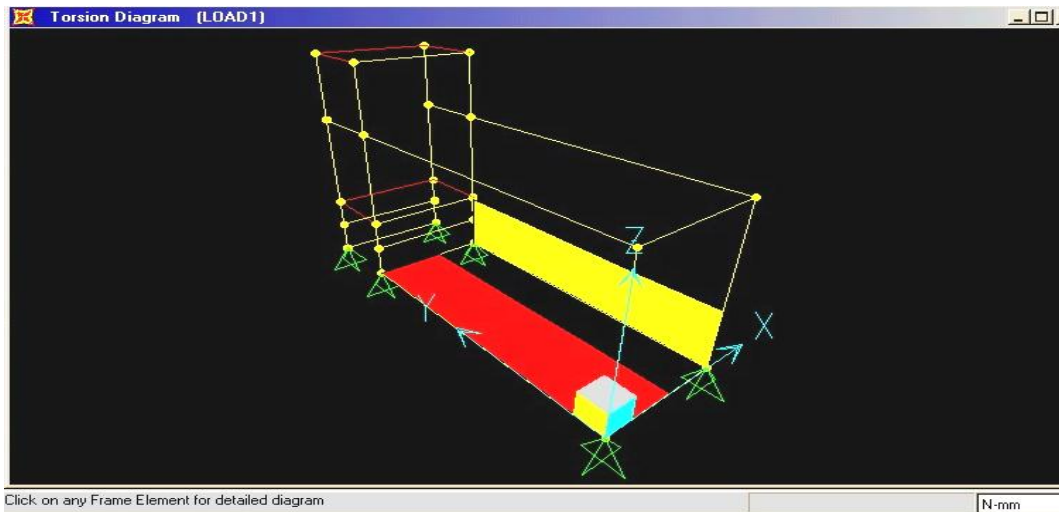


Diagrama de fuerzas axiales en bastidor

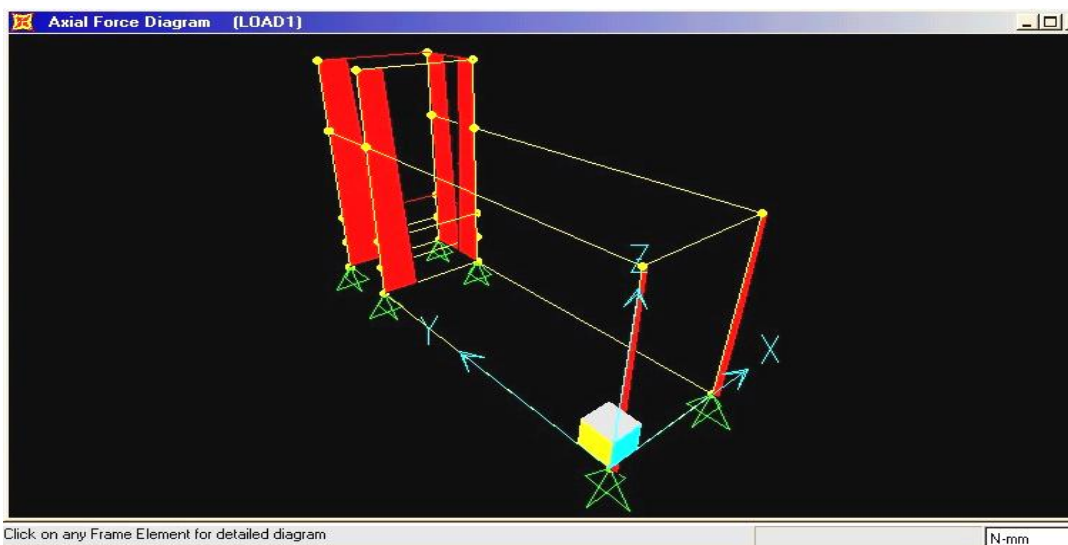


Tabla de resultados

ANEXO 12

GUÍA DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS

GUÍA DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS DE LA ZONA ENVASE – EMPAQUE

I) Introducción

La presente guía de gestión provee un procedimiento escrito que define la disposición de la basura y desechos que se producen en la planta de Producción de Tecnandina; específicamente hablando, en la Zona de Envase y Empaque de medicamentos. La intención es conseguir un procedimiento de operación eficiente que permita dar un seguimiento de los materiales de desecho desde su generación hasta la disposición final y eliminación.

Con esta guía se busca establecer las mejores condiciones de manejo y clasificación de la basura de dicha zona; bien sea para un sometimiento a proceso previa eliminación, o para prósperos métodos de reciclaje que corroboran con la función de proteger al medio ambiente.

Adicionalmente; y como una bondad del seguimiento conseguido gracias a un adecuado manejo de esta guía, se podrán llegar a establecer ciertos análisis investigativos que permitan recopilar y procesar información valiosa obtenida mediante la observación, el registro y el pesaje de los desechos. Tal exploración emitirá valores que pueden ser factores fundamentales en modificaciones en lo que compete al control y organización de la producción de parte de los departamentos de Planificación y Producción como responsables directos de los límites de rendimiento.

Se especulan como variables en la generación de remanentes a cierto tipo de eventos, como los que se detallan a continuación:

- 1) Procedimientos de seteo de máquinas.
- 2) Estado de las máquinas para el día de producción.
- 3) Condiciones físicas de la zona de trabajo.
- 4) Situación de los empleados encargados del lote de producción.
- 5) Coordinación en la fabricación.
- 6) Demandas adicionales y pedidos urgentes, etc.
- 7) Rechazos y devoluciones.

II) Objetivo

- Crear un manual o guía de operaciones que permita poner en conocimiento de los miembros responsables los procedimientos de disposición y clasificación de la basura de envase y empaque de medicamentos hasta su disposición final, eliminación o gestión de reciclaje.

III) Alcance

- A todo tipo de basuras y desechos provenientes de los lotes de productos que se procesan en la zona de Envase – Empaque del Departamento de Producción en la planta; **excepto comprimidos o tabletas.**

IV) Miembros responsables

- Gerentes, jefes y asistentes de cada una de las áreas que conciernen a Producción y Planificación.
- Personal que labora en todas las líneas de Envase – Empaque y en las áreas de la planta de producción en general.
- Departamento de Mantenimiento y Seguridad Industrial.
- Personal de limpieza de la planta.

V) Metodología:

Con el fin de normalizar la recolección de basura en todas las líneas de envase – empaque en los acumuladores internos, el Área de Procesamiento de Desperdicios y en los acumuladores externos se dispone la siguiente normalización de colores para los recipientes de desperdicios:

- **Verde:** cartones, estuches, etiquetas y papel (Grupo I).
- **Azul:** frascos de vidrio (Grupo II).
- **Gris claro:** ristras, cotrifamol, folio de aluminio o folio de PVC y folio formado - sellado de PVC y aluminio (Grupo III*).
- **Gris oscuro:** tubos colapsibles y tapas alumínicas (Grupo IV).

* **NOTA:** Excepcionalmente se tramitarán ristras con encapsulados (como miembros del grupo III), bajo órdenes estrictas y responsabilidad directa de la Dirección Técnica; puesto que amerita condiciones especiales del espacio físico para la destrucción y de parámetros particulares de; según lo especifican las normas BMP .

VI) Procedimientos asignados por cada grupo:

a. Grupo I (cartones, estuches, etiquetas y papel).-

Frecuencia: dos veces por semana

Personal de las líneas de Envase – Empaque:

a.1. El recipiente de color **verde** asignado a cada línea de trabajo servirá; como se ha indicado, para el almacenamiento de: 1) estuches, 2) etiquetas, 3) papel y 4) cartones.

a.2. Cada cierta cantidad prudente, los operadores de las líneas deberán colocar los desperdicios en fundas de polietileno selladas y los depositarán en el acumulador temporal del mismo color, el cual estará ubicado en el interior de la zona de Envase – Empaque.

Personal de Limpieza:

a.3. De entre las cuatro clases de desecho, ***los únicos que han de ser sometidos al proceso de picado en la máquina HERCOVEL 3903 son los estuches, las etiquetas y el papel que se genera por documentación confidencial (instructivos de medicamentos, reportes de envase – empaque y órdenes de producción).***

a.4. Para procurar un mejor desempeño, es aconsejable procesar los remanentes de acuerdo a la clase a la que pertenecen, o por lo menos según ciertas similitudes en cuanto a las especificaciones dimensionales. Para tal efecto, las **Tablas 1 y 2** detallan las características de los estuches y los subgrupos recomendados; mientras que la **Tabla 3** presenta las características de las etiquetas para frascos y sus correspondientes subgrupos. Todo lo referente a papel se procesará por separado puesto que la variabilidad en las dimensiones de los documentos promueve un manejo independiente para mejor rendimiento de la picadora.

Tabla 1.- Especificaciones físicas de estuches para todas las líneas

ESTUCHES DE EMPAQUE					
Tipo de formato	Largo [mm]	Ancho [mm]	Altura [mm]	Calibre [pulg]	Gramaje [g / m2]
F-01	43	18	103	0,014	280
F-02	103	43	170	0,020	360
F-03	90	23	115	0,016	300
F-04	48	23	100	0,014	280
F-05	43	42	90	0,016	300
F-06	46	35	85	0,014	280
F-07	55	20	100	0,014	280
F-08	50	18	85	0,014	280
F-09	30	30	80	0,014	280
F-10	70	18	97	0,014	280
F-11	103	43	200	0,020	360
F-12	43	42	103	0,016	300
F-13	81	18	97	0,014	280
F-14	70	22	97	0,014	280
F-15	43	18	90	0,014	280
F-16	97	82	180	0,020	360
F-17	70	37	97	0,016	300
F-18	84	64	290	0,020	360
F-19	60	60	113	0,018	330
F-20	80	62	82	0,018	330
F-21	28	18	65	0,014	280
F-23	46	46	88	0,016	300
F-24	56	56	91	0,016	300
F-25	67	67	142	0,020	360
F-27	30	30	88	0,014	280
F-28	68	18	103	0,014	280
F-29	42	38	80	0,016	300
F-30	40	30	145	0,016	300
F-31	35	70	167	0,018	300
F-32	25	25	90	0,014	280
F-33	30	22	113	0,014	280
F-34	34	28	140	0,014	280
F-35	83	70	97	0,016	330
F-36	60	30	85	0,014	280
F-37	63	43	103	0,016	300
F-38	45	30	75	0,014	280
F-39	40	32	146	0,014	280
F-40	78	18	83	0,014	280
F-41	43	25	64	0,014	280
F-42	50	50	88	0,016	300
F-43	84	64	270	0,020	360
F-44	92	43	103	0,016	300
F-45	30	30	109	0,014	280
F-46	60	33	92	0,014	280
F-47	34	28	145	0,014	280
F-48	27	22	121	0,014	280
F-49	43	28	103	0,014	280
F-50	43	35	103	0,014	280
F-51	56	56	109	0,018	330
F-52	103	43	118	0,016	300
F-53	62	20	80	0,014	280
F-54	70	74	97	0,016	300
F-55	40	35	155	0,016	300
F-56	43	39	103	0,020	360
F-57	43	38	103	0,020	360
F-58	220	178	88	0,020	360
F-59	30	30	75	0,014	280
F-60	60	20	60	0,014	280
F-61	96	70	175	0,020	360
F-62	110	94	166	0,020	360
F-63	85	58	75	0,020	360
F-64	54	43	103	0,016	300
F-65	70	65	97	0,018	330
F-66	40	40	85	0,016	300
F-67	129	55	70	0,020	360
F-68	94	55	82	0,016	300

ESTUCHES DE EMPAQUE					
Tipo de formato	Largo [mm]	Ancho [mm]	Altura [mm]	Calibre [pulg]	Gramaje [g / m2]
F-69	85	18	100	0,014	280
F-70	62	30	145	0,016	300
F-71	73	56	145	0,018	330
F-72	55	38	155	0,016	300
F-73	57	25	157	0,014	280
F-74	84	64	84	0,016	300
F-75	64	20	84	0,014	280
F-76	68	43	103	0,016	300
F-77	48	36	175	0,016	300
F-78	75	25	135	0,016	300
F-79	50	50	87	0,018	330
F-80	95	55	82	0,018	330
F-81	70	17	155	0,014	280
F-84	70	17	70	0,014	280
F-85	43	25	103	0,014	280
F-86	77	43	103	0,020	350
F-87	85	68	180	0,020	350
F-88	65	45	95	0,160	300
F-89	54	54	104	0,018	330
F-90	90	60	70	0,016	300
F-91	43	18	67	0,014	280
F-92	76	18	135	0,014	280
F-93	44	44	80	0,016	300
F-94	85	40	70	0,016	300
F-95	43	35	103	0,016	300
F-96	25	25	105	0,014	280
F-97	23	20	75	0,014	280
F-98	25	25	75	0,014	280
F-99	66	32	78	0,160	300
F-100	76	25	165	0,140	280
F-101	76	18	85	0,140	280
F-104	43	103	77	0,018	330
F-105	70	55	97	0,018	330
F-106	65	45	85	0,016	300
F-107	60	60	140	0,018	330
F-108	55	46	46	0,016	300
F-109	70	22	103	0,014	280
F-110	70	55	103	0,018	330
F-111	75	55	82	0,016	300
F-112	83	70	103	0,016	300
F-113	135	45	103	0,018	330
F-114	80	46	46	0,016	300
F-115	56	34	165	0,014	280

Tabla 2.- Subgrupos recomendados para todas las líneas.

1) Hasta: 50 x 50 x 100	F-04	F-05	F-06	F-08	F-09	2) Hasta: 50 x 50 x 200	F-01	F-12	F-30	F-33	F-34
	F-15	F-21	F-23	F-27	F-29		F-39	F-45	F-47	F-48	F-49
	F-32	F-38	F-41	F-42	F-59		F-50	F-55	F-56	F-57	F-77
	F-66	F-79	F-91	F-93	F-97		F-85	F-95	F-96		
	F-98										
3) Hasta: 50 x 50 x 100	F-07	F-10	F-13	F-14	F-17	4) Hasta: 100 x 75 x 200	F-03	F-19	F-25	F-28	F-37
	F-20	F-24	F-35	F-36	F-40		F-44	F-51	F-61	F-64	F-69
	F-46	F-53	F-54	F-60	F-63		F-70	F-71	F-72	F-73	F-76
	F-65	F-68	F-74	F-75	F-80		F-78	F-81	F-86	F-86	F-87
	F-84	F-88	F-90	F-94	F-99	F-89	F-92	F-100	F-101	F-107	
	F-105	F-106	F-108	F-111	F-114	F-109	F-110	F-112	F-115		
5) Hasta: 200 x 200 x 200	F-02	F-11	F-16	F-31	F-52	6) Otros	F-18	F-43	F-58	F-31	F-52
	F-62	F-67	F-104	F-113							

Tabla 3.- Especificaciones físicas etiquetas para frascos			
ETIQUETAS			
Dimensiones		Calibre	Gramaje
Subgrupo:	[mm]	[pulg]	[gr / m2]
1)	22 x 63	0,002	80
2)	30 x 70	0,002	80
3)	36 x 72	0,002	80
4)	60 x 80	0,002	80

a.5. Los cartones serán separados por el personal de limpieza y; consecuentemente, almacenados en el acumulador cerrado del patio exterior, el cual está destinado para labores expresas de reciclaje.

a.6. Éstos cartones serán entregados semanalmente a personas o instituciones colaboradoras de la empresa y que son; a la vez, las encargadas de la labor de reciclaje de este material.

a.7. Los restos a picar se enviarán al contenedor de color verde colocado en la zona designada como *Área de Procesamiento de Desperdicios*, para intervención de la máquina destructora.

a.8. De entre estas clases de desperdicios, ***los que se depositarán en la tolva 1 (tolva de admisión dosificada) para ser dosificados, aplanados y alineados serán: estuches, instructivos y etiquetas. Mientras que los despojos de documentación confidencial se alimentarán sobre la banda directamente***, para poder tramitar sus tamaños naturalmente mayores que los demás.

a.9. Durante el proceso de destrucción* es necesario procesar los desperdicios con las debidas seguridades que demanda la operación del equipo; estos son: ***orejeras, guantes de seguridad, gafas protectoras y cinturón de seguridad antilumbago.***

* **NOTA:** Para conseguir la mayor eficiencia en el proceso de picado, los responsables deberán remitirse al manual de operación y mantenimiento de la máquina u obtener asesoría del departamento técnico de la planta.

a.10. Terminado el proceso de picado, se extraerá de la cámara el coche colector con material destruido y dicho despojo se colocará en fundas de polietileno que se sellarán con cinta de embalaje, y se enviarán finalmente a los acumuladores exteriores ubicados en el área de carga de los recolectores municipales.

b. Grupo II (frascos de vidrio).-

Frecuencia: una vez a la semana

Personal de las líneas de Envase – Empaque:

b.1. Para el caso de este grupo se empleará el recipiente de color **azul**, que; de igual manera, estará presente en cada línea y contendrá todo tipo de desechos de vidrio.

b.2. Todos los envases serán inspeccionados a fin de notificar la existencia o no de producto en su interior, y si se comprobara la presencia del mismo, deberán vaciarse completamente en la zona de lavado. Además las tapas alumínicas serán retiradas y se colocarán en los recipientes del grupo IV.

b.3. ***Todos los desperdicios generados en material de vidrio se colocarán previamente en una funda plástica, la misma que será introducida en una caja de cartón antes de ser colocados en el acumulador interno respectivo y puestos a disposición del personal de limpieza.*** La medida busca prevenir los riesgos de cortes en el manejo del material.

Personal de Limpieza:

b.4. El personal de limpieza estará en el derecho de exigir el cumplimiento de mencionada norma de seguridad (norma b.3.).

b.5. Los desechos recolectados del acumulador interno deberán ser conducidos hacia el contenedor de la zona denominada *Área de Procesamiento de Desperdicios*.

b.6. **Los frascos nunca serán extraídos de las cajas colocadas en envase – empaque, excepto cuando están próximos a ser destruidos en la prensadora PRENSCOVEL 5651.**

b.7. **El personal de limpieza solicitará al Dept. de Mantenimiento un par de guantes de malla de acero** para sustentar las normas de seguridad requeridas al manipular estos objetos cortantes. Además requerirá de un cinturón antilumbago para cargar los bultos.

b.8. Las fundas plásticas se extraerán de las cajas y se vaciarán en conformidad a la **Tabla 4** en la bandeja móvil de la máquina, esperando el tiempo de destrucción que demanda el equipo hasta que vuelva a aparecer la bandeja, lista para cargar un nuevo grupo.

b.9. Es conveniente acomodar los frascos en la bandeja móvil sin sobrepasar la capacidad de la máquina y tratando de clasificarlos para destrucción conjunta de la siguiente manera: **subgrupo 1)** 10 y 20 mL; **subgrupo 2)** 30, 60, 90, 120 y 250 mL. Para tal efecto, se distinguen en la **Tabla 4** las especificaciones respectivas para cada frasco y en la **Tabla 5** la capacidad máx. por posiciones.

Tabla 4.- Especificaciones físicas de los frascos de vidrio

FRASCOS				
Volumen	Tipo de	Altura	Diámetro	Peso sin produc.
[mL]	material	[mm]	[mm]	[g]
10	vidrio ámbar III	62,00 ± 0,50	23,75 ± 0,35	23,50 + 1,00 g
20	vidrio ámbar III	74,20 ± 0,50	29,00 ± 0,50	23,50 + 1,00 g
30	vidrio ámbar III	68,70 ± 0,40	34,65 ± 0,60	39,00 + 1,00 g
60	vidrio ámbar III	83,20 ± 0,60	42,85 ± 0,85	66,00 + 3,50 g
90	vidrio ámbar III	96,60 ± 0,60	47,00 ± 0,60	75,00 + 4,00 g
120	vidrio ámbar III	105,25 ± 0,6	52,27 ± 0,60	98,00 + 5,00 g
250	vidrio ámbar III	136,60 ± 1,00	63,40 ± 0,60	196,00 + 9,00 g

Tabla 5.- Condiciones de capacidad de la prensadora PRENSCOVEL (número máximo de frascos)

Volumen del frasco [mL]	CAPACIDAD	
	Posición vertical	Posición horizontal
	Cantidad No.	Cantidad No.
10	6	28
20	8	27
30	3	12
60	2	10
90	3	13
120	3	9
250	3	12

b.10. Terminado el proceso de triturado, se extraerá de la cámara el coche colector con material destruido y dicho despojo se colocará en fundas de plásticas, se sellarán con cinta de empaque y se colocarán dentro de las mismas cajas empleadas para el manejo del material.

b.11. Finalmente estas cajas se colocan en el acumulador exterior de color azul, el mismo que se encontrará ubicado en el área de carga para los camiones recolectores del municipio.

c. Grupo III (ristras, cotrifamol, folio de aluminio y folio formado).-

Frecuencia: dos veces a la semana

Personal de las líneas de Envase – Empaque:

c.1. Como se conoce, este grupo ha de emplear el recipiente de color **gris claro**, que se encontrará en cada una de las líneas de envase - empaque.

c.2. Periódicamente los operadores deberán vaciar el contenido de los recipientes en fundas plásticas, las mismas que selladas serán desplazadas hacia el acumulador interno correspondiente en la zona de Envase – Empaque.

c.3. Los rollos despojados de cotrifamol de las líneas (material plástico de los blisters sin impresión) no se colocarán en fundas; serán enviados directamente al acumulador interno.

Personal de Limpieza:

c.4. Los desechos del acumulador interno se transportarán con ayuda del personal de limpieza hacia el contenedor del *Área de Procesamiento de Desperdicios* para ser intervenidos por la HERCOVEL 3903.

c.5. Las especificaciones de los potenciales desechos que deberán ser destruidos se muestran en la **Tabla 6**, para el caso de la ristras; y en la **Tabla 7**, para el caso de los folios. Ambos casos se procesarán por separado (ristras primero y folios después), pues está claro que los últimos muestran magnitudes considerablemente mayores que los de las ristras. Sin embargo, al interior de cada uno de los casos no se definen subgrupos, por cuanto las dimensiones son aceptablemente coherentes como para destrucción conjunta.

Tabla 6.- Especificaciones físicas de las ristras		
RISTRAS		
Dimensiones	Tipo de material	Tipo de formato
[mm]		
39 x 42 mm	aluminio/cotrifamol	F- servac
39 x 98 mm	aluminio/cotrifamol	F- UHLMANN 1, F-8, F-8/10, F-8/16/29, F-8/62, F-8/9 Hassia, F-HE, F-servac
52 x 72 mm	aluminio/cotrifamol	F-HE 1
59 x 75 mm	aluminio/cotrifamol	FT-ST-13
64 x 98 mm	aluminio/cotrifamol	F-UHLMANN 2
66 x 92 mm	aluminio/cotrifamol	F-7, F-UHLMANN 2, F-39, F-7/A, F-7/43/63 A
77 x 92 mm	aluminio/cotrifamol	F - 6
corte manual	aluminio/cotrifa mol	F-UHLMANN 1 HS40

Tabla 7.- Especificaciones físicas de folios. Descripción de formatos

Formato de ristra	Aluminio ancho [mm]	Cotrifamol ancho [mm]	Contenido por ristra
F - 3 / 4	194	206	12 UV, 4 MM
F - 5 M	170	182	6 UV, 4 MM
F - 6	170	182	15 UV
F - 7	194	206	10 UV
F - 7 / 43 / 63	194	206	10 UV
F - 7 / 43 / 63 A	194	206	10 UV, 4 MM
F - 7 A	194	206	10 UV
F - 8	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 10	206	218	10 UV, 8 UV, 4 UV
F - 8 / 11	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 12	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 13	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 16 / 29	206	218	10 UV
F - 8 / 19 / 35	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 61	206	218	10 UV
F - 8 / 62	206	218	10 UV, 4 MM
F - 8 / 9	206	218	10 UV, 4 MM
F - 39	194	206	12 UV
F - HE - 1	109	117	10 UV, 12 UV, 4 MM
F - servac	102	108	2 UV, 2 MM, 3 UV, 3 MM, 4 UV, 4 MM, 5 UV, 10 UV, 15 UV, 20 UV
FT - ST -13	170	182	10 UV

UV : unidad para la venta

MM: muestra médica

*Las longitudes de los folios están en función de los pesos estimados para un lote de producción.

c.6. Durante el proceso de destrucción es necesario procesar los desperdicios con las debidas seguridades que demanda la operación del equipo; estos son: **maskarilla, orejeras, guantes de seguridad, gafas protectoras y cinturón de seguridad antilumbago.**

c.7. En la tolva 1 (tolva de admisión dosificada) de la picadora se alimentarán las ristras que no posean producto y los folios de aluminio, los de cotrifamol y los de formado-sellado.

c.8. En la tolva 2 de la picadora (tolva de admisión directa) se alimentarán las ristras que posean producto encapsulado. **No se deberán procesar productos comprimidos o tabletas.**

c.9. Todos los desperdicios se alimentarán **gradualmente** en las tolvas para no comprometer los elementos mecánicos del equipo y favorecer la vida útil del mismo.

c.10. Terminado el proceso de picado*, se extraerá el coche colector con material destrozado y dichos desperdicios se colocarán en fundas y se sellarán con cinta de empaque.

c.11. Para terminar, los bultos obtenidos se enviarán al acumulador exterior de color gris claro ubicado en el área de carga de los camiones recolectores, considerando que en el caso de bultos que contengan remanentes procesados de ristras con producto de encapsulados se notificará al Gerente de Bodega sobre el corriente, para que se encargue de la transportación hacia las empresas incineradoras.

d. Grupo IV (tubos colapsibles y tapas alumínicas).-

Frecuencia: una vez a la semana

Personal de las líneas de Envase – Empaque:

d.1. Para este grupo de desechos, los recipientes que se hallarán ubicados en cada línea de envase - empaque serán de color **gris oscuro**.

d.2. En idéntica forma que en el grupo anterior, los operadores de las líneas deberán vaciar el contenido de los recipientes en fundas plásticas las mismas que; selladas, serán desplazadas hacia el acumulador interno respectivo de la zona.

* **NOTA:** Para conseguir la mayor eficiencia en el proceso de picado, los responsables deberán remitirse al manual de operación y mantenimiento de la máquina u obtener asesoría del departamento técnico de la planta.

Personal de Limpieza:

d.3. Los desechos del acumulador interno se transportarán con ayuda del personal de limpieza hacia el contenedor temporal externo del mismo color, que se encontrará en el *Área de Procesamiento de Desperdicios*.

d.4. La consideración que se hará para este grupo será la de separar; previo al prensado, los tubos colapsibles de las tapas alumínicas a fin de facilitar la labor de la máquina. Esta consideración se puede llevar a cabo puesto que los desechos de este grupo se presentan cantidades pequeñas.

d.5. ***El personal de limpieza solicitará al Dept. de Mantenimiento un par de guantes de malla de acero*** para sustentar las normas de seguridad requeridas al manipular estos objetos cortantes. Además requerirá de un cinturón antilumbago para cargar los bultos.

d.6. Con la misma finalidad que en los grupos anteriores, en éste también se han de intervenir por separado cada clase de desperdicio, evadiendo al máximo la posibilidad de mezclarlos durante la destrucción. Para facilitar esta actividad, en las **tablas 8 (tubos colapsibles) y 9 (tapas)** se detallan los parámetros dimensionales de cada despojo. Adicionalmente, se recomienda que para la gestión de trituración los tubos colapsibles éstos no sobrepasen el tercer piso de apilamiento ordenado, para aquellos que varían de **0 – 30 gramos** de capacidad; y, el segundo piso de apilamiento ordenado, para aquellos que **superen los 30 gramos** de capacidad. En el caso de las tapas, se sugiere no sobrepasar el tercer piso de apilamiento ordenado.

Tabla 7.- Especificaciones físicas de los tubos colapsibles

TUBOS COLAPSIBLES					
Contenido	Diámetro	Largo	Zona de selle	Largo sellado	Ancho dobléz
[g]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Tubo de 0, 3 - 2,5	14,3	65	10	50	5,5
Tubo de 5 - 10	16	80	10	68	5,5
Tubo de 10 - 15	19	100	10	90	5,5
Tubo de 10 - 15	19	110	10	100	5,5
Tubo de 30	22	125	10	115	5,5
Tubo de 30 - 50	25	130	10	120	5,5
Tubo de 60	28	130	10	120	5,5
Tubo de 78	31,5	155	10	145	5,5
Tubo de 100	30	160	10	150	5,5

Tabla 8.- Especificaciones físicas de las tapas

TAPAS ALUMÍNICAS DE FRASCOS					
		Altura total	Altura banda	<input type="checkbox"/> externo	<input type="checkbox"/> interno
Tipo	Color	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
PP-Terminado 28-1620	Dorada	16,70 - 17,20	3,20 - 3,60	28,20 - 28,60	28,00 - 28,40
PP-Terminado 28-1620 (logo Grüenthal)	Blanca	16,70 - 17,20	3,20 - 3,60	28,20 - 28,60	28,00 - 28,40
PP-Terminado 28-1620 (logo Roche)	Blanca	16,70 - 17,20	3,20 - 3,60	28,20 - 28,60	28,00 - 28,40

*La altura de banda hace referencia a la banda de seguridad de cada tapa

d.7. Al terminar el proceso de prensado*, el despojo se extraerá de la bandeja móvil y será momento de colocarlo en fundas de polietileno selladas con cinta, precisando mantener las debidas medidas de seguridad industrial al colocar la fundas en cajas de cartones, puesto que los procesados pueden convertirse en elementos cortantes para los responsables.

d.8. Finalmente, estos pequeños bultos son enviados al acumulador exterior de color gris claro ubicado en el área de carga de los camiones recolectores.

* **NOTA:** Para conseguir la mayor eficiencia en el proceso de prensado, el operador deberá remitirse al manual de operación y mantenimiento de la máquina u obtener asesoría del departamento técnico de la planta.

VII) Consideraciones generales de gestión:

1. Pequeños saldos de sustancias o productos sólidos de carácter químico o farmacológico que se detectaran entre los desechos (previa destrucción) deben ser colocados en fundas de polietileno, en la que se añadirá un volumen de agua equivalente al doble del volumen del producto, todo esto para que no puedan ser manipulados irresponsablemente por persona alguna y su efecto de descomposición sea inofensivo.

2. Un caso crítico en el grupo III se presenta cuando desechos de folio de aluminio impreso son desperdiciados en formatos grandes. En esta circunstancia se tendrán que doblar los formatos en tamaños no superiores a 250mm de ancho.

3. Se insiste en este punto, la importancia de mantener las normas de seguridad durante el manejo de las máquinas, tanto HERCOVEL 3903 como PRENSCOVEL 5651. Para el primer caso (picadora) es necesario emplear orejeras (pues el nivel de ruido podría superar los 90 dB), guantes de malla de acero o guantes industriales de goma con superficie rugosa de agarre, gafas protectoras y cinturón de seguridad antilumbago. Para el segundo caso (prensadora) es indispensable utilizar guantes de malla de acero, y cinturón de seguridad antilumbago.

4. Después de cada procedimiento de destrucción será necesario limpiar efectivamente la máquina utilizada (ver Manual de Operación y Mantenimiento) y asear el Área de Procesamiento de Desperdicios; labor de la que se encargarán los mismos operadores de los equipos.

VII) Aprobación:

<i>Realizado por:</i>	<i>Revisado por:</i>	<i>Aprobado por:</i>
Hernán Coronel	Francisco Beltrán	Marcelo Godoy
Fecha: 2004/05/05	Fecha:	Fecha:

ANEXO 13

**MANUAL BÁSICO DE OPERACIÓN
Y
MANTENIMIENTO**

INTRODUCCIÓN

Agradeciéndole la elección del **equipo de destrucción HERCOVEL 3903 Y PRENSCOVEL 5651**, deseamos recordarle que el presente manual de instrucciones forma parte integrante de la maquinaria y, por tanto, para obtener una continuidad de prestaciones es necesario atenerse escrupulosamente a cuanto está descrito.

Este manual comprende las especificaciones técnicas y las características tecnológicas, por eso, dado que las noticias son reservadas, está prohibida la difusión de las mismas con fines de lucro y no deben ser utilizadas de ninguna manera para fines de competencia.

Sólo después de haber leído atentamente las siguientes instrucciones se puede proceder a la instalación de la máquina. Cualquier aclaración técnica o intervención especializada es necesario participarla directamente con el fabricante.

Las descripciones y las características reproducidas en este manual son sólo indicativas, sin perjuicio de las características principales de la maquinaria. Por lo tanto, el fabricante se reserva el derecho de efectuar, en cualquier momento, eventuales modificaciones procedentes de necesidades técnicas.

NOTA: El presente manual puede contener la descripción de ciertos elementos que equipan su instalación. La aparición de marcas o registros se remite a la simple explicación de accesorios cuyas reposiciones se vuelven accesibles a través de los proveedores de Grüenthal – Tecnandina S.A.

Capítulo 1:
OPERACIÓN

Picadora HERCOVEL 3903
Y
Prensadora PRENSCOVEL 5651

1.1. GENERALIDADES

De acuerdo a las circunstancias, se advierte que la operación del equipo; en promedio, será de dos horas por día (2 días a la semana) para la picadora **HERCOVEL 3903**, y de media hora diaria (1 día a la semana) para la prensadora **PRENSCOVEL 5651**.

En casos especiales de operación cuyo proceso de destrucción se ejecutará sobre un volumen de producto considerablemente elevado, es necesario que la maquinaria **no exceda las tres horas** de operación diaria con intervalos de **receso de 10 minutos cada hora**. Este tipo de demandas se verifica especialmente para la destrucción de lotes completos de estuches, ristras, instructivos y tubos colapsibles cuya modificación estratégica de mercadeo se presenta de manera imprevista, o aparecen esporádicamente como un error de producción generalizada para un producto específico.

Las facultades de operación de esta maquinaria (tanto picadora como prensadora) se fundamentan en la versatilidad requerida para el procesamiento de los desechos; motivo por el cual se han aplicado criterios de diseño que permitan los ajustes respectivos de acuerdo al tipo de desperdicio intervenido. Ésta es la razón fundamental por la que el equipo facilita los trabajos de calibración, mantenimiento, limpieza, reparación y sustitución de los elementos mecánicos más susceptibles.

Todos los componentes han sido concebidos con el carácter de **calibrable, desmontable y sustituible**, circunstancia que fomenta el montaje de piezas que cumplan con procesos de manufactura estandarizados; lo que incluye el uso de materiales y componentes existentes en el mercado nacional, herramientas comunes de taller y máquinas - herramientas básicas (como torno, fresadora y soldadora).

1.2. INSTALACIÓN

Ambas cámaras deberán estar protegidas de la acción directa del medio ambiente, apostadas en sitios aislados donde no afecte la generación del ruido durante los procesos de destrucción, y localizadas lo más cercano posible de los colectores de basura para una pronta evacuación de los desperdicios procesados.

La construcción y disposición, de manera independiente de las cámaras, se justifican en función de brindar mayor libertad de colocación y transporte en áreas adecuadas para el servicio de destrucción.

Referente a los aspectos técnicos de la instalación, la maquinaria requiere de dos tipos de servicios industriales:

a) Conexión eléctrica

- La cámara picadora (HERCOVEL 3903) requerirá únicamente de una instalación bifásica de 220 V y 12A; para lo cual se ha colocado un tomacorriente industrial de seguridad de 5 polos estándar (2 fases, libre, neutro y tierra).
- La conexión de la energía eléctrica debe realizarse haciendo pasar los cables por canaletas de protección y conectando con terminales a los respectivos bornes en conformidad con el diagrama eléctrico del equipo.

b) Conexión de aire comprimido

- La cámara prensadora (PRENSCOVEL 5651) necesitará una toma de aire desde el compresor principal de la planta (5 - 6 bares), una unidad de mantenimiento con una válvula reguladora de presión y acople de 1/8" para conexión.

1.3. OPERACIÓN CÁMARA PICADORA HERCOVEL 3909

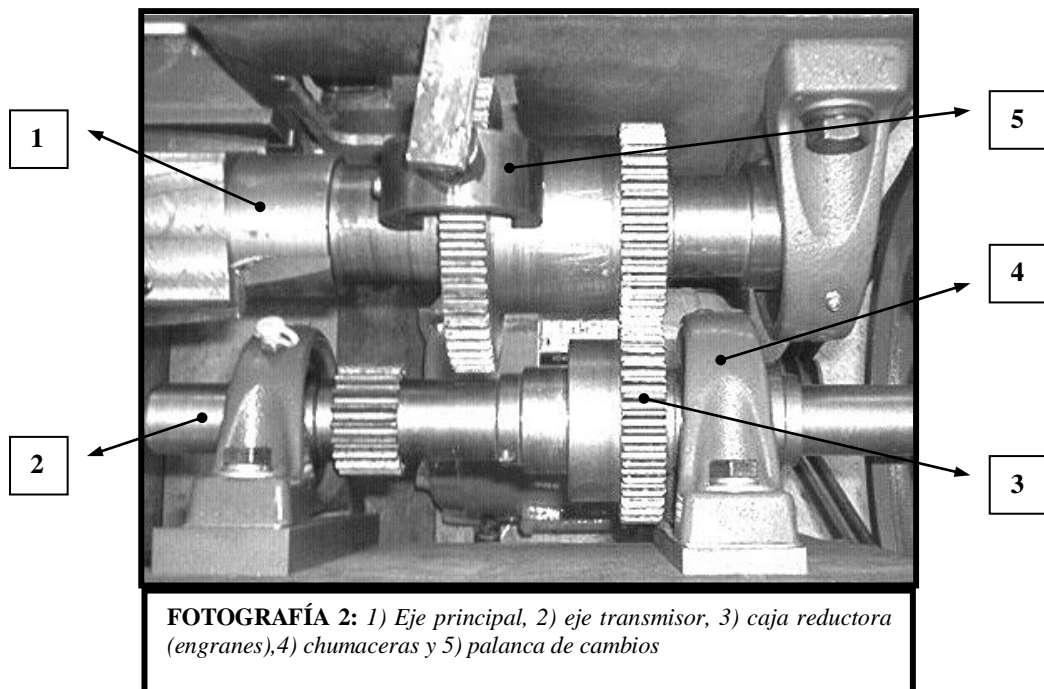
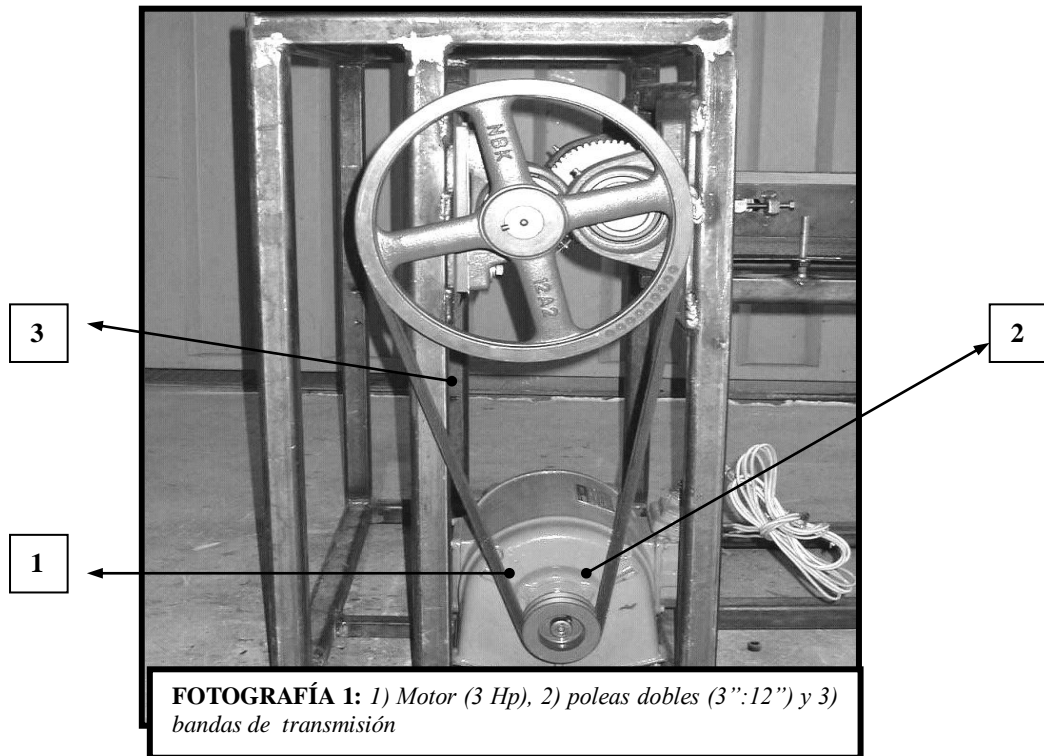
1.3.1. Datos técnicos principales

DIMENSIONES DE LA PICADORA (L x P x H):	2000 x 850 x 1300
PESO NETO:	300 Kg. aprox.
TENSIÓN STANDARD:	220 V, 2 fases, 60 Hz, N + T
POTENCIA INSTALADA:	2,80 Kw
GAMA DE DESECHOS PROCESABLES:	Papel, estuches, folio PVC, folio aluminio, ristras, cartón, ristras con encapsulados.
GAMA DE DESECHOS IMPROCESABLES:	Ristras con comprimidos, tubos colpsibles, tapas plásticas y alumínicas, frascos de vidrio.
CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO:	Hasta 40 Kg/h
DIMENSIÓN MÁXIMA DE ADMISIÓN AL CORTE:	Hasta de 300 mm de ancho (ancho de la banda)
ESPESOR MÁXIMO RECOMENDABLE:	Hasta 3 mm en bloques de papel
NÚMERO DE OPERADORES RECOMENDADOS:	2 personas

1.3.2. Descripción de operación

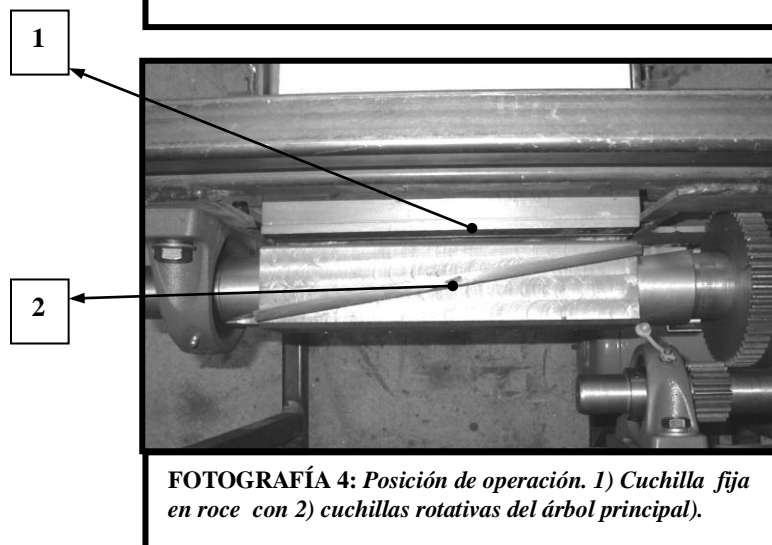
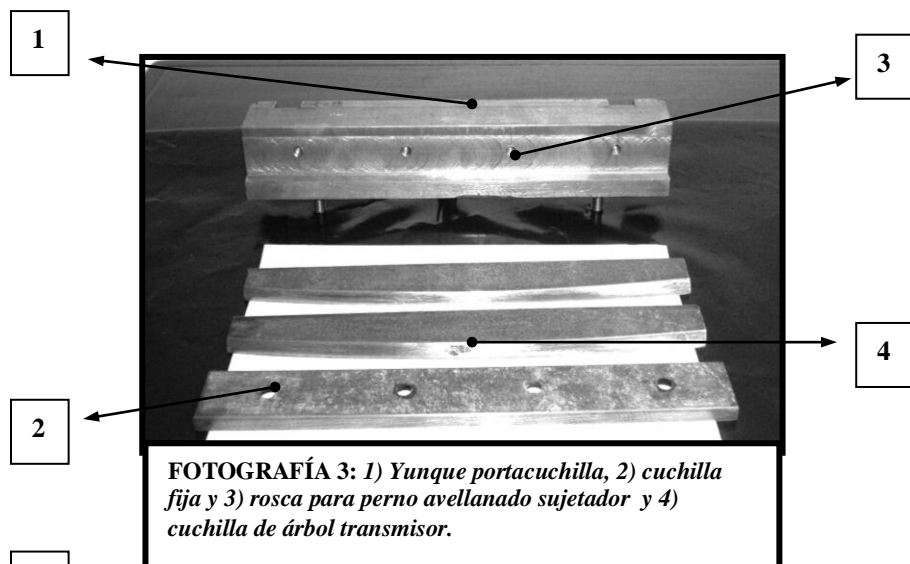
Una descripción básica de la operación de la picadora se facilita agrupando a los elementos en mecanismos o subsistemas funcionales; así:

- 1) **Bastidor principal:** conformada básicamente de un perfil (tubo) cuadrado de 40x40x3 mm. En esta estructura se encuentra soldado el soporte del yunque y las planchas bases de los motores. Además, posee 6 tornillos M16x2mm x 75mm de longitud, con sus respectivas tuercas para la nivelación de la cámara
- 2) **Sistema de transmisión principal:** está conformado por el motor principal (1680 rpm / 3 Hp), un juego reductor de poleas dobles (3:12) y dos bandas de transmisión (AP 60), el árbol transmisor, el árbol principal portacuchillas, las chumaceras y la caja de transferencia de marchas (150 rpm y 415 rpm) diseñada a base de engranes rectos, que incluye mecanismo o palanca de cambios. Las marchas han sido denominadas de la siguiente manera: a) Marcha 1 (150 rpm): velocidad lenta, b) Marcha 2 (415 rpm): velocidad Irápida.

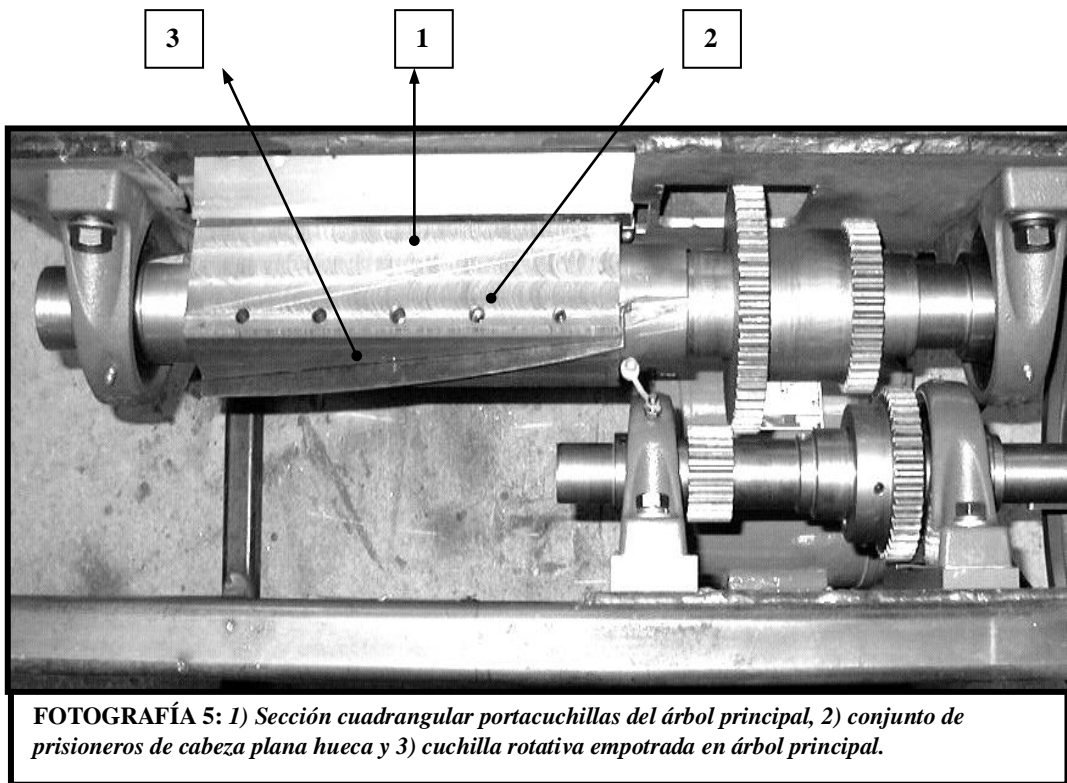


3) **Sistema de corte:** consta de dos subsistemas, los que combinados, provocan el efecto cizalla destructor de los desperdicios:

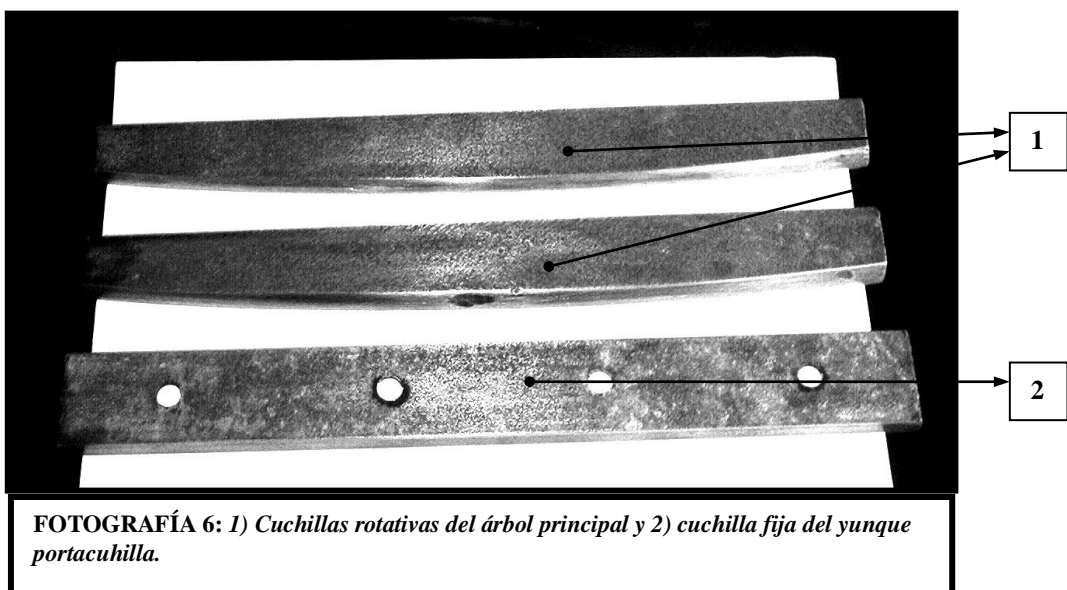
a. Yunque portacuchilla: compuesto de un yunque cuadrado de acero A36 de 50mm x 50mm, una cuchilla en acero para herramienta (DF2) de 8mm de espesor y un juego de pernos avellanados (M8x1.25mm x 12mm long.) de sujeción. Además posee una base soportante de apoyo para el yunque, el mismo que se acopla en ella por medio de sus roscas M10x1.5mm, sujetándolo con ayuda de unas arandelas planas y tuercas para llave de 17mm. El yunque también tiene un par de pernos M12x1.75mm adaptados para calibración de distancia de roce entre cuchillas (manipulables con una llave de 22mm.).



b. Sección cuadrangular: se refiere a la sección cuadrangular portacuchillas del árbol principal, en la cual se ensamblan cuatro cuchillas en acero para herramientas (DF2) de 8mm de espesor, mediante un conjunto de prisioneros de cabeza plana (M8x1.25mm, longitud variable).



FOTOGRAFÍA 5: 1) Sección cuadrangular portacuchillas del árbol principal, 2) conjunto de prisioneros de cabeza plana hueca y 3) cuchilla rotativa empotrada en árbol principal.




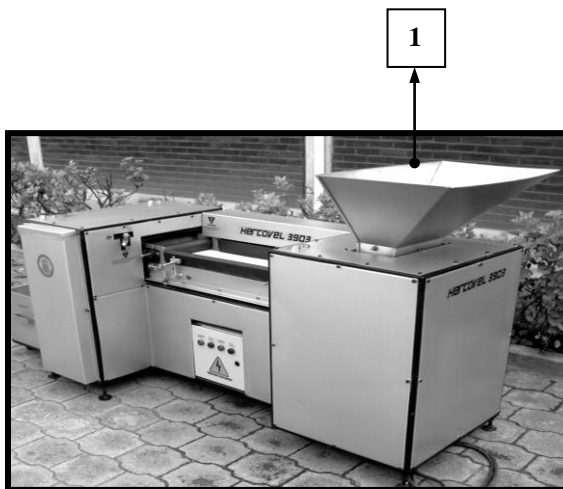
FOTOGRAFÍA 6: 1) Cuchillas rotativas del árbol principal y 2) cuchilla fija del yunque portacuchilla.

4) **Sistema de alimentación:** consta de cuatro subsistemas:

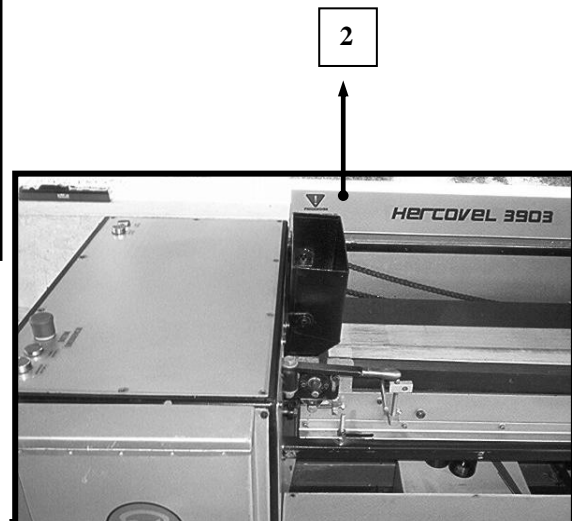
a. **Subsistema de admisión:** este sistema presenta dos modalidades:

- **Admisión dosificada:** la conforma una tolva de 750 mm x 450mm en boca de admisión y garganta bajante de 300mm x 150mm; ésta última junto a un damper de regulación permiten el acceso fraccionado y uniforme de la carga. Los despojos a intervenir serán: ristras, folio PVC, folio aluminio, folio formado - sellado, instructivos, etiquetas y estuches.
- **Admisión directa:** la constituye una tolva de 310mm x 100mm en boca de admisión y garganta bajante de 310mm x 70 mm.


 **NOTA:** El damper no debe ser removido por el operador, será el personal de mantenimiento quien disponga la posición de dicho elemento.



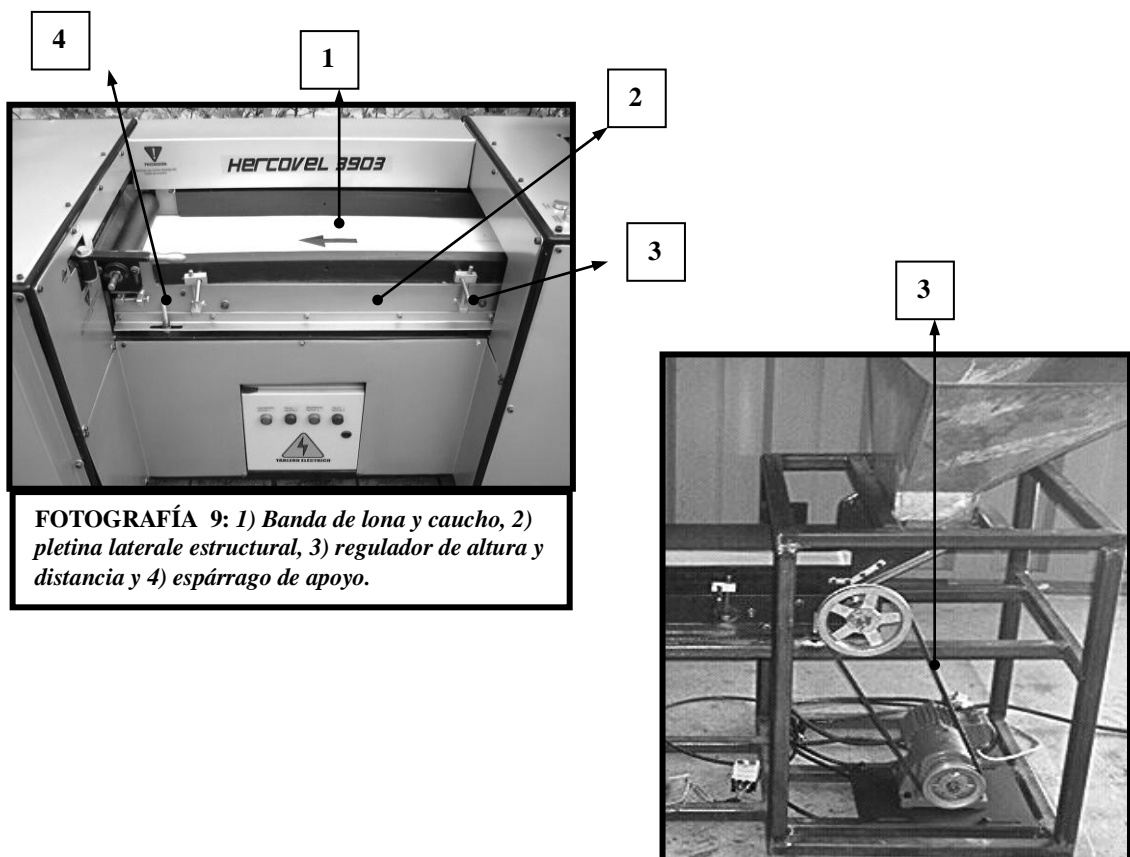
FOTOGRAFÍA 7: 1) Tolva de admisión dosificada.



FOTOGRAFÍA 8: 2) Tolva de admisión directa.

 **NOTA:** Esta tolva de admisión directa es un accesorio que debe montarse solamente cuando se procura la destrucción de ristras con producto encapsulado.

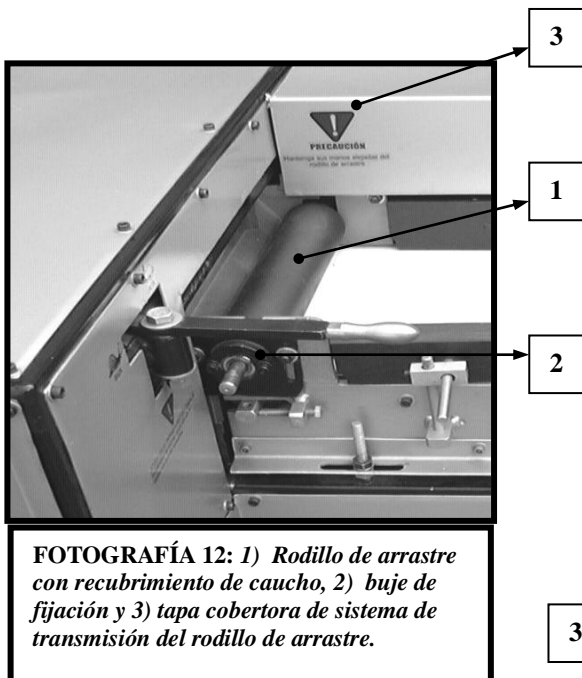
b. Banda de alimentación: compuesta de una banda alimentadora de lona con recubrimiento de caucho (BFC), que desplaza el material hacia la zona de picado con ayuda de un juego de poleas simples (reducción 5:7), un motorreductor eléctrico (80 rpm / $\frac{3}{4}$ Hp), una banda de transmisión (AP 55) y dos rodillos deslizantes (ϕ : 50mm x L: 300mm) a una velocidad aproximada entre 9 - 10 (m/min). Consta además de las pletinas laterales estructurales en las cuales se montan todos los elementos anticipados, dos tensores para la banda, los cuatro bujes de fijación de los rodillos deslizantes y los accesorios reguladores de alturas y distancias. Toda la banda se apoya a la estructura en cuatro espárragos M10x1.5mm. con ayuda de tuercas, contratuercas y arandelas planas. El motorreductor se activa pulsando su respectivo botón de arranque sólo cuando se halla encendido el motor principal.



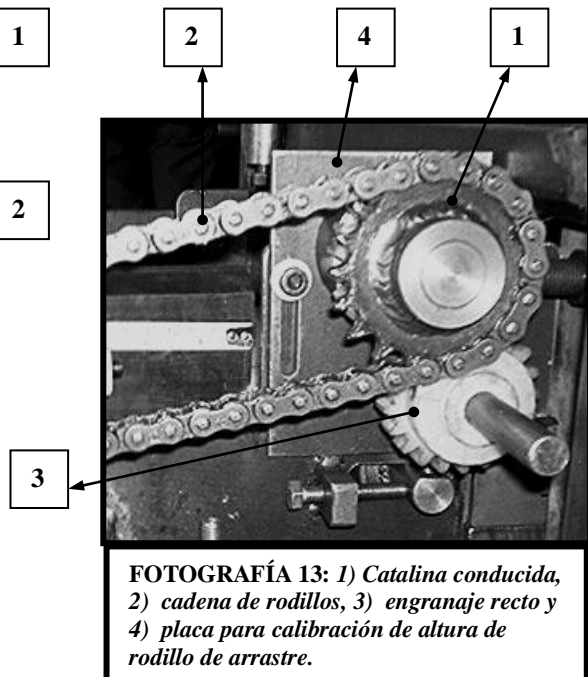
Rodillo de arrastre: constituido por un rodillo hueco de acero galvanizado (ϕ : 50mm x L: 300mm) con recubrimiento de caucho para alto desgaste (espesor 7 mm). El giro de este elemento es contrario al de la banda transportadora, y está motivado por el mismo motorreductor y juego de poleas del sistema de alimentación; pero, se ayuda de un conjunto de catalinas (relación 1:1) y una cadena que consiguen trasladar la energía mecánica hacia el punto de admisión de los desechos en la zona de picado (donde se encuentra el rodillo). Adicionalmente, cuenta con un juego de engranes rectos (relación 1:1) en poliamida que permiten la inversión del movimiento de rotación proveniente del motor. Este rodillo evita la acumulación de desechos en la banda mediante el agarre que generan los coeficientes de fricción de la lona y del caucho. Son necesarios para el apoyo del rodillo de arrastre un par de bujes de fijación emperrados a las laterales estructurales de la banda.



ADVERTENCIA: Prevenir a los operadores sobre el riesgo que implica acercar las manos a este rodillo; es un punto de alto riesgo de trabajo.

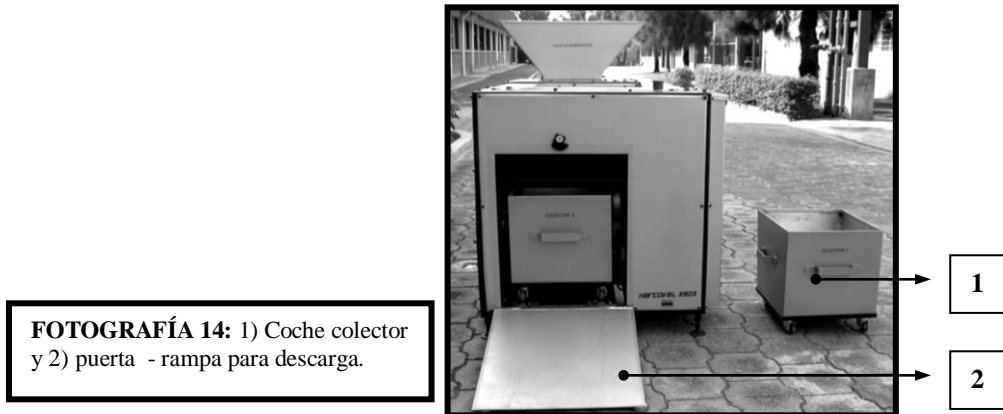


FOTOGRAFÍA 12: 1) Rodillo de arrastre con recubrimiento de caucho, 2) buje de fijación y 3) tapa cobertora de sistema de transmisión del rodillo de arrastre.



FOTOGRAFÍA 13: 1) Catalina conducida, 2) cadena de rodillos, 3) engranaje recto y 4) placa para calibración de altura de rodillo de arrastre.

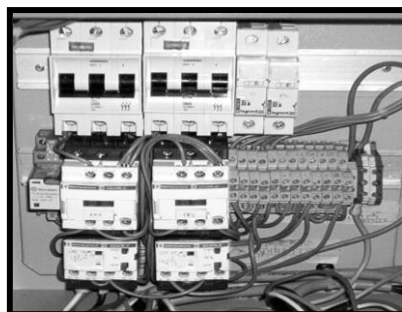
- 5) **Zona de descarga:** conformado por una zona de evacuación, en la que se insertan dos colectores móviles que recogen los desechos picados. Además, consta con una puerta - rampa de descarga para extraer los colectores.



- 6) **Sistema eléctrico:** constituido por un conjunto de contactores (2), relay, relés térmicos (2), breakers de seguridad (2), borneras de conexión, cables de potencia y alambres de control que manipulan el accionar eléctrico de los componentes de la máquina; éstos son:

- a.- Botonera de paro de emergencia
- b.- Botonera de arranque y paro del motor principal
- c.- Luces de encendido y fallo del motor principal
- d.- Dos botoneras de arranque y paro del motorreductor
- e.- Luces de encendido y fallo del motorreductor
- f.- Microswitch de paro de seguridad en zona de descarga.

El control de eléctrico no permite el arranque del motorreductor si es que el motor principal no está encendido. El microswitch detiene por completo la máquina por seguridad ante la evacuación de desechos en zona de descarga.



FOTOGRAFÍA 15: Circuito eléctrico de potencia

1.4. CALIBRACIÓN CÁMARA PICADORA HERCOVEL 3909

La metodología de calibración está basada en **técnicas de ajuste**, las cuales se ejecutan mediante pernos, prisioneros, arandelas, tuercas, roscas, agujeros pasantes y oblongos.



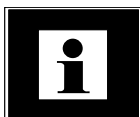
ADVERTENCIA: Como norma de seguridad, los operadores deben conocer que para cualquier procedimiento de ajuste es indispensable que la máquina se encuentre detenida, desconectada y presionada su botón de emergencia.

A fin de concebir en detalle una explicación apropiada de los métodos de calibración, es necesario declarar 5 grupos de mecanismos en los cuales se debe intervenir; en cuyos casos se distinguen los pasos a seguir para adaptar la máquina a un eficiente desempeño durante un proceso de destrucción; así:

1.4.1. Selección de transferencia de velocidad: ajuste gobernado por la palanca de cambios, la misma que efectúa la transferencia de marcha en conformidad con la necesidad demandada para un despojo específico.

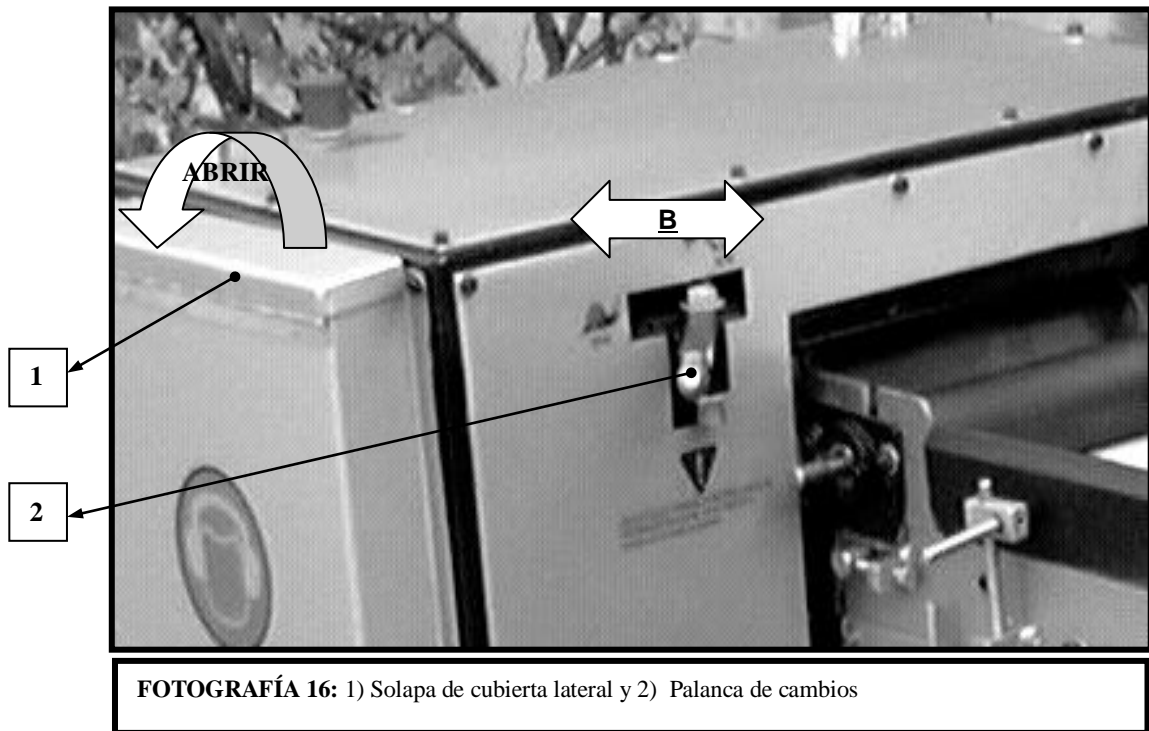


ADVERTENCIA: La transferencia se la ejecuta con la máquina totalmente parada



NOTA: El criterio de destrucción requerido designará la velocidad a utilizarse, recordando que la velocidad recomendada de trabajo es aquella que se genera en la posición 1 (baja). Se empleará la posición 2 (alta) para casos específicos de destrucción en los que la exigencia de un corte minucioso se hace indispensable (ej: documentación confidencial, ristras con comprimidos y peticiones especiales bajo consentimiento del Dpto. de Mtto.).

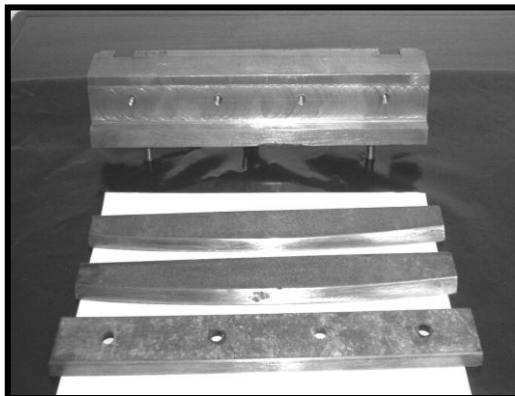
Para la ejecución de la transferencia es necesario que los operadores “embraguen” la máquina moviendo la polea 12” del eje de transmisión con la mano al levantar la solapa de la cubierta lateral. Una vez que la máquina demuestra accesibilidad al cambio es momento de desplazar la palanca hacia la posición requerida hasta escuchar el “click” de fijación del pivote, con el cual se indica la certera ubicación de los engranes.



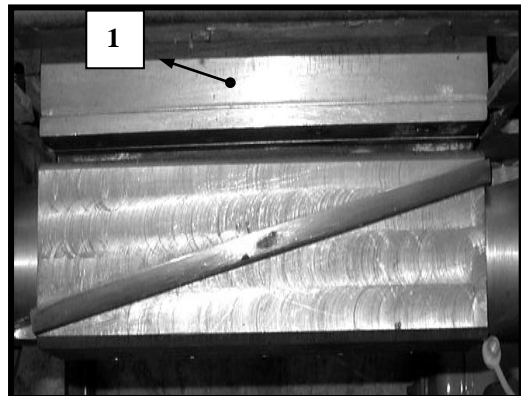
1.4.2. Yunque portacuchilla: este elemento dispone de un par de pernos M12x1.75mm adaptados para calibración de distancia de roce entre cuchillas, los cuales deben ser manipulados con una llave de 22mm. Dichos pernos se deberán girar en sentido horario para aumentar la separación entre cuchillas (en caso de que se escuche un roce excesivo) y en sentido antihorario para el efecto inverso (en caso de que el corte haya perdido calidad con el uso); siempre y cuando las tuercas de los pernos M10x1.5mm de sujeción de la base soporte hayan sido aflojadas previamente con una llave de 17mm. Se recomienda que el operador compruebe la separación manualmente, forzando al eje principal a girar al mover la polea de 12", y observando durante el roce entre cuchillas si éste es efectivo como para cortar un pedazo de papel. Si esta circunstancia no se comprueba, entonces es momento de calibrar verificando continuamente el corte y repitiendo el procedimiento hasta alcanzar el objetivo.



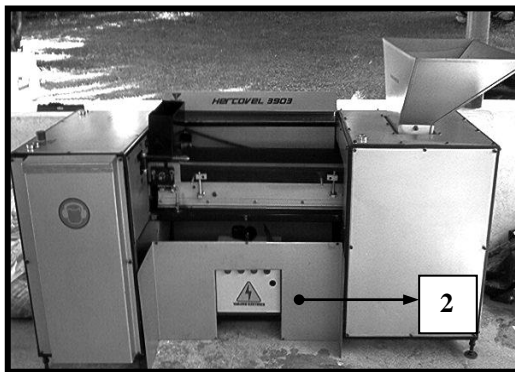
ADVERTENCIA: Para esta calibración es muy importante recordar que la máquina debe estar completamente desconectada y que el operador debe mantener extrema atención en el proceso para salvaguardar su integridad.



FOTOGRAFÍA 17: *Yunque portacuchillas desmontado y cuchilla fija*



FOTOGRAFÍA 18: *1) Yunque portacuchillas montado en máquina y operando junto a eje*



FOTOGRAFÍA 19: *2) Removiendo tapa para acceder a pernos de calibración de yunque.*



FOTOGRAFÍA 20: *Calibrando posición del yunque. Ajuste o desajuste de pernos M12.*

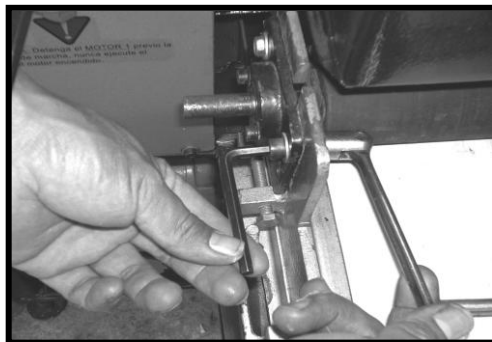
1.4.3. Tolva de alimentación 1 y 2: la opción de selección de las tolvas facilita una mayor versatilidad en el procesamiento, por cuanto es importante reconocer el tipo de desperdicio para determinar el medio de alimentación (alimentación dosificada o alimentación directa). Se recuerda aquí lo descrito anteriormente durante la explicación de los tipos de alimentación, en los cuales se detalla el tipo de despojo que se tramitará por cada vía; así: las ristras, folios, estuches, instructivos y etiquetas se gestionarán vía tolva 1; mientras que, las ristras que contengan encapsulados se gestionarán vía tolva 2.

- Tolva 1: esta tolva posee un damper de regulación que controla la abertura de la garganta de admisión, dosificando la cantidad de material a intervenir en una cama uniforme.

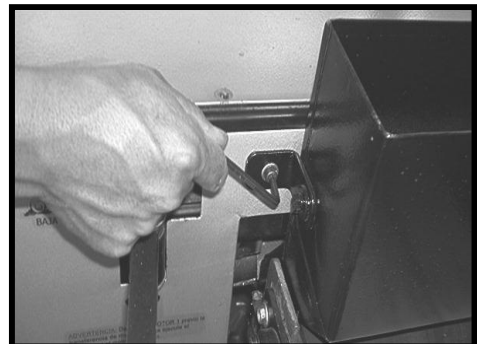


NOTA: Este damper se manipulará a través del personal de mantenimiento, por cuanto ningún operador de la máquina está autorizado a remover su posición.

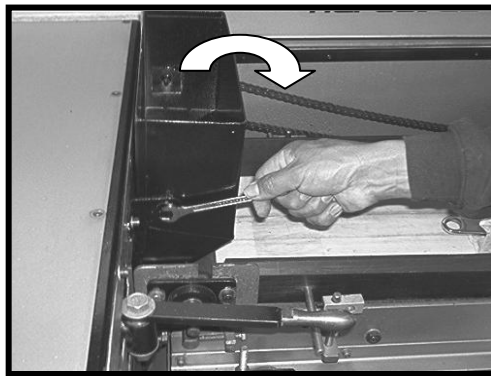
- Tolva 2: al tratarse la tolva 2 de un accesorio extra, éste se montará en la cubierta de protección de la zona de admisión; para lo cual se tiene que suprimir el uso de la banda de alimentación. Para acceder a tal hecho se debe remover hacia atrás la banda, al aflojar las tuercas de los espárragos M10x1.5mm de apoyo con una llave de 17mm. A continuación se desmonta el rodillo de arrastre aflojando las tuercas de los pernos M8x1.25mm, con una llave de 13mm y haciendo contra palanca con una llave hexagonal de 6mm. Luego se instala la tolva al empernarla en los agujeros M6x1mm y se la alinea la bajante con la cuchilla del yunque, observando cuidadosamente que la tolva no interfiera con la trayectoria de las cuchillas rotativas del árbol principal. La tolva también ofrece la oportunidad de rotar ligeramente su inclinación al aflojar los pernos M6x1mm de las pletinas soporte y reajustarlos con una llave de boca de 13mm.



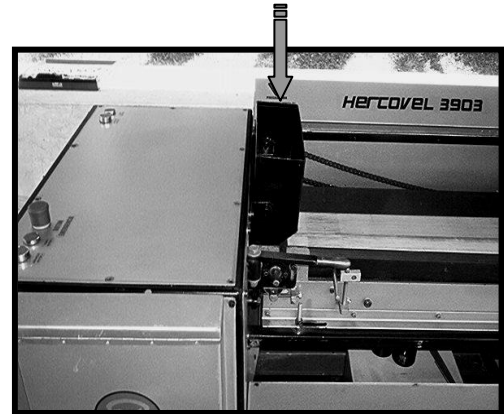
FOTOGRAFÍA 21: *Desmontando rodillo de arrastre.*



FOTOGRAFÍA 22: *Colocando y calibrando la posición de la tolva 2.*



FOTOGRAFÍA 23: *Calibrando y ajustando la rotación de la tolva 2*

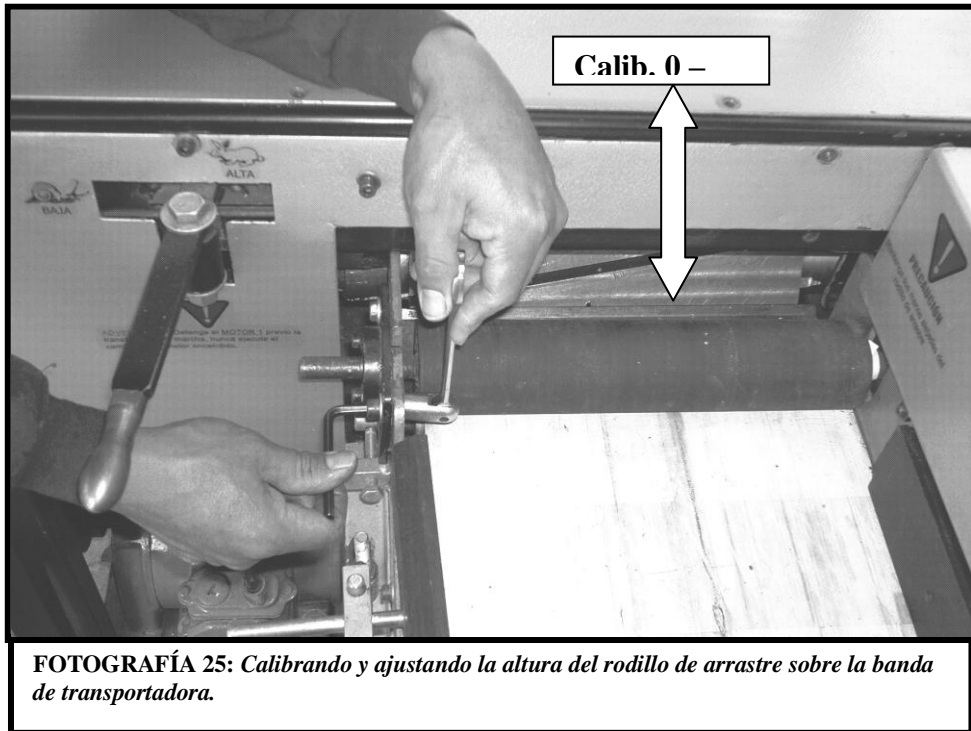


FOTOGRAFÍA 24: *Tolva 2 en posición de funcionamiento.*

1.4.4. Rodillo de arrastre: la capacidad de arrastre que provoca el rodillo está en relación directa con el coeficiente de fricción entre el caucho del rodillo, la lona de la banda de alimentación y el material del desperdicio. Por tal razón, resulta conveniente intervenir en este parámetro para lograr una buena admisión de los desperdicios hacia la zona de corte y evitar obstrucciones a causa de la acumulación de material. Este particular se obtiene calibrando el posicionamiento vertical (altura) del rodillo respecto a la lona de la banda. El procedimiento consiste en aflojar las tuercas de los pernos M8 con una llave de 13mm; ejerciendo, a la vez, contra palanca en la cabeza de cada perno mediante una llave hexagonal de 6mm. Una vez aflojados los elementos de sujeción se alinea verticalmente al rodillo a una altura específica (de acuerdo al tipo de material a tramitar) para que vuelvan a ser ajustados luego de haber determinado la posición exacta.

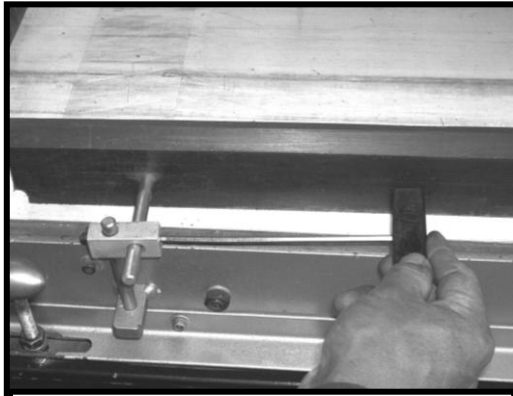
Mediante pruebas experimentales se han determinado que:

- La altura de colocación del rodillo será de **0 – 1 mm** desde la superficie de la banda ***para procesar documentación confidencial, instructivos, estuches, etiquetas, folio de PVC, folio de aluminio y folio sellado sin formación de alvéolos.***
- La altura de colocación del rodillo será de **2 – 4 mm** desde la superficie de la banda ***para procesar ristras y folio sellado con formación de alvéolos.***

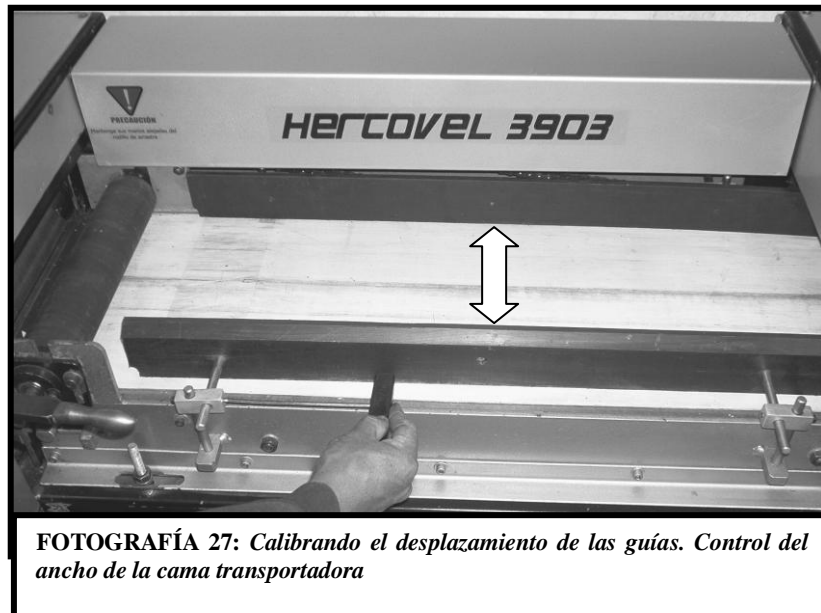


FOTOGRAFÍA 25: Calibrando y ajustando la altura del rodillo de arrastre sobre la banda de transportadora.

1.4.5. Guías laterales de banda de alimentación: estos elementos se sujetan a la estructura de la banda mediante un conjunto de reguladores de distancias que permiten considerar variantes en la utilización del espacio efectivo de la lona; todo esto con el objetivo de mediar una mejor transportación de los desperdicios hacia la zona de corte. La manipulación se lo efectúa gracias a la existencia de prisoneros M5x0.8mm que aseguran los ejes pasadores en las piezas soportes, calibrando de esta manera el espaciamiento entre las guías. Para llevar a cabo este procedimiento es necesario la utilización de una llave hexagonal de 3mm.



FOTOGRAFÍA 26: Aflojando los prisioneros con llave hexagonal de 3mm.



FOTOGRAFÍA 27: Calibrando el desplazamiento de las guías. Control del ancho de la cama transportadora

1.5. PUESTA EN MARCHA Y MANEJO DE CÁMARA PICADORA HERCOVEL 3903

Ante el previo conocimiento de cada uno de los sistemas, elementos y mecanismos componentes del equipo, es momento de arrancar con el procesamiento; no sin antes recordar que el operador debe estar consciente de su responsabilidad en el manejo adecuado de este manual y de la **GUIA DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS**.



NOTA: Advirtiendo el eminente riesgo que implica la operación de la HERCOVEL 3903 se impone como normativa fundamental la utilización del equipo de seguridad apropiado, este es: orejeras, guantes de malla, gafas protectoras y cinturón de seguridad antilumbago.

Con estos preliminares, se detallan los pasos a seguir para el arranque y operación del equipo:

- 1) **Observación del área:** **ambos operadores** verificarán la inexistencia de elementos obstaculizantes y personas ajenas al procedimiento que dificulten o comprometan la normal operación.
- 2) **Participación de los operadores:** al ser dos operadores los que deberán trabajar en la máquina, uno de ellos (**oper.1**) se encargará de la alimentación, dosificación y observación de los desperdicios previo ingreso a la zona de destrucción; el otro operador (**oper.2**) se responsabilizará del vaciado de los coches colectores y la clasificación de los remanentes procesados. Es necesario que ambos mantengan su atención en el proceso para presionar el botón de emergencia en caso de suscitarse un incidente de riesgo.
- 3) **Verificación de posición del coche colector:** el **oper.2** comprobará la correcta ubicación del coche colector al interior de la zona de descarga, puesto que el mismo acciona un microswitch de control que restringe el encendido si el

colector no está bien ubicado o es removido de su posición durante la operación.

4) **Selección de marcha de operación:** el equipo dispone de dos velocidades que modifican la rapidez de giro del eje de corte; por cuanto interviene directamente en la calidad de destrucción. **La velocidad de operación normal del equipo es aquella denominada “baja” (150 RPM)**, con la cual está apto para cubrir la demanda de destrucción. Sin embargo, la disposición de la otra velocidad, **“rápida” (415 RPM)**, **permite tramitar desperdicios cuya naturaleza requiere mayor índice destrucción**, como por ejemplo: documentación confidencial, ciertos instructivos (previa indicación del demandante) y ristras con encapsulados.

5) **Encendido de motor principal:** **oper.1** pulsará el botón verde de arranque del motor 1. Este motor no arrancará si el coche colector no está ubicado correctamente en su lugar.

6) **Encendido del motor de la banda (en caso de alimentación dosificada):** el accionamiento de este botón verde de arranque del motor 2 también estará a cargo de **oper.1**. Este motor no arrancará si el motor principal no se encuentra encendido.

7) **Alimentación dosificada:** el **oper.1** dosificará sobre la tolva de alimentación 1 todos los desperdicios concernientes a instructivos, estuches, etiquetas, folio de PVC, folio de aluminio, folio formado - sellado y ristras sin encapsulados. Durante esta alimentación es necesario no exagerar en la provisión de los despojos, pues una alimentación exagerada no permite una buena gestión de destrucción y puede comprometer los elementos. El administrar los desechos según clase y dimensiones es una acción beneficiosa.

8) **Alimentación directa:** el **oper.1** dosificará sobre la tolva de alimentación 2 exclusivamente las ristras con encapsulados. Durante este proceso no se debe exagerar en la provisión de desechos.



ADVERTENCIA: NUNCA deberán procesarse ristras con comprimidos.

9) **Alimentación sobre banda:** el **oper.1** deberá procesar los desperdicios de carácter confidencial al alimentarlos directamente sobre la banda, lo más alejadamente posible del rodillo de arrastre.



ADVERTENCIA: NO administrar bloques de papel con espesores mayores a 3mm. No es necesario retirar arapas ni clips del bloque.

10) **Control de evacuación:** el **oper.2** se responsabilizará de controlar frecuentemente el llenado del coche colector, debiendo presionar el pulsador rojo del motor principal (o solamente removiendo el colector de su posición) para detener la máquina y desalojar los desechos en fundas de mayor capacidad hacia los colectores respectivos, conforme lo señalan los procedimientos en la guía de gestión.

11) **Paro de motores:** cada motor posee su propio pulsador de paro, por cuanto permite a cualquier de los operadores manipular a discreción esta función. Cuando la máquina haya terminado el proceso destrucción, además de detener los motores también deberá presionarse el botón de emergencia.

12) **Control de estado de motores:** cada motor tiene su luz indicadora correctamente señalada en la compuerta del tablero eléctrico, con las que comprobarán los estados de los motores (en marcha o fallo).

13) **Limpieza del área y del equipo:** es necesario efectuar estos procedimientos cada vez que la máquina haya sido utilizada, a fin de mantener estándares de trabajo que protejan la salud ocupacional de los operadores y el buen estado de los mecanismos del equipo.

1.6. OPERACIÓN CÁMARA PRENSADORA PRENSCOVEL 5651

1.6.1. Datos técnicos principales

DIMENSIONES DE LA PRENSADORA (L x P x H):	2000 x 850 x 1300
PESO NETO:	275 Kg. aprox.
PRESIÓN DE AIRE REQUERIDA:	5 - 6 bares
CAPACIDAD MÁXIMA DE PRENSADO:	4500 Kg ~ 44000 N
GAMA DE DESECHOS PROCESABLES:	Frascos de vidrio, tubos colapsibles y tapas alumínicas.
GAMA DE DESECHOS IMPROCESABLES:	Papel, estuches, folios, ristras, cartón y ristras con producto (comprimidos o encapsulados)
CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO:	Referirse a las tablas de capacidades por desecho tramitado
ALTURA MÁXIMA DE ADMISIÓN EN BANDEJA:	Hasta de 120 mm de alto (alto de la bandeja móvil)
NÚMERO DE OPERADORES RECOMENDADOS:	1 persona

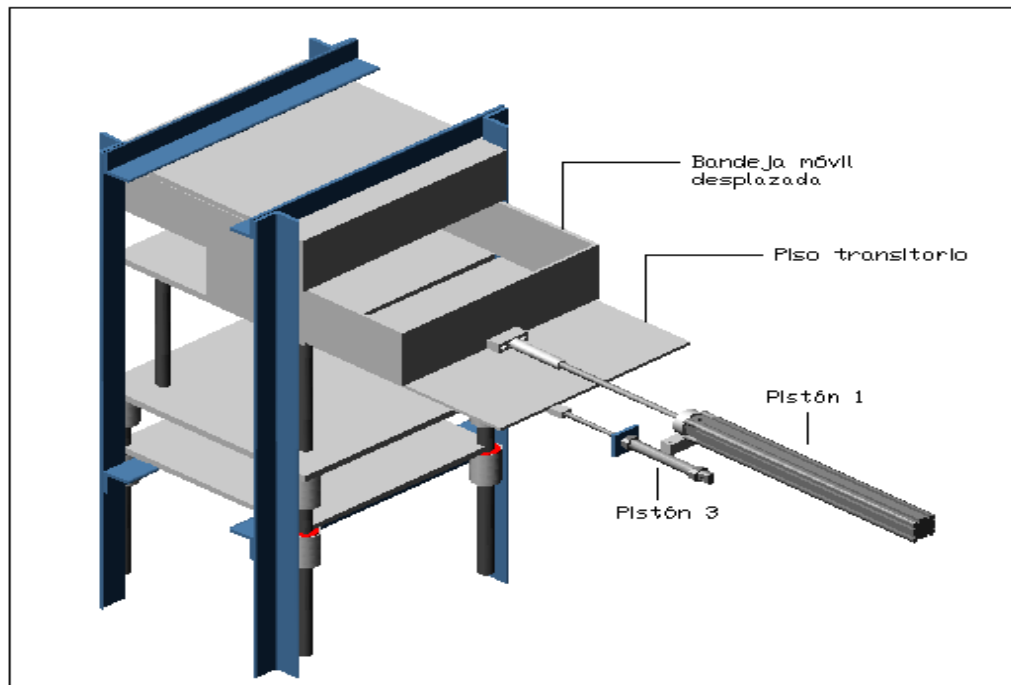
1.6.2. Descripción de operación

Para el caso de la prensadora, los parámetros de calibración no son tan críticos, dado que el principio de la misma se reduce a comprimir todo su contenido a un mínimo volumen.

De igual manera que en la cámara picadora, una descripción básica de la operación de la prensadora se facilita agrupando a los elementos en subsistemas funcionales; así:

- 1) **Estructura principal:** constituida en la zona más crítica (zona de prensado) por vigas y columnas de perfil L de alas iguales de 65x65x8mm. en acero estructural A36.
- 2) **Estructura secundaria:** compuesta de perfil cuadrado (tubo) de 40x40x3mm y perfil L de alas iguales de 30x30x3mm que servirán para la colocación de los subsistemas anexos.

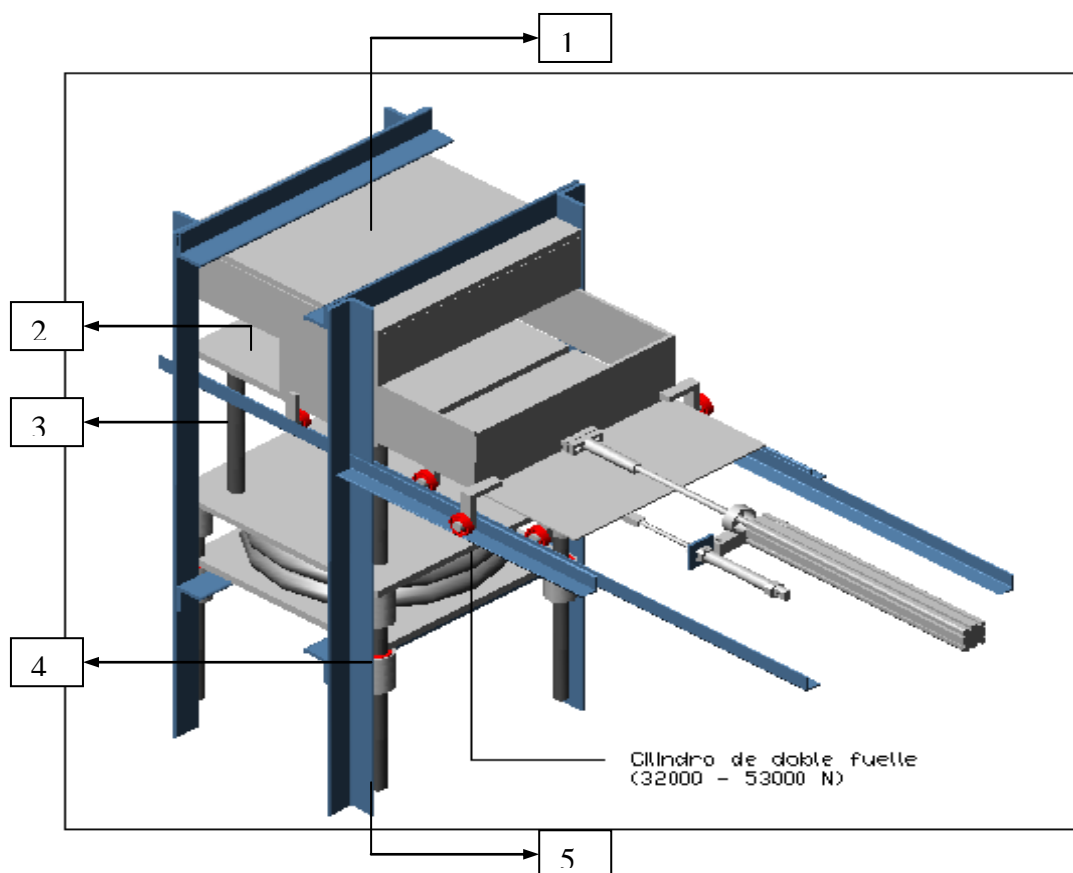
- 3) **Sistema de alimentación:** conformado por una bandeja móvil de paredes de acero A36 de 405x115mm y 6mm de espesor, la misma que es impulsada por un cilindro neumático de doble efecto DNC-32-400-PPV (marca Festo). El movimiento lo ejecuta con la ayuda de elementos rodantes; en este caso, dos pares de rodamientos sobre un perfil L de 30x30x3mm. Consta también de un piso transitorio de 400x400mm y 6mm de espesor (que permite la alimentación o evacuación de los desperdicios), cuyo desplazamiento alternativo es promovido por otro cilindro neumático de doble efecto de similares características que el citado anteriormente.



BOSQUEJO 1: *Bandeja móvil, piso transitorio y actuadores neumáticos*

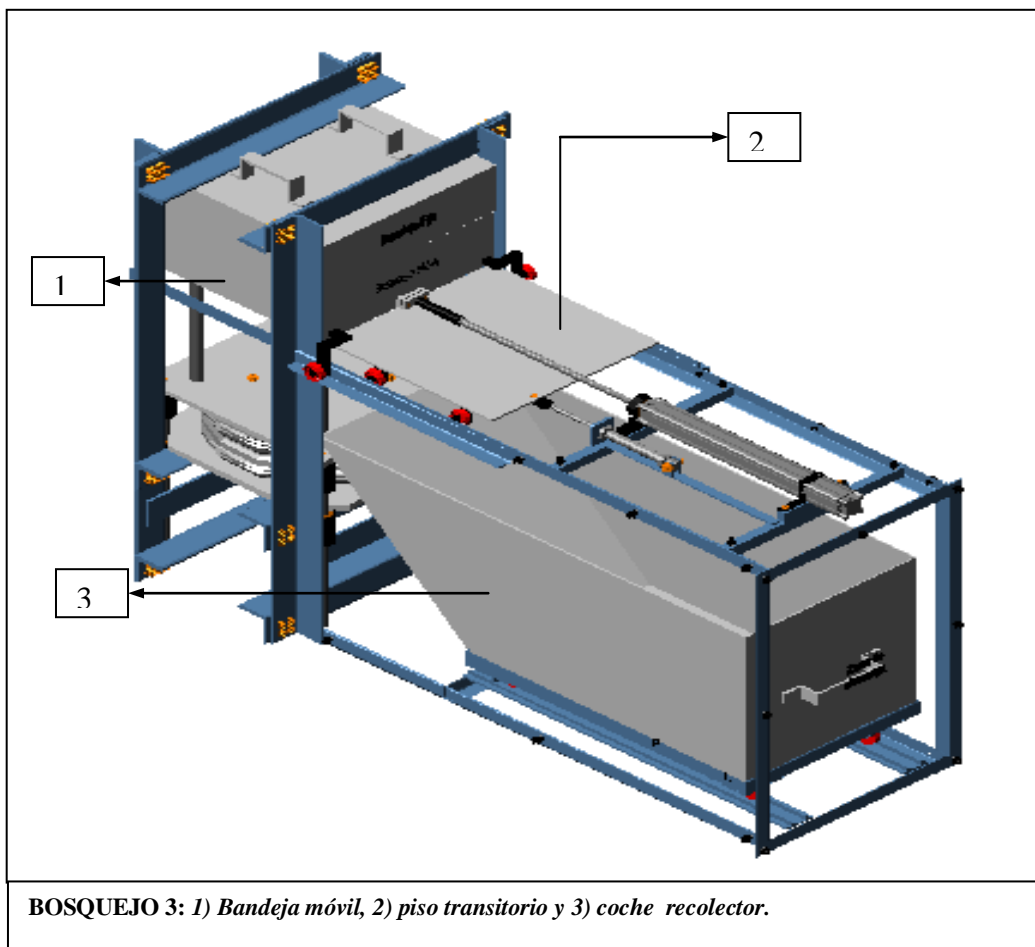
- 4) **Sistema de compresión:** constituido por una bandeja fija cuyas paredes de acero A36 laterales son de 12mm de espesor y 429x110mm, una plancha superior fija de acero de 12mm de espesor 430x430mm (soldada a las vigas de la estructura principal), una plancha ascendente / descendente de acero de 400x400mm y 12mm de espesor y un cilindro neumático de doble fuelle y simple efecto

EB - 385 – 230 (marca Festo), como generador del movimiento ascendente o descendente de la plancha inferior móvil (para efectos propios de prensado). Sin embargo, el cilindro no se acopla directamente sobre esta plancha, lo hace sobre una de similares características que se encuentra separada por una distancia equivalente al recorrido máximo del cilindro; son 4 columnas de acero de transmisión de ϕ 22mm (por existencia en bodega) las que relacionan ambas planchas para transmitir la fuerza de prensado. Estos últimos elementos; junto a otras cuatro columnas guías de ϕ 22mm del mismo acero y apoyadas en un juego de bocines de bronce fosfórico, proporcionan un desplazamiento uniforme de la plancha prensadora. En la cara inferior del cilindro de fuelle existe una plancha base soporte de acero de 429x429mm y 12mm de espesor sobre la cual se asienta este importante mecanismo neumático.



BOSQUEJO 2: 1)Placa superior, 2) placa asc.endente/descendente, 3)columna transmisora, 4) bujes de bronce y 5) columnas guías

5) **Zona de descarga:** constituido por la misma bandeja móvil de alimentación, la cual alterna sus funciones de admisión o evacuación mediante un piso transitorio (acero de 6mm de espesor); dependiendo de la fase del proceso en el que se encuentre la prensadora. Este desplazamiento alternante es proporcionado por un cilindro de doble efecto. La evacuación final se la produce en la zona de descarga donde un coche colector recoge los desperdicios triturados que han sido barridos desde el interior de la zona de compresión. De forma similar a la cámara de picado, en este equipo también se extrae desde la zona de descarga un coche colector a través de la puerta – rampa con los desechos procesados, para que sean clasificados y dispuestos finalmente en los colectores municipales.



BOSQUEJO 3: 1) *Bandeja móvil*, 2) *piso transitorio* y 3) *coche recolector*.

6) **Sistema neumático:** este sistema controla el accionar de la máquina en conformidad con la fase del proceso, para tal efecto se hace necesario la presencia de los elementos neumáticos de control lógico y accesorios como unidad de mantenimiento LFR - 1/4 – D – MINI - A, válvulas de impulsos JH - 5 - 1/4 (3), válvulas de rodillo R - 3 - M5 (2), transmisores de señal neumática PPL - 1/8 (2), silenciadores U - M5 (2), tapones, racores, derivaciones T y tubo de poliuretano para conducción de aire. Estos dispositivos manipulan los actuadores neumáticos de la máquina; los cuales se listan a continuación:

- a.- Pulsador T -22 S y válvula de panel SV - 3 - M5 para arranque
- b.- Cilindro doble fuelle simple efecto EB - 385 - 230 (prensado)
- c.- Cilindro doble efecto DNC - 32 - 400 - PPV (barrido)
- d.- Cilindro doble efecto DNC - 32 - 400 - PPV (piso transitorio)

1.7. PUESTA EN MARCHA Y MANEJO DE CÁMARA PRENSADORA PRENSCOVEL 5651

Ante el previo conocimiento de cada uno de los sistemas, elementos y mecanismos componentes del equipo, es momento de arrancar con el procesamiento; no sin antes recordar que el operador debe estar consciente de su responsabilidad en el manejo adecuado de este manual y de la **GUIA DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS**.



NOTA: Advirtiendo el eminente riesgo que implica la operación de la PRENSCOVEL se impone como normativa fundamental la utilización del equipo de seguridad apropiado, este es: guantes de malla, gafas protectoras y cinturón de seguridad antilumbago.

Con estos preliminares, se detallan los pasos a seguir para el arranque y operación del equipo:

- 1) **Observación del área:** el operador verificará la inexistencia de elementos obstaculizantes y personas ajenas al procedimiento que dificulten o comprometan la normal operación del equipo.
- 2) **Participación del operador:** el operador se encargará de la alimentación, dosificación y observación de los desperdicios previo ingreso a la zona de prensado; y, él mismo se responsabilizará del vaciado del coche colector y la clasificación de los remanentes procesados. Esta circunstancia se facilita porque el volumen tramitable en esta cámara es pequeño.
- 3) **Verificación de pernos en vigas superiores de estructura principal:** es importante inspeccionar el ajuste adecuado de los pernos en las vigas que sujetan la plancha o techo de prensado antes de ejecutar la operación; pues una deficiencia en el apriete podría provocar incidentes inesperados.

4) **Verificación de posición del coche colector:** previo al accionamiento del pulsador de arranque, el responsable comprobará la correcta ubicación del coche colector al interior de la zona de descarga, para evitar derrames fuera de dicha zona.

5) **Alimentación:** el operador administrará sobre la bandeja móvil de alimentación - evacuación frascos de vidrio, tubos colapsibles por clase de desperdicios; evitando al máximo una conjunción entre ellos. Para este proceso, es indispensable que el operador tome en cuenta la siguiente tabla de admisión y la advertencia subsiguiente:

Condiciones de capacidad PRENSCOVEL 5651 (número máximo de frascos)

CAPACIDAD		
Volumen del frasco	Posición	Posición horizontal
[mL]	Cantidad No.	Cantidad No.
10	6	28
20	8	27
30	3	12
60	2	10
90	3	13
120	3	9
250	3	12



ADVERTENCIA: Para la gestión de trituración los tubos colapsibles no deben sobrepasar el 3er. piso de apilamiento ordenado, para aquellos varían de 0 – 30 gr. de capacidad; y, el 2do. piso de apilamiento ordenado, para aquellos que superen los 30 gr. de capacidad. En caso de tapas, se sugiere no sobrepasar el 3er. piso.

6) **Arranque del proceso:** una vez que la alimentación ha cumplido con las normativas y los despojos se encuentran listos para ser destruidos en el interior de la bandeja móvil, el operador activará el botón pulsador con el cual dará inicio al ciclo de prensado. Durante el proceso, el responsable no podrá intervenir en la máquina hasta que el ciclo de alimentación – prensado – evacuación haya sido completado. El ciclo puede ser repetido tantas veces se

requiera conforme se administren los desperdicios en la bandeja móvil de alimentación y el coche colector no haya saturado su capacidad.

7) **Control de evacuación:** el operador se responsabilizará de controlar frecuentemente el llenado del coche colector, debiendo detener los ciclos para desalojar los desechos en fundas de mayor capacidad hacia los colectores respectivos, conforme lo señalan los procedimientos en la guía de gestión.

8) **Limpieza del área y del equipo:** es necesario efectuar estos procedimientos cada vez que la máquina haya sido empleada, a fin de mantener estándares de trabajo que permitan proteger la salud ocupacional de los operadores y el buen estado de los mecanismos del equipo a pesar de sus posibles contaminaciones.

Capítulo 2:
MANTENIMIENTO

Picadora HERCOVEL 3903
Y
Prensadora PRENSCOVEL 5651

2.1. MANTENIMIENTO DE LA CÁMARA PICADORA

2.1.1. Régimen de limpieza

Por los tipos de materiales que maneja la cámara, un elemento indispensable en el trabajo de mantenimiento es la limpieza continua de la misma; especialmente de los elementos mecánicos. De esta manera se han establecido fases de limpieza de acuerdo a las categorías de necesidad estimadas en tres grados:

- **Grado 1.-** período de limpieza que se deberá efectuar una vez por semana en los elementos mecánicos cuyo contacto con los desechos es directo. Éstos son prioritarios para el funcionamiento eficiente de la máquina y son considerados susceptibles a daños por rayadura, corrosión o desgaste; mencionando en esta clase a los siguientes: 1) Banda transportadora, 2) Rodillo de arrastre, 3) Sistema de sujeción y calibración del rodillo (bujes de fijación y placas soportes), 4) Yunque portacuchilla, 5) Base soporte del yunque, 6) Cuchillas fija y móviles, 7) Sección cuadrada portacuchillas del árbol principal.

- **Grado 2.-** son elementos en los que su rayadura o corrosión no altera directamente en el funcionamiento eficiente de la máquina; es más bien, la prolongación de la vida de los mismos y el aspecto estético lo que sugiere un período de limpieza de una vez cada quince días. Estos elementos son: 1) Tolvas de alimentación, 2) Placa de protección en zona de picado, 3) Coches colectores, 4) Tapas externas cobertoras y 5) Pletinas laterales estructurales, 6) Guías de banda alimentadora.

- **Grado 3.-** elementos mecánicos que no tienen contacto directo con los desperdicios, y cuya rayadura, desgaste o corrosión no son tan activos sobre su desempeño en la máquina. El período de limpieza se sugiere de una vez cada dos meses. Estos elementos son: 1) Estructura principal, 2) Motores y 3) Juegos de poleas.



ADVERTENCIA: Mientras se ejecute la limpieza, la máquina debe estar apagada completamente y desconectada de la red eléctrica; o en su defecto, presionado el botón de emergencia.



NOTA: Para efectos de la limpieza se recomienda el uso de spray desengrasante liviano, acompañado de un paño limpio sin pelusa. También es necesario el uso de un pequeño compresor portátil para ejecutar el trabajo de eliminación de pequeñas partículas de desecho por soplado. Este trabajo lo desempeñará el operador asignado con el equipo de seguridad adecuado para protección personal.

2.1.2. Régimen de lubricación

La lubricación* es imprescindible en aquellos elementos cuyo principio de trabajo se basa en el rozamiento. En conformidad con la funcionalidad de los elementos se ha definido el período de lubricación (por categorías o grados); quedando establecido el régimen de la siguiente manera:

- **Grado 1.-** considerada en esta categoría de importancia a la caja de transmisión por poseer elementos sometidos a contacto permanente. Ésta es catalogada como una caja semi - abierta; por cuanto debe tener sus engranes (4) abundantemente lubricados con **grasa tipo TRI 333 NGLI 2**, por lo que se sugiere efectuar este procedimiento una vez al mes.
- **Grado 2.-** se consideran en este punto a los elementos de rodadura más importantes de la cámara de picado, por estar sometidos a niveles considerables de cargas estáticas o dinámicas. Dichos elementos son los rodamientos (4) y las chumaceras (4) del eje de transmisión y del eje principal de corte. Por esta razón, los graseros propios de las chumaceras serán recargados con **grasa ligera tipo TRI 1-2-3 NGLI 2** en períodos regulares de una vez cada dos meses.

* **NOTA:** La clasificación **NGLI** y **SAE** se observa y comprueba en las recomendaciones pertinentes para los elementos mecánicos dentro del Catálogo de Lubricación "Tribology Tech – Lube".

▪ **Grado 3.-** pertenecen a esta categoría elementos de rodadura con menor condición de sometimiento; es decir, aquellos en cuyo desempeño no se comprueban mayores cargas estáticas o dinámicas. A este grado pertenecen los rodamientos del rodillo de arrastre (2), los rodamientos de los rodillos deslizantes de la banda alimentadora (4), el rodamiento de la catalina tensora(1), los rodamientos del buje de fijación del engrane inversor (2) y las garruchas de los coches colectores (8). En este grupo se incluyen también los elementos de transmisión mecánica, como la cadena y las catalinas motivadoras de la rotación del rodillo de arrastre. La lubricación se la realizará una vez cada tres meses con **grasa tipo TRI 1-2-3 NGLI 2** para todos los rodamientos y **aceite ligero tipo TRICO 100 SAE 10** para las garruchas y las catalinas.

▪ **Grado 4.-** incluidos en esta categoría los componentes necesarios para el ajuste (pernos, arandelas, roscas, tuercas, prisioneros, etc); especialmente en zonas de calibración. Estos accesorios no tienen un régimen muy definido, sin embargo se sugiere efectuarlo una vez cada tres meses, o cuando las calibraciones lo requieran. Para tal efecto se sugiere el empleo de **aceite ligero tipo TRICO 100 SAE 10**



NOTA: *Todo el procedimiento de lubricación de la cámara picadora estará a cargo del personal de mantenimiento.*

2.1.3. Régimen de chequeo y restitución

Parte clave de este régimen es la inspección de las cuchillas de corte; sugiriéndose realizar el chequeo y el afilado correspondiente de las mismas cada seis meses. Las cinco cuchillas son sustituibles en caso de daños mayores; sin embargo, la cuchilla fija del yunque puede ser reutilizable, si se especula en la opción de maquinar a manera de oblongos los agujeros pasantes de los pernos avellanados.

- De forma general, se considera conveniente efectuar un chequeo completo de la máquina una vez al año. Éste determinará el estado físico y operacional de los elementos mecánicos y eléctricos.
- Refiriéndonos a los elementos mecánicos más propensos a deterioro; se pondrá especial atención en el estado de la banda transportadora, verificando que la superficie de la misma no posea daños extremos, en los que la cubierta de PVC haya desaparecido por completo y que las lonas estén afectada considerablemente. Esta inspección hay que tenerla muy presente para sugerir restitución de la banda. De acuerdo al Catálogo de Icobandas, se ha empleado la banda **tipo BFC con unión vulcanizada (con 2 o 3 lonas y cubierta de PVC)**, con una longitud aproximada a 2120 mm. Además, dentro de esta misma categoría de susceptibilidad se considera al rodillo de arrastre, puesto que su recubrimiento de caucho; de 1.4mm de espesor al diámetro, puede deteriorarse irregularmente en respuesta a las condiciones de exigencia en la operación.
- En lo que respecta a las bandas de transmisión, éstas también deberán ser juzgadas por su apariencia física (sí es que no se ha comprobado operacionalmente fallas de tensión). Para casos de reposición, se destaca que las utilizadas para la cámara picadora son las **AP55** (en el motorreductor) y **AP60** (en el motor principal) de la marca Dayco.
- Por otro lado, el conjunto de chumaceras y rodamientos; conocido como soportes, tienen un período de vida útil medio estimado de 5 - 7 años para el régimen de operación estipulado, por lo que una inspección anual es suficiente; sin embargo, no se descartan daños mayores por causas indefinidas, para ello hay que considerar los tipos de soportes de piso empleados; los cuales son: **SNA 508 TA** (ϕ 35) y **SNA 510 TA** (ϕ 45) para el eje transmisor; y dos **SNA 511 TA** (ϕ 50) para el eje principal de corte. Las cuatro corresponden a la marca SKF.
- El equipo de rodamientos utilizados también se considera en un período de vida útil similar que el de los soportes, con las consideraciones pertinentes

debido a causas imprevistas. A continuación se definen los rodamientos seleccionados:

CANTIDAD	ELEMENTO DE LOCALIZACIÓN	TIPO RODAMIENTO
2	Bujes de fijación rodillo de arrastre	6004
2	Rodillo deslizante motriz banda alimentadora	6006
2	Rodillo deslizante conducido banda alimentadora	6004
2	Bujes de fijación eje engrane inversor	6004
1	Catalina tensora	6002

2.2. MANTENIMIENTO DE LA CÁMARA PRENSADORA

2.2.1. Régimen de limpieza

Factor circunstancial en el correcto manejo y prolongación de la vida útil de esta cámara es precisamente la limpieza. Mantener un régimen riguroso es esencial, porque las condiciones de trabajo en las que se desempeña esta maquinaria así lo exigen. Al prensar frascos o tubos, la sustancia pastosa formada (de polvillo de vidrio y derrames de soluciones líquidas y semisólidas) es un activo altamente corrosivo, que al no ser desprendido provoca alteraciones superficiales en las planchas de acero.

Ha sido necesario estipular; como en el caso de la cámara picadora, grados de limpieza para ciertos grupos de elementos; quedando establecidos de la siguiente manera:

- **Grado 1.-** para ejecutar el aseo de los componentes prioritarios, siempre será necesario remover la plancha superior de la zona de compresión; facilitando el acceso al interior de la misma. Cumplido este paso, se deberán limpiar los siguientes componentes: 1) Paredes laterales internas de las bandejas fija y móvil, 2) Cara interna de la plancha superior (removible), 3) Cara interior de la plancha inferior (prensadora), y 4) Cara superior del piso transitorio de alimentación - evacuación. Todo este procedimiento se lo realizará inmediatamente después de haber empleado la maquinaria.

- **Grado 2.-** son elementos cuya alteración superficial de corrosión o rayadura no afectan considerablemente el accionar de la máquina. Son cuestiones estéticas y de prolongación de vida útil lo que motiva un régimen de limpieza de una vez cada quince días. Estos elementos son: 1) Coche colector, 2) Tapas externas cobertoras.

- **Grado 3.-** limpieza que se deberá efectuar una vez cada mes en los elementos mecánicos y neumáticos que no se encuentran en contacto directo con los materiales triturados, pero que de una u otra manera se contaminan. Lo

más perjudicial para estos elementos es el polvillo de vidrio volátil; especialmente para los neumáticos. Estos componentes son: 1) Unidad de mantenimiento, 2) Válvulas de impulsos, 3) Válvulas de rodillo, 4) Transmisores de señal, 5) Silenciadores, 6) Cilindro de doble fuelle de simple efecto, 7) Cilindros de doble efecto para bandejas fija y móvil, 8) Plancha base de cilindro de fuelle, 9) Plancha y columnas transmisoras de fuerza de prensado, 10) Bujes de bronce y columnas guías para prensado y 11) Garruchas de bandeja móvil y rieles.

- **Grado 4.-** elementos mecánicos que no tienen contacto directo con los desperdicios, y cuya rayadura, desgaste o corrosión no son tan activos sobre su desempeño en la máquina. El período de limpieza se sugiere de una vez cada dos meses. Estos elementos son: 1) Estructura principal y 2) Estructura secundaria.



ADVERTENCIA: Durante el proceso de limpieza del equipo es necesario bloquear el suministro de aire girando la válvula de bola (media vuelta) de la red de alimentación.



NOTA: Para efectos de la limpieza se recomienda el uso de un paño de limpieza de fibra gruesa y resistente (ej: lustro desengrasante para utensilios de cocina), spray desengrasante, paño limpio sin y agua. También se recomienda el uso de aire comprimido para eliminación de partículas de desecho triturado por soplado; especialmente del polvillo de vidrio. Este trabajo lo desempeñará el operador asignado con el equipo de seguridad adecuado.

2.2.2. Régimen de lubricación

Este período también es primordial en la conservación de los constituyentes de la maquinaria; especialmente de las herramientas neumáticas, por su alta sensibilidad en comparación de los componentes mecánicos. Con esta consideración, se propone a continuación el seguimiento de lubricación* sobre la base de las condiciones de la cámara:

* **NOTA:** La clasificación **NGLI** y **SAE** se observa y comprueba en las recomendaciones pertinentes para los elementos mecánicos dentro del Catálogo de Lubricación "Tribology Tech – Lube".

- **Grado 1.-** respaldado en la explicación precedente, se considera en esta categoría las herramientas neumáticas; para prolongar la vida de: 1) Sellos O'Rings y 2) Mecanismos de sellado de las válvulas neumáticas. Para este grado se recomienda el uso de un **aceite T-ATO 32 SAE 10** en acompañamiento de un **aditivo antidesgaste (AW)** con periodicidad de una vez al mes.

- **Grado 2.-** pertenecen a esta asignación elementos de fricción y rodamiento como lo son: 1) Bujes de bronce de las columnas guías de la plancha prensadora, 2) Garruchas de la bandeja móvil, 3) Garruchas del coche colector y 4) Rieles de rodadura de las garruchas de la bandeja móvil. La frecuencia de lubricación será una vez cada dos mes con **grasa tipo TRI 1-2-3 NGLI 2.**

2.2.3. Régimen de chequeo y restitución

Primordial en este equipamiento resulta la comprobación del estado de las placas de acero, pues se ha definido que su participación directa con desechos de envasado; en los cuales se pueden contener potencialmente productos químicos, podría especular efectos corrosivos en el acero de composición, disminuyendo el período de vida útil sin es que no se aplica un régimen de mantenimiento acertado; por cuanto se recomienda al personal de mantenimiento llevar una agenda de inspección visual del equipo cada tres meses; a fin de certificar la situación de las placas.

- De forma general, se considera conveniente efectuar un chequeo completo de la cámara una vez al año; para determinar con certeza el estado físico y operacional de cada unos de los elementos; tanto neumáticos como mecánicos.

- Refiriéndonos a los elementos mecánicos más propensos a deterioro; se pondrá especial atención, como se dijo, en el estado de las placas de acero que componen los sistemas de compresión y alimentación. También es necesario conocer que los bujes de bronce fosfórico podrían presentar

desgaste a través del tiempo, favoreciendo desplazamientos laterales en el movimiento lineal de la placa ascendente que causarían desgaste y rayaduras en las placas de la zona de compresión.

- Respecto al sistema neumático, la circunstancia descrita anteriormente - los desplazamientos laterales en el movimiento lineal de la placa ascendente - generaría una demanda exigida **al cilindro de doble fuelle EB - 385 – 230** (Festo), lo cual podría facultar la deformación del elemento elástico del mismo. Tal situación comprometería la eficiencia del proceso.

- La unidad de mantenimiento, las válvulas y los cilindros actuadores podrían someterse a fallas de fuga; especialmente a causa de roturas en los sellos O’Rings o deficiencias en los mecanismos de sellado a través del uso (fuera del período de garantía de los accesorios). Estos acontecimientos podrían ocasionar eventos de reparación en los que se vuelve necesario la restitución de todo el elemento. Se listan a continuación los potenciales accesorios susceptibles de reemplazo:

CANTIDAD	ELEMENTO NEUMÁTICO
1	Unidad de mantenimiento LFR - 1/4 – D – MINI - A
2	Cilindro de doble efecto DNC - 32 - 400 - PPV
3	Válvula de impulsos JH - 5 - ¼
2	Válvula c/rodillo R - 3 - M5
1	Válvula de panel SV - 3 - M5
1	Pulsador T -22 S (negro)

- La vida útil de los racores, silenciadores, derivaciones y tubos está en dependencia directa con la calidad de operación que le brinde el usuario al equipo (eventualidad aceptada una vez considerado el satisfactorio cumplimiento de la garantía de fabricación); esto es, el fiel cumplimiento de las recomendaciones descritas en este manual del equipo; sin embargo, no se descartan las contravenciones en la utilización por cuanto es recomendable mantener revisiones continuas.

ANEXO 14

DOCUMENTO DE RESPALDO

Coronel Godoy Hernán Patricio

De: Godoy Cruz Marcelo Eudoro
Enviado: Martes, 04 de Mayo de 2004 9:43
Para: Coronel Godoy Hernán Patricio
Asunto: RV: Solicitud de información



-----Mensaje original-----

De: Wickhusen Rick Peter Hans Fritz
Enviado el: viernes 30 de abril de 2004 14:46
Para: Godoy Cruz Marcelo Eudoro
Asunto: RE: Solicitud de información

Ing. Godoy:
Una maquina para ristras, tabletas, cápsulas, frascos, ampollas etc. en Alemania tiene un Costo de ca. 15.000,- – 20.000,- Euros.
Datos técnicos: ca. 100 kg/h, ca. 5 kW
Saludos,
Peter Wickhusen

-----Mensaje original-----

De: Godoy Cruz Marcelo Eudoro
Enviado el: Miércoles, 28 de Abril de 2004 16:57
Para: Wickhusen Rick Peter Hans Fritz
CC: Coronel Godoy Hernán Patricio
Asunto: RV: Solicitud de información

Apreciado Dr. Wickhusen:

La información que Hernán requiere, es únicamente para justificar la razón de ser de la tesis y realizar una comparación de los parámetros principales de trabajo de la máquina que se hubiera importado, con los parámetros de la que fuera fabricada aquí, incluyendo ventajas económicas de haber tomado tal decisión.

Gracias y saludos cordiales.

MARCELO GODOY C.

-----Mensaje original-----

De: Coronel Godoy Hernán Patricio
Enviado el: miércoles 28 de abril de 2004 14:32
Para: Godoy Cruz Marcelo Eudoro
Asunto: Solicitud de información

Ingeniero:

Como es de su conocimiento, el día jueves de la semana anterior le solicité verbalmente al Dr. Wickh. los detalles de la destructora de desperdicios cotizada mediante gestión en Alemania, asintiendo a mi solicitud de forma inmediata, pero aclarándome que fuera ud. quien le especificara mediante mail la necesidad de mi requerimiento. Ud. conoce, además, que el favor al que estoy acudiendo es para presentar un respaldo verídico de ciertas comparaciones que se deben establecer en el análisis investigativo de mi tesis, por cuanto requiero conocer detalles, como: MARCA, ORIGEN, ESPECIFICACIONES GENERALES, CAPACIDADES Y COSTO en el mercado. Esperando acceder a dicha información, le extiendo mis más sinceros agradecimientos.

Saludos cordiales,

Hernán Coronel
MANTENIMIENTO

04/05/2004

ANEXO 15

CARTA DE SATISFACCIÓN

TECNANDINA S.A.

Tecnandina s.a. DOCUMENTACION	
CÓDIGO IDENTIFICADOR DEL DOCUMENTO ORIGINAL	
[] = []	
VIGENCIA DEL DOCUMENTO ORIGINAL	
2004. OCT. 02	
FECHA	RESPONSABLE



Av. Manuel Córdova
Galarza Km 6 ½
Tel. +593 2 351980 Fax
+593 2 351 707 Casilla
17-17-075 CCNU
Quito – Ecuador

A quien interese.-

Por medio de la presente certifico que el proyecto de diseño y construcción de la cámara picadora HERCOVEL 3903 se desarrolló en las instalaciones de nuestra planta con la intención de destruir los desperdicios de productos intermedios de Envase – Empaque de medicamentos.

Luego de las modificaciones para mejoramiento del diseño y de las pruebas piloto desarrolladas, me es grato poner en conocimiento que el equipo cumple satisfactoriamente con las necesidades para las cuales fue concebido, y actualmente opera como equipo de planta desde el 03 de noviembre del 2003.

En referencia a la cámara prensadora, debo decir que hemos revisado el diseño y estamos conformes con el mismo; de tal manera que incentivaremos la construcción e implementación de este como futuro proyecto.

Extiendo este documento a petición verbal del señor HERNÁN CORONEL, como constancia de lo antes mencionado y le autorizo para que lo utilice según sus intereses.

Cordialmente,

ING. MARCELO GODOY CRUZ
Gerente del Departamento de Mantenimiento

Quito, 01 de Octubre del 2004
c.c.

ANEXO 16

**DOCUMENTACIÓN DE PRODUCTOS
DE OTROS FABRICANTES**

SAE 1018

Eje de Transmisión - Tolerancia: H9-H11

GENERALIDADES: Acero de bajo contenido de carbono.

ANALISIS TIPICO

	C	Mn	P	S
SAE 1018	0.15-0.20	0.60-0.90	≤0.040	≤0.050

Suministrado laminado en frío.

PROPIEDADES MECANICAS

<i>Propiedad</i>	
Esfuerzo de cedencia kg/mm ²	min. 49
Resistencia a la tensión, kg/mm ²	min. 57
Elongación, A5	20%
Reducción de área, Z	57%
Dureza	163 HB

163 HB

APLICACIONES

Donde se requiera aplicaciones con cargas mecánicas no muy severas, pero con ciertos grados de tenacidad importantes como por ej.: pernos y tuercas, piezas de máquinas pequeñas, ejes, bujes, pasadores, grapas, etc. Factible de cementación con buena profundidad de penetración debido a su alto contenido de manganeso. Excelente soldabilidad.

MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

PULGADAS	PESO APROX. kg/m
3/8	0.6
1/2	1.0
5/8	1.6
3/4	2.2
7/8	3.0
1	4.0
1 1/8	5.0
1 1/4	6.2
1 3/8	7.5
1 1/2	8.9
1 3/4	12.2
2	15.9
2 1/4	20.1
2 1/2	24.8
2 3/4	30.0
3	35.8
3 1/4	42.0
3 1/2	48.7
3 3/4	55.9
4	63.6
4 1/2	80.5
5	99.4
5 1/2	120.2
6	143.1
7	200.0
8	255.0
10	397.0



SAE 1040

Eje de Transmisión

GENERALIDADES: Acero de mediano contenido de carbono, susceptible de tratamiento térmico de temple en agua o aceite. Se diferencia de nuestro SAE 1018, por su mayor dureza y resistencia mecánica pero con menor tenacidad por su mayor contenido de carbono.

ANALISIS TIPICO %

	C	Mn	P	S
SAE 1040	0.37-0.44	0.60-0.90	≤ 0.040	≤ 0.050

PROPIEDADES MECANICAS

Suministrado laminado en frío.

PROPIEDAD	DIAMETRO < 16 mm	DIAMETRO 17-40 mm	DIAMETRO > 41 mm
Esfuerzo de cedencia, kg/mm ²	47	41	34
Resistencia a la tensión, kg/mm ²	65-80	63-78	60-75
Elongación, A5	16%	18%	19%
Reducción de área, Z	35%	40%	45%
Resistencia al impacto, J	35	35	35
Dureza promedio	200 HB	200 HB	200 HB

APLICACIONES

Donde existan cargas mecánicas medianas y no muy severas, como por ej., piezas para la industria automotriz, perno ejes de mediana resistencia, engranajes de baja velocidad y potencia donde no es primordial resistencia al desgast rieles, pernos de anclaje, pasadores, etc.

TRATAMIENTO TERMICO

FORJA	850-1100 °C
RECOCIDO BLANDO	650-700 °C
NORMALIZADO	850-880 °C
TEMPLE Agua	830-860 °C
 Aceite	840-870 °C

MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

PULGADAS	PESO APROX. kg/m
3/8	0.6
1/2	1.0
1	4.0
1 1/8	5.0
1 1/4	6.2
1 3/8	7.5
1 1/2	8.9
1 3/4	12.2
2	15.9
2 1/4	20.1
2 1/2	24.8
2 3/4	30.0
3	35.8
3 1/4	42.0
3 1/2	48.7
3 3/4	55.9
4	63.6



IVAN BOHMAN C.A.



760= AISI 1045
Acero al Carbono para Maquinaria

GENERALIDADES: Acero al carbono sin alear de esmerada manufactura, con buena tenacidad. Característica es su alta uniformidad y rendimiento. Puede utilizarse en condición de suministro o con tratamiento térmico de temple y revenido. Aplicable a partes relativamente simples de máquinas.

ANALISIS TIPICO %

	C	Si	Mn	P	S
760	0.50	0.30	0.60	--	0.04
AISI 1045	0.43-0.50	--	0.60-0.90	< 0.040	< 0.050

EQUIVALENCIAS

AISI	1045	DIN	CK45
SAE	C1045	UDDEHOLM	UHB11
W.Nr	1.1820		

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia a la tracción	65 kg/mm²
Esfuerzo de cedencia	32 kg/mm²
Elongación, A5	min. 10%
Reducción de área	40%
Dureza, HB	220-235

APLICACIONES

Componentes sencillos, como por Ej.

- Pernos
- Chavetas
- Piezas de mediana resistencia para aplicación automotri:
- Ejes
- Hachas, azadones
- Picos, martillos
- Rieles
- Cigüeñales, etc

TRATAMIENTO TERMICO

Forjado	800-1050 °C
Normalizado	830-850 °C
Temple en agua	770-810 °C
Temple en aceite	790-830 °C
Revenido (herramientas de corte)	100-300 °C
Revenido de bonificación	550-650 °C

MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

CUADRADO

mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m	mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
140	5 1/2	120.1	12x12	1/2x1/2	1.2
170	6 11/16	178.0	16x16	5/8x5/8	2.1
180	7 1/8	199.0	18x18	23/32x23/32	2.6
190	7 1/2	222.3	20x20	25/32x25/32	3.2
200	7 7/8	250.1	25x25	1x1	5.0
230	9	326.4	30x30	1 3/16x1 3/16	7.2
250	9 7/8	383.1	35x35	1 3/8x1 3/8	9.8
305	12 1/64	576.0	40x40	1 9/16x1 9/16	12.6
350	13 25/32	756.0	43x43	1 11/16x1 11/16	14.7
			45x45	1 3/4x1 3/4	15.9
			55x55	2 5/32x2 5/32	23.9
			70x70	2 3/4x2 3/4	39.0
			85x85	3 11/32x3 11/32	56.9

PLATINA

mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m	mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
6x30	7/32x15/32	1.5	20x40	25/32x1 9/16	6.3
6x35	1/4x1 3/8	1.7	20x50	25/32x1 31/32	8.0
6x40	1/4x1 9/16	2.0	20x60	25/32x2 3/8	9.5
6x45	1/4x1 3/4	2.2	20x70	25/32x2 3/4	11.0
6x50	1/4x1 31/32	2.5	20x90	25/32x3 17/32	14.2
6x60	1/4x1 3/8	2.8	20x100	25/32x3 15/16	15.8
8x30	5/16x1 3/16	2.0	20x120	25/32x4 3/4	18.8
8x40	5/16x1 9/16	2.6	20x130	25/32x4 3/32	20.5
8x60	5/16x2 3/8	3.9	20x180	25/32x7 1/8	28.3
8x69	5/16x2 11/16	4.3	22x57	27/32x2 7/32	9.9
10x30	3/8x1 3/16	2.4	22x69	27/32x2 11/16	12.0
10x35	3/8x1 3/8	2.8	22x86	27/32x3 3/8	15.0
10x40	3/8x1 9/16	3.2	22x130	7/8x5 1/8	22.5
10x57	3/8x2 1/4	4.6	25x50	1x1 31/32	9.9
10x60	3/8x2 3/8	4.8	25x60	1x2 3/8	11.9
10x90	3/8x3 17/32	7.2	25x90	1x3 17/32	17.8
10x110	3/8x4 5/16	8.7	25x110	1x4 5/16	21.8
10x120	3/8x4 3/4	9.4	25x120	1x4 3/4	23.8
12x30	15/32x1 3/16	2.9	27x57	1 1/16x2 7/32	12.2
12x40	15/32x1 9/16	3.9	27x69	1 1/16x2 11/16	14.6
12x57	1 5/32x2 7/32	5.5	27x130	1 1/16x5 1/8	27.8
12x90	1 5/32x3 17/32	8.5	30x70	1 3/16x2 3/4	16.6
12x170	15/32x6 11/16	16.1	30x90	1 3/16x3 17/32	21.3
15x30	19/32x1 3/16	3.5	40x90	1 9/16x3 17/32	28.4
15x40	19/32x1 9/16	4.7	43x70	1 11/16x2 3/4	23.7
15x60	19/32x2 3/8	7.2	43x170	1 11/16x6 11/16	57.5
15x90	19/32x3 17/32	10.7	43x260	1 11/16x10 1/4	87.9
15x100	19/32x3 15/16	11.9	54x70	2 1/8x2 3/4	30.0
15x260	19/32x10 1/4	30.6	54x105	2 1/8x4 1/8	44.5
18x86	11/16x3 3/8	12.4	54x210	2 1/8x8 1/4	89.0
			60x100	2 3/8x3 15/16	47.5

AISI - 316
Acero Inoxidable - Tolerancia H8-H9

GENERALIDADES: Acero inoxidable austenítico aleado con molibdeno que le brinda mejores propiedades anticorrosivas que el 304. No magnéticos y no se pueden endurecer por tratamiento térmico. 316 L, indica menor contenido de carbono, lo que mejora la soldabilidad y resistencia a la corrosión.

ANALISIS TIPICO%

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
AISI 304	≤0.08	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.045	≤ 0-030	10.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00

EQUIVALENCIAS

AISI	316
SAE	30316
DIN	X5CrNiMo17 12 2
W.-Nr.	1.4401
ASTM	A240

PROPIEDADES MECANICAS

Propiedad	
Esfuerzo de cedencia, N/mm ²	276
Resistencia a la tensión, N/mm ²	587
Elongación, A5	50-60%
Reducción de área, Z	73-76%
Dureza	149 HB

APLICACIONES

Las mismas que para el 304, pero con mejores características de resistencia a la corrosión y al ataque químico.

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido: Deben ser recocidos a aproximadamente 1050-1070 °C, sosteniéndolos a esta temperatura durante un periodo corto, aproximadamente 1/2 hora y después enfriándolos rápidamente, de preferencia en agua. El enfriamiento en aire debe hacerse solamente en casos que se trate de un material muy delgado y no es adecuado para barras.

Temple: Los aceros inoxidables austeníticos no tienen la característica de templarse.

Forja: 1200 °C

SOLDABILIDAD: Utilizar electrodos AWS E315 y 316. No es necesario tratamiento térmico de alivio de tensiones si no se especifica lo contrario.

MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

mm	PULGADAS	PESO APROX. kg/m
25.4	1	4.1
38.1	1 ½	9.1
50.8	2	16.2
57.15	2 ¼	20.5
63.50	2 ½	25.3
76.20	3	36.5



TRANSPORTADORES

DESGASTE DE CUBIERTAS *y RAYADURAS*

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
I. DESGASTE EXCESIVO DE LA CUBIERTA SUPERIOR, UNIFORMEMENTE A LO LARGO DE LA BANDA.	A. Rodillos de retorno sucios, atascados o desalineados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar mecanismos de limpieza. 2. Lavar la banda. 3. Usar rodillos de retorno forrados con caucho. 4. Reparar, cambiar o realinear los rodillos de retorno.
	B. Cubierta inadecuada.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reemplazar por banda con cubierta de más calibre o caucho de mayor resistencia.
	C. Amontonamiento de material derramado en la polea de cola.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar la hermeticidad y el cargue.
	D. Cargue descentrado o deficiente (por ejemplo: velocidad de entrega del material demasiado lenta).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resideñar la canaleta para hacer que el material sea alimentado en la misma dirección del movimiento de la banda y aproximadamente a la misma velocidad de ésta.
	E. Demasiado espacio entre los rodillos ocasionando que la carga se mueva y se revuelva sobre la banda cuando pasa sobre ellos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la tensión si fuere innecesariamente baja. 2. Reducir el espacio entre los rodillos.
II. FUERTE DESGASTE DEL LADO DE LA POLEA EN LA BANDA TRANSPORTADORA.	A. Patinamiento en la polea motriz.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la tensión utilizando el equipo tensor. 2. Revestir la polea motriz (revestimiento ranurado si hay humedad). 3. Aumentar el arco de contacto de la banda con la polea motriz, utilizando la polea de amarre.
	B. Derrame de material que se cuele entre la banda y la polea, o que se acumula en el punto de cargue, hasta que la banda se atasca.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar las condiciones de cargue por medio de canaletas. 2. Si la banda está demasiado cargada, aumentar la velocidad de la banda o disminuir la alimentación de material. 3. Instalar plataformas entre la carrera superior y la de retorno. 4. Instalar raspadores antes de la polea de cola en el lado de retorno. 5. Evitar filtración de finos abrasivos entre los ganchos o grapas, cambiándolos por sujetadores de platina o empalmes vulcanizados.

TABLA DE SERVICIO

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
	C. Rodillos atascados.	1. <i>Atascamiento y vibración de una</i> Mejorar mantenimiento y lubricación.
	D. Las cabezas de los pernos sobresalen por encima del revestimiento de las poleas.	1. Apretar los pernos. 2. Cambiar el revestimiento gastado. 3. Usar revestimientos vulcanizados a la polea.
	E. Inclinación excesiva de los rodillos de acanalamiento.	1. Ajustar la inclinación hacia adelante de los rodillos de acanalamiento a un ángulo no mayor de 2°. 2. Enderezar a la posición vertical la mayor cantidad posible de estos rodillos.

DAÑOS Y ROTURAS DE LAS CUBIERTAS

III. DESGARRAMIENTOS, DESTROZOS O SURCOS A LO LARGO DE LA CUBIERTA SUPERIOR.	A. Los guardabandas demasiado rígidos y presionados contra la banda.	1. Usar guardabandas más dóciles (no usar banda vieja o usada).
	B. Demasiado espacio entre la banda y los guardabandas.	1. Ajustar los guardabandas a la mínima luz.
	C. Los bordes metálicos de la canaleta o los guardabandas demasiado cerca de la banda sin que el espacio aumente en la dirección de avance de la banda.	1. Ajustar la luz entre el metal y la banda por lo menos a 1" y hacer que el espacio aumente en la dirección de avance para evitar que el material se atasque en este punto.
	D. La banda cede bajo el impacto en el punto de cargue dejando que el material sea atrapado bajo los guardabandas.	1. Instalar rodillos amortiguadores adicionales para mantener la luz apropiada entre la banda y los guardabandas.



TRANSPORTADORES

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
	E. Material acumulado detrás del panel trasero de la canaleta.	1. Mejorar el cargue para evitar derrames de material o instalar tabiques de desviación.
	F. Atascamiento de material en la canaleta.	1. Ampliar la canaleta.
IV. BURBUJAS EN LA CUBIERTA O BURBUJAS DE ARENA.	A. Cortaduras en la cubierta o perforaciones muy pequeñas permiten que se introduzcan partículas finas debajo de la cubierta, separándola de las lonas.	1. Hacer reparaciones en sitio. 2. En casos graves y repetidos, consultar a Icobandas S.A.
V. LA CUBIERTA SE HINCHA EN ALGUNOS PUNTOS O LINEAS EN EL LADO DE LA POLEA COINCIDIENDO CON LA UNION EN LOS RODILLOS DE ACANALAMIENTO.	A. Derrame de aceite o grasa.	1. Evitar el derrame de aceite o grasa.
	B. Sobrelubricación de los rodillos de acanalamiento.	1. Reducir la cantidad de grasa usada y revisar los sellos.
VI. ENDURECIMIENTO Y AGRIETAMIENTO DE LAS CUBIERTAS Y POSIBLE ENDURECIMIENTO Y PERDIDA DE RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA INTERNA.	A. Calor.	1. Consultar a Icobandas S.A. sobre la banda resistente a alta temperatura.
VII. EL CENTRO DE LA BANDA SE LEVANTA EN LOS RODILLOS DE ACANALAMIENTO, ARQUEANDOSE CONTRA LA CARGA.	A. Aceite en el material.	1. Retirar el origen del aceite si fuere posible. 2. Para prolongar la vida de la banda actual, cortar surcos longitudinales en la cubierta con herramienta ranuradora para aliviar la presión transversal ejercida por el caucho hinchado. 3. Reemplazar por banda resistente a los aceites.

TABLA DE SERVICIO

ROTURAS DE LA ESTRUCTURA INTERNA

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
VIII. DAÑOS EN FORMA DE ESTRELLA EN LA ESTRUCTURA INTERNA DE LA BANDA.	A. Impacto de trozos de material que caen sobre la banda.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir el impacto. 2. Usar rodillos amortiguadores.
	B. Material atrapado entre la banda y la polea.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar raspadores en el lado de retorno antes de la polea de cola.
IX. ROTURA LONGITUDINAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA CON LA CUBIERTA SUPERIOR Y POSIBLEMENTE PARTES DE LA CUBIERTA INFERIOR INTACTAS.	A. Ver XV A.	
	B. Roturas adyacentes debidas al impacto del material sobre la banda.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ver VIII A.
X. FATIGA DE LA ESTRUCTURA INTERNA EN LA UNION DE LOS RODILLOS.	A. Transición inadecuada entre la banda acanalada y las poleas terminales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la longitud de transición. 2. Usar rodillos de transición. 3. Levantar la polea terminal.
	B. Curva vertical fuertemente convexa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir el espaciamento entre rodillos en la zona curva. 2. Usar rodillos de transición. 3. Aumentar el radio de la curva. 4. Retirar o bajar los rodillos que estén demasiado elevados en la zona curva.
	C. Excesiva inclinación hacia adelante de los rodillos de acanalamiento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir la inclinación.
	D. Demasiada luz entre el rodillo central y los rodillos laterales que forman la canal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar por una banda más pesada. 2. Cambiar por rodillos que tengan una luz máxima de 10 mm.
	E. Insuficiente rigidez transversal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar por una banda apropiada.



TRANSPORTADORES

DAÑOS EN LOS BORDES

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
XI. LA BANDA SE RECUESTA HACIA UN LADO EN DETERMINADO PUNTO DE LA ESTRUCTURA.	A. Uno o más rodillos inmediatamente anteriores al punto del problema, no están a escuadra (en ángulos rectos) con el eje longitudinal de la banda.	1. Mover en la dirección de avance de la banda el extremo del rodillo hacia el cual la banda se ha desviado.
	B. El marco o la estructura del transportador están torcidos.	1. Extender una cuerda a lo largo del borde del transportador para determinar la desviación y hacer la corrección del caso.
	C. Uno o más rodillos no están centrados.	1. Extender una cuerda a lo largo del borde de los rodillos para determinar la desviación y hacer la corrección del caso.
	D. Rodillos frenados.	1. Mejorar mantenimiento y lubricación.
	E. La banda se sale en la polea terminal.	1. Verificar el alineamiento de la polea terminal. 2. Verificar el alineamiento de los rodillos de aproximación a la polea terminal.
	F. Acumulación de material en los rodillos.	1. Mejorar mantenimiento. 2. Instalar raspadores u otros mecanismos de limpieza.
	G. La estructura no está nivelada y la banda tiende a desviarse hacia el lado bajo.	1. Nivelar la estructura.
XII. UNA SECCION DETERMINADA DE LA BANDA TRANSPORTADORA SE RECUESTA HACIA UN LADO EN TODOS LOS PUNTOS DEL TRANSPORTADOR.	A. La banda no está a escuadra en la unión.	1. Unir de nuevo cortando los extremos a escuadra.
	B. La banda está arqueada.	1. En caso de que la banda sea nueva, esta condición se corregirá tan pronto como la banda haya funcionado bajo tensión a plena carga y la banda «ceda». 2. En raras ocasiones habrá que sobretensionar o cambiar la banda. 3. Evitar almacenamiento en malas condiciones tales como rollos encanados o un borde cercano a la tierra o a una pared húmeda. 4. Utilizar rodillos de auto-alineación, particularmente en el lado de retorno, cerca de la polea de cola.

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
XIII. LA BANDA TRANSPORTADORA SE RECUESTA HACIA UN LADO POR UN LARGO TRECHO, A LO LARGO DE SU CAMA.	A. La carga se está colocando descentrada en la banda.	1. Graduar la canaleta y rectificar las condiciones de cargue de manera que la carga quede depositada en el centro de la banda.
	B. Ver también las causas y correcciones en el numeral XI.	
XIV. LA BANDA ESTA ERRÁTICA (NO SIGUE UN PATRÓN DE FUNCIONAMIENTO).	A. La banda está demasiado rígida para acanalarse.	1. Usar rodillos de auto-alineación. 2. Inclinar hacia adelante los rodillos de acanalamiento en un ángulo no mayor de 2°. 3. Usar banda más dócil.
	B. Combinación de las causas descritas en XI y XII con cargue descentrado.	1. Primero corregir el cargue, después se pueden identificar las demás causas.
XV. GRIETAS TRANSVERSALES EN EL BORDE DE LA BANDA.	A. Los bordes de la banda se doblan al recostarse contra la estructura en las poleas o cerca de ellas.	1. Ver XI, XII, XIII y XIV. 2. Instalar interruptores limitadores para detener la banda en caso de desviación excesiva. 3. Proporcionar mayor holgura lateral.
	B. El rodillo final antes de la polea motriz está colocado demasiado cerca o demasiado alto con respecto a ésta.	1. Graduar la posición del rodillo de conformidad con las recomendaciones.
	C. Curva convexa inadecuada.	1. Graduar el radio de la curva de acuerdo con las recomendaciones.



TRANSPORTADORES

OBSERVACION	CAUSAS	CORRECCIONES
-------------	--------	--------------

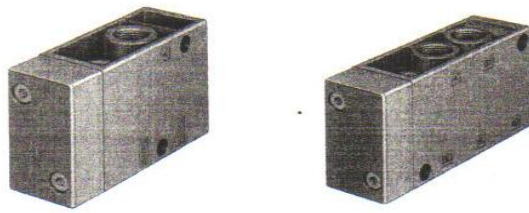
ELONGACION

XVI. ESTIRAMIENTO EXCESIVO EN EL TRANSPORTADOR.	A. Tensión demasiado alta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la velocidad, manteniendo la misma carga. 2. Reducir la carga, conservando la misma velocidad. 3. Reducir la fricción con mejor mantenimiento y cambiando los rodillos gastados e inutilizados. 4. Disminuir la tensión mejorando la transmisión con revestimiento y/o aumentando el arco de contacto. 5. Usar tensionamiento de contrapeso en cantidad mínima. 6. Cambiar por bandas de menor estiramiento.
	B. Instalación incorrecta de la banda que muestra un aparente estiramiento excesivo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tensionar de nuevo la banda con una tensión al menos igual a la necesaria para mover la banda vacía utilizando sujetadores mecánicos. 2. Verificar la posición inicial del tensor. 3. Verificar si la longitud de desplazamiento máxima del tensor es correcta.

DAÑOS ALREDEDOR DE LOS SUJETADORES

XVII. LOS SUJETADORES TIENDEN A SALIRSE.	A. Sujetadores inadecuados o desajustados.	1. Reasegurar la banda con sujetadores apropiados y establecer un programa de inspección periódica. Volver a apretar los sujetadores nuevos después de unas pocas horas de funcionamiento.
	B. Tensión demasiado alta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ver XVI. 2. Usar empalmes vulcanizados.
	C. Calor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar empalmes vulcanizados. 2. Hacer cama a los sujetadores y cubrirlos con material para reparaciones en sitio.
XVIII. ROTURAS TRANSVERSALES EN LA BANDA, INMEDIATAMENTE DETRAS DE LOS SUJETADORES.	A. Los sujetadores son demasiado grandes para el tamaño de las poleas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambiar por sujetadores más pequeños y cortos. 2. Aumentar el tamaño de las poleas.

TABLA DE SERVICIO



Tiger Classic

Serie de válvulas Tiger

Válvulas neumáticas

Válvulas de 3/2 vías

Válvulas de 5/2 vías

Tamaño de conexión	G 1/8 Tipo	G 1/4 Tipo	G 1/2 Tipo
<p>Válvula monoestable de accionamiento neumático con reposición mecánica Indistintamente con</p> <ul style="list-style-type: none"> - posición inicial abierta - posición inicial cerrada 	VL/O-3-1/8-B	VL/O-3-1/4	VL/O-3-1/2
<p>Válvula neumática monoestable</p>	VL-5-1/8	VL-5-1/4	VL-5-1/2
<p>Válvula neumática biestable</p>	JH-5-1/8	JH-5-1/4	JH-5-1/2
<p>Válvula neumática biestable con señal prioritaria en 14</p>	JDH-5-1/8	JDH-5-1/4	



GRP/GRPO

Válvulas de precisión, reguladoras de caudal

Válvulas de cierre, reguladoras de caudal y reguladoras de presión

Regulación precisa del caudal



 Caudal
 0,1 ... 90 l/min

- Regulación precisa y continua del caudal de gases neutros y de aire comprimido
- Cumplimiento preciso de los valores ajustados gracias al ángulo de ajuste de 300°
- Temporizador preciso en combinación con volumen externo
- Boquilla para tubo flexible
- Montaje en panel frontal o en placa de montaje

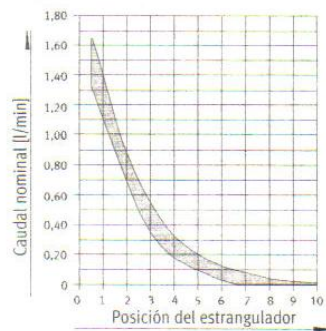
Esta válvula permite una regulación precisa y repetible del caudal. Además, estando conectada a un volumen externo, puede utilizarse como temporizador de precisión.

Girando el botón de ajuste es posible regular con precisión y de modo continuo el caudal del fluido. El valor ajustado consta en una escala.

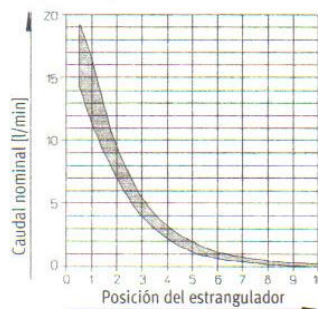
Tipo GRP
En el sentido contrario el flujo paso libre.

Boquilla para diámetro interior de tubos flexibles	Caudal	Válvula de precisión de estrangulación y antirretorno GRP 	Válvula de precisión de estrangulación GRPO 
3 mm	hasta 10 l/min	GRP-10-PK-3	GRPO-10-PK-3
3 mm	hasta 70 l/min	GRP-70-PK-3	GRPO-70-PK-3
4 mm	hasta 165 l/min	GRP-160-PK-4	GRPO-160-PK-4
Accesorios			
Placa de montaje para basitador 2n	para 1 válvula	APL-2N-GRP	
	para 2 válvulas	APL-2N-GRPx2	

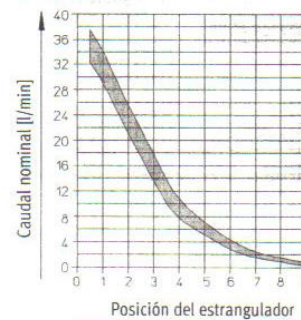
GRP/O-10-PK-3



GRP/O-70-PK-3



GRP/O-160-PK-4



Datos técnicos		GRP-10-PK-3 GRPO-10-PK-3	GRP-70-PK-3 GRPO-70-PK-3	GRP-160-PK-4 GRPO-160-PK-4
Fluido		1 Aire comprimido filtrado a 1 µm sin lubricación o gas neutros		
Función		Estrangulador de canal circular		
Caudal nominal	sentido estrangulado	Ver diagrama		
	sentido no estrangulado	15 ... 50 l/min	20 ... 60 l/min	25 ... 90 l/min
Presión	GRP	1 → 2	0 ... 6 bar	
		2 → 1	0 ... 6 bar	
	GRPO	1 → 2	0 ... 6 bar	
		2 → 1	0 ... 0,5 bar	
Temperatura	-10 ... +50 °C			



GRE



GRU

Estranguladores del aire de escape

Válvulas de cierre, reguladoras de caudal y reguladoras de presión

Regular la velocidad

– Conexión G $\frac{1}{8}$... G $\frac{3}{4}$



Caudal

520 ... 8000 l/min

Las válvulas se atornillan a las conexiones de escape 3 ó 5 de válvulas de mando y permiten regular la velocidad del émbolo de cilindros mediante estrangulación del aire de escape.

El tornillo regulador limita la salida del aire. El escape del aire se produce a través de un silenciador integrado reduciéndose el nivel de ruido.

Estrangulador del aire de escape

GRE

GRU



Conexión roscada	Tipo	
G $\frac{1}{8}$	GRE- $\frac{1}{8}$	GRU- $\frac{1}{8}$ -B
G $\frac{1}{4}$	GRE- $\frac{1}{4}$	GRU- $\frac{1}{4}$ -B
G $\frac{3}{8}$	GRE- $\frac{3}{8}$	GRU- $\frac{3}{8}$ -B
G $\frac{1}{2}$	GRE- $\frac{1}{2}$	GRU- $\frac{1}{2}$ -B
G $\frac{3}{4}$		GRU- $\frac{3}{4}$ -B

Datos técnicos

Conexión	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{3}{4}$	
Caudal *	GRE	0 ... 520 l/min	0 ... 996 l/min	0 ... 2000 l/min	0 ... 3600 l/min	–
	GRU	0 ... 1000 l/min	0 ... 1500 l/min	0 ... 1700 l/min	0 ... 4000 l/min	0 ... 8000 l/min
Presión de funcionamiento	0 ... 10 bar					
Temperatura	–10 ... +70 °C					
Nivel de ruido **	GRE	85 dB(A)	80 dB(A)	87 dB(A)	90 dB(A)	–
	GRU	74 dB(A)	80 dB(A)	74 dB(A)	76 dB(A)	80 dB(A)

Medición hecha con 6 bar descargando a la atmósfera a 1 m de distancia



Válvulas básicas con cabezales de accionamiento

Válvulas de accionamiento manual y mecánico

Diversos tipos de accionamiento

Caudal de hasta 95 l/min

- Dos válvulas básicas
- Válvula de 3/2 vías
- Válvula de 5/2 vías
- Acoplamiento seguro para montaje y desmontaje rápido
- Siete variantes de cabezales de accionamiento
- Dos diámetros normalizados para el montaje:
 - 22,5 mm
 - 30,5 mm
- Para montaje en panel frontal
- SV-3-M5, adecuada para vacío

Tipo PR: Para soltar el cabezal, girar el anillo de enclavamiento del pulsador de seta.

Tipo PRS: Una vez pulsada la tecla, únicamente podrá desbloquearse utilizando la llave. La llave puede retirarse estando el pulsador en cualquiera de las dos posiciones.

Tipo Q: El selector puede activarse únicamente con la llave. La llave puede retirarse estando el pulsador en cualquiera de las dos posiciones.

Válvula de 3/2 vías
SV-3-M5



Válvula de 5/2 vías
SV-5-M5



Válvulas básicas		Tipo		
Válvula de 3/2 vías		SV-3-M5		
Válvula de 5/2 vías		SV-5-M5-B		
Cabezales de accionamiento		Ø para el montaje 22,5 mm	Ø para el montaje 30,5 mm	Fuerza/Momento accionamiento con
	Negro	T-22-SW	T-30-SW	14 N
	Amarillo	T-22-GE	T-30-GE	
	Rojo	T-22-RT	T-30-RT	
	Negro	P-22-SW	P-30-SW	14 N
	Rojo	PR-22-RT	PR-30-RT	25 N
	Rojo con llave	PRS-22-RT	PRS-30-RT	23 N
	Negro	N-22-SW	N-30-SW	40 Ncm
	Negro	H-22-SW	H-30-SW	14 Ncm
		Q-22	Q-30	23 N

Datos técnicos		
Tipo	SV-3-M5	SV-5-M5-B
Fluido	Aire comprimido o vacío*	
Función	Válvula de asiento de accionamiento directo	
Conexión	M5	
Diámetro nominal	2 mm	2,3 mm
Caudal normal nominal 1 → 2	65 l/min	95 l/min
Presión de funcionamiento	-0,95 ... +8 bar	0 ... +8 bar
Fuerza de accionamiento a 6 bar	12 N	17 N
Temperatura	-10 ... +60 °C	

* Tipo SV-3-M5: Conexión de vacío en 1



Serie de válvulas con conexión M5

Válvulas de accionamiento manual y mecánico

io compacto

Caudal
80 l/min

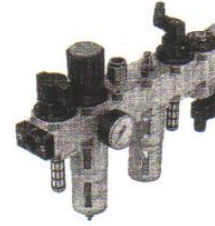
vula de 3/2 vías
sición inicial cerrada
conexión M5

Serie de válvulas con conexión M5		
Válvulas de 3/2 vías	Tipo	Fuerza de accionamiento con 6 bar
Válvula de leva 	V-3-M5	23 N
Válvula con rodillo 	R-3-M5	12,5 N
Válvula con rodillo escamoteable 	L-3-M5	12,5 N
Válvula con botón pulsador 	K-3-M5	23 N
Válvula de palanca 	TH-3-M5	8 N
Cabezales de accionamiento		
Rodillo con tornillos de fijación 	AR-05	
Rodillo escamoteable con tornillos de fijación 	AL-05	
Accesorios		
Escuadras de fijación	HV-M5	
El suministro incluye 1 escuadra de fijación, 2 tornillos cilíndricos M4x20 DIN 912, 2 tornillos hexagonales y arandelas elásticas		

adras de fijación



Datos técnicos	
Fluido	Aire comprimido o vacío en 1
Función	Válvula de asiento
Conexión	M5
Diámetro nominal	2 mm
Caudal normal nominal 1 → 2	80 l/min
Presión de funcionamiento	-0,95 ... 8 bar
Temperatura	-10 ... +60 °C



Unidades de mantenimiento serie D

La robusta serie metálica

Unidades de preparación del aire comprimido, serie D

Mini
Conexión: G $\frac{1}{8}$, G $\frac{1}{4}$, G $\frac{3}{8}$

Midi
Conexión: G $\frac{1}{4}$, G $\frac{3}{8}$, G $\frac{1}{2}$, G $\frac{3}{4}$

Maxi
Conexión: G $\frac{1}{2}$, G $\frac{3}{4}$, G1

Serie completa de unidades de mantenimiento para preparación del aire comprimido de 3 tamaños con conexiones G $\frac{1}{8}$ hasta G1.

El usuario puede componer unidades de mantenimiento completas combinando los módulos en función de los requisitos de su instalación.

Festo ofrece combinaciones de unidades de mantenimiento para las aplicaciones más usuales.

Ejemplo de pedido

LFR- $\frac{1}{4}$ -D-MIDI-A

LFR = Filtro y válvula reguladora
 $\frac{1}{4}$ = Conexión G $\frac{1}{4}$
 D = Serie
 MIDI = Tamaño
 A = Con purga automática del condensado

La serie M incluye numerosas variantes y funciones:

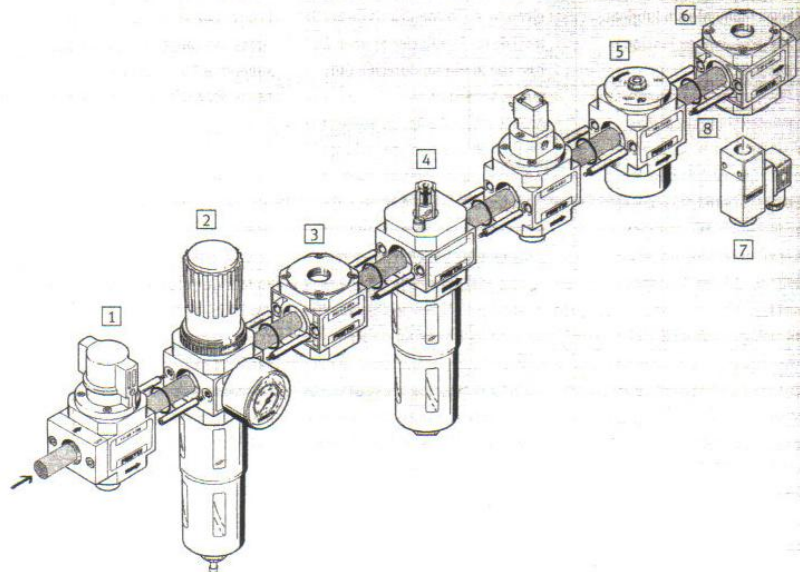
- Dos márgenes de presión: 12 y 7 bar
- Purga manual o automática del condensado
- Funda metálica robusta
- Funda metálica según NE 983
- Combinaciones estándar listas para su instalación
- Gran caudal y eficiencia de retención de partículas de suciedad.

- Buenas características de retención con baja histéresis.
- Cabezal bloqueable.
- Dos conexiones para manómetro para una instalación más versátil
- Cartuchos de 5 μ m o 40 μ m
- Filtros micrónicos y submicrónicos de 0,1 μ m y 0,01 μ m
- Manómetro y convertidor de presión
- Válvulas reguladoras de presión con llave

Conexiones	Tamaños		
	MINI	MIDI	MAXI
G $\frac{1}{8}$			
G $\frac{1}{4}$			
G $\frac{3}{8}$			
G $\frac{1}{2}$			
G $\frac{3}{4}$			
G1			

Unidades individuales

- 1 Válvula de cierre HE
- 2 Filtro y regulador LFR
- 3 Distribuidor con antirretorno FRM-H
- 4 Lubricador LOE
- 5 Válvula de cierre HEE (eléctrica) y válvula HEL (de arranque progresivo)
- 6 Distribuidor FRM
- 7 Presostato PEV y boquilla doble ESK- $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$
- 8 Perno roscado FRB



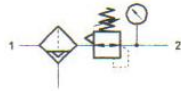
Unidades de mantenimiento serie D

La robusta serie metálica

Unidades individuales de preparación del aire comprimido, serie D

Filtro y regulador

Este equipo está constituido por un filtro y una válvula de regulación de la presión que forman una unidad. El filtro sinterizado con separador de agua retiene partículas de suciedad, depósitos minerales de los tubos, óxido y condensados.



Regulador de presión

Una válvula reguladora de presión (lado secundario) mantiene el aire de control a niveles casi constantes, independientemente de las oscilaciones de presión que sufra la red (lado primario) a raíz del consumo de aire. Mediante la descarga secundaria es posible reducir la presión de funcionamiento sin unidades consumidoras.



Filtro de aire comprimido

El filtro sinterizado con separador de agua retiene partículas de suciedad, depósitos minerales de los tubos, óxido y condensados. Los cartuchos pueden sustituirse.



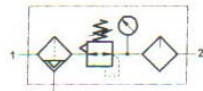
Filtros micrónicos y submicrónicos

Muchas industrias disponen de instalaciones que funcionan con aire extremadamente limpio, tales como la industria química, farmacéutica, de procesos, de productos alimenticios, etc.. Los filtros micrónicos y submicrónicos de este tipo eliminan casi la totalidad de partículas de agua, aceite o de suciedad.



Unidad de mantenimiento

Estas unidades de mantenimiento simplifican la alimentación de aire comprimido filtrado y lubricado. El filtro limpia el aire, la válvula regula la presión y compensa oscilaciones, el lubricador aplica una niebla de aceite debidamente dosificado al aire comprimido limpio. El filtro y el depósito del lubricador están provistos de un cierre de bayoneta para un desmontaje más fácil.



Lubricador de aire comprimido

El lubricador proporcional dosifica una fina cantidad de aceite, mezclándolo con el aire comprimido. Las gotas de aceite se nebulizan en el canal de aire, inmediatamente detrás de la válvula proporcional. La cantidad de aceite nebulizado es proporcional al caudal de aire comprimido.



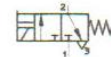
Válvula de cierre manual

Esta válvula es utilizada para alimentar y descargar aire en instalaciones neumáticas. El botón giratorio cerrado puede ser provisto de un candado corriente.



Válvula eléctrica de cierre

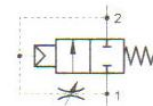
Esta electroválvula se utiliza para el control a distancia. Posibilidad de elegir entre 3 tensiones.



Válvula de arranque progresivo

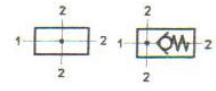
La válvula de arranque progresivo se utiliza para una generación lenta de la presión en redes neumáticas. Combinación con válvulas de cierre HE o HEE.

Esta válvula permite aumentar paulatinamente la presión. Los cilindros y demás componentes ocupan lentamente sus respectivas posiciones iniciales. La válvula, combinada con unidades de mantenimiento, se utiliza como válvula de cierre en instalaciones neumáticas. De este modo se facilita el arranque de los sistemas neumáticos.



Módulo de derivación

Derivación para la distribución de aire entre módulos adicionales (válvula reguladora de presión, presostato ...). Varias conexiones adicionales para aire de calidades diferentes. Con una válvula antirretorno integrada es posible evitar el reflujo de aire comprimido lubricado.



Unidades de mantenimiento serie D

La robusta serie metálica

Datos técnicos

Filtro y regulador LFR/LFRS

Tamaño	MINI			MIDI				MAXI		
Conexión	G1/8	G1/4	G3/8	G1/4	G3/8	G1/2	G3/4	G1/2	G3/4	G1
Función	Filtro sinterizado con separación de agua. Regulador de membrana (MINI, MIDI), regulador de émbolo (MAXI)									
Posición de montaje	Vertical ± 5°									
Caudal nominal normal *	→ Tablas en página 10.1-4, 10.1-5, 10.1-6									
Presión inicial	1 ... 16 bar (purga manual del condensado); 1,5 ... 12 bar (purga automática del condensado)**									
Presión de funcionamiento	0,5 ... 12 bar / 0,5 ... 7 bar									
Grado de filtración	40 µm; 5 µm									
Cantidad de condensado	22 ml			43 ml				80 ml		
Temperatura	-10 ... +60 °C									

* medido a p1 = 10 bar, p2 = 6 bar Δ p = 1 bar

** Para un funcionamiento correcto es necesario disponer como mínimo de un caudal de 125 l/min

Válvula reguladora de presión LR/LRS

Tamaño	MINI			MIDI				MAXI		
Conexión	G1/8	G1/4	G3/8	G1/4	G3/8	G1/2	G3/4	G1/2	G3/4	G1
Función	Regulador de membrana con escape secundario, regulador de émbolo									
Posición de montaje	Indiferente									
Caudal nominal normal *	→ Tablas en página 10.1-7, 10.1-8									
Presión inicial	1 ... 16 bar									
Presión de funcionamiento	0,5 ... 12 bar				0,5 ... 7 bar					
Temperatura	-10 ... +60 °C									

* Con presión inicial de 10 bar, presión de funcionamiento de 6 bar y con Δp = 1 bar

Filtro LF para aire comprimido

Tamaño	MINI			MIDI				MAXI		
Conexión	G1/8	G1/4	G3/8	G1/4	G3/8	G1/2	G3/4	G1/2	G3/4	G1
Función	Filtro sinterizado con separación de condensado									
Posición de montaje	Vertical ± 5°									
Caudal nominal normal *	→ Tablas en página 10.1-9									
Presión inicial	1 ... 16 bar (purga manual del condensado); 1,5 ... 12 bar (purga automática del condensado)**									
Grado de filtración	40 µm; 5 µm									
Cantidad de condensado	22 ml			43 ml				80 ml		
Temperatura	-10 ... +60 °C									

* A 6 bar en la entrada y con Δ p = 1 bar

** Para un funcionamiento correcto es necesario disponer como mínimo de un caudal de 125 l/min

Filtro micrónico y filtro submicrónico LFMB, LFMA

Combinación de filtros LFMB

Tamaño	MINI			MIDI				MAXI		
Conexión	G1/8	G1/4	G3/8	G1/4	G3/8	G1/2	G3/4	G1/2	G3/4	G1
Función	Filtro de borosilicato									
Posición de montaje	Vertical ± 5°									
Caudal nominal normal *	→ Tablas en página 10.1-9, 10.1-10									
Presión inicial	1 ... 16 bar (purga manual del condensado); 1,5 ... 12 bar (purga automática del condensado)**									
Grado de filtración	0,01 µm; 1 µm									
Cantidad de condensado	22 ml			43 ml				80 ml		
Temperatura	-10 ... +60 °C									

* A 6 bar en la entrada y con Δ p = 1 bar

** Para un funcionamiento correcto es necesario disponer como mínimo de un caudal de 125 l/min

Racores rápidos Quick Star

Serie Mini

Racor rápido roscado

M...
Roscas métricas, G y R



Racor rápido roscado con hexágono interior

QSM-...-I
Roscas métricas, G y R



Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Conexión con junta	Tipo	Conexión	Tipo
3	M3	QSM-M3-3		
4	M3	QSM-M3-4		
3	M5	QSM-M5-3		
4	M5	QSM-M5-4		
6	M5	QSM-M5-6		
Rosca G			Rosca R	
4	G 1/8	QSM-G1/8-4	R 1/8	QSM-1/8-4
6	G 1/8	QSM-G1/8-6	R 1/8	QSM-1/8-6

Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Conexión	Tipo	Conexión	Tipo
3	M3	QSM-M3-3-I		
4	M3	QSM-M3-4-I		
3	M5	QSM-M5-3-I		
4	M5	QSM-M5-4-I		
6	M5	QSM-M5-6-I		
4	M7	QSM-M7-4-I		
6	M7	QSM-M7-6-I		
Rosca G			Rosca R	
4	G 1/8	QSM-G1/8-4-I	R 1/8	QSM-1/8-4-I
6	G 1/8	QSM-G1/8-6-I	R 1/8	QSM-1/8-6-I

Racor rápido roscado

con rosca interior
QSMF-...
Roscas métricas



Racor rápido roscado con hexágono interior

QSMF-...
Rosca fina



Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Conexión	Tipo
3	M3	QSMF-M3-3
4	M3	QSMF-M3-4
3	M5	QSMF-M5-3
4	M5	QSMF-M5-4

Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Conexión con junta	Tipo
4	M6x0,75	QSMF-M6-4
6	M8x0,75	QSMF-M8-6

Racor rápido roscado

QSM-...



Racor pasamuros QSMS-...



Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Tipo
3	QSM-3
4	QSM-4
6	QSM-6
Con reducción	
4	QSM-4-3
6	QSM-4-3

Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Tipo	Rosca pasamuros	Ancho máx. para el montaje
3	QSMS-3	M8x0,75	7,5 mm
4	QSMS-4	M10x1	7,5 mm
6	QSMS-6	M12x1	6 mm

Racores rápidos Quick Star

Serie estándar

Racor pasamuros
Con rosca interior
QSSF-...



Racor pasamuros
QSS-...



Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Rosca G		Rosca pasamuros	Ancho máx. para el montaje [mm]
	Conexión	Tipo		
4	G $\frac{1}{8}$	QSSF- $\frac{1}{8}$ -4-B	M12x1	5,5
6	G $\frac{1}{8}$	QSSF- $\frac{1}{8}$ -6-B	M14x1	7,5
8	G $\frac{1}{8}$	QSSF- $\frac{1}{8}$ -8-B	M16x1	11
4	G $\frac{1}{4}$	QSSF- $\frac{1}{4}$ -4-B	M12x1	5,5
6	G $\frac{1}{4}$	QSSF- $\frac{1}{4}$ -6-B	M14x1	7,5
8	G $\frac{1}{4}$	QSSF- $\frac{1}{4}$ -8-B	M16x1	11
10	G $\frac{1}{4}$	QSSF- $\frac{1}{4}$ -10-B	M20x1	9,5
6	G $\frac{3}{8}$	QSSF- $\frac{3}{8}$ -6-B	M14x1	7,5
8	G $\frac{3}{8}$	QSSF- $\frac{3}{8}$ -8-B	M16x1	11
10	G $\frac{3}{8}$	QSSF- $\frac{3}{8}$ -10-B	M20x1	9,5
12	G $\frac{3}{8}$	QSSF- $\frac{3}{8}$ -12-B	M22x1	11,5
12	G $\frac{1}{2}$	QSSF- $\frac{1}{2}$ -12-B	M12x1	11,5
16	G $\frac{1}{2}$	QSSF- $\frac{1}{2}$ -16	M27x1,5	7,5

Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Tipo	Rosca pasamuros	Ancho máx. para el montaje [mm]
4	QSS-4	M12x1	7
6	QSS-6	M14x1	10
8	QSS-8	M16x1	9
10	QSS-10	M20x1	13
12	QSS-12	M22x1	18

Racor en L
QSL-...
orientable en 360°



Racor en L
QSSL-...
largo, orientable en 360°



Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Rosca G		Rosca R	
	Conexión con junta	Tipo	Conexión	Tipo
4	G $\frac{1}{8}$	QSL-G $\frac{1}{8}$ -4	R $\frac{1}{8}$	QSL-R $\frac{1}{8}$ -4
6	G $\frac{1}{8}$	QSL-G $\frac{1}{8}$ -6	R $\frac{1}{8}$	QSL-R $\frac{1}{8}$ -6
8	G $\frac{1}{8}$	QSL-G $\frac{1}{8}$ -8	R $\frac{1}{8}$	QSL-R $\frac{1}{8}$ -8
10			R $\frac{1}{8}$	QSL-R $\frac{1}{8}$ -10
4			R $\frac{1}{4}$	QSL-R $\frac{1}{4}$ -4
6	G $\frac{1}{4}$	QSL-G $\frac{1}{4}$ -6	R $\frac{1}{4}$	QSL-R $\frac{1}{4}$ -6
8	G $\frac{1}{4}$	QSL-G $\frac{1}{4}$ -8	R $\frac{1}{4}$	QSL-R $\frac{1}{4}$ -8
10	G $\frac{1}{4}$	QSL-G $\frac{1}{4}$ -10	R $\frac{1}{4}$	QSL-R $\frac{1}{4}$ -10
12	G $\frac{1}{4}$	QSL-G $\frac{1}{4}$ -12	R $\frac{1}{4}$	QSL-R $\frac{1}{4}$ -12
6			R $\frac{3}{8}$	QSL-R $\frac{3}{8}$ -6
8	G $\frac{3}{8}$	QSL-G $\frac{3}{8}$ -8	R $\frac{3}{8}$	QSL-R $\frac{3}{8}$ -8
10	G $\frac{3}{8}$	QSL-G $\frac{3}{8}$ -10	R $\frac{3}{8}$	QSL-R $\frac{3}{8}$ -10
12	G $\frac{3}{8}$	QSL-G $\frac{3}{8}$ -12	R $\frac{3}{8}$	QSL-R $\frac{3}{8}$ -12
16	G $\frac{3}{8}$	QSL-G $\frac{3}{8}$ -16	R $\frac{3}{8}$	QSL-R $\frac{3}{8}$ -16
10			R $\frac{1}{2}$	QSL-R $\frac{1}{2}$ -10
12	G $\frac{1}{2}$	QSL-G $\frac{1}{2}$ -12	R $\frac{1}{2}$	QSL-R $\frac{1}{2}$ -12
16	G $\frac{1}{2}$	QSL-G $\frac{1}{2}$ -16	R $\frac{1}{2}$	QSL-R $\frac{1}{2}$ -16

Para Ø exterior del tubo flexible [mm]	Rosca G		Rosca R	
	Conexión con junta	Tipo	Conexión	Tipo
4	G $\frac{1}{8}$	QSSL-G $\frac{1}{8}$ -4	R $\frac{1}{8}$	QSSL-R $\frac{1}{8}$ -4
6	G $\frac{1}{8}$	QSSL-G $\frac{1}{8}$ -6	R $\frac{1}{8}$	QSSL-R $\frac{1}{8}$ -6
8	G $\frac{1}{8}$	QSSL-G $\frac{1}{8}$ -8	R $\frac{1}{8}$	QSSL-R $\frac{1}{8}$ -8
4			R $\frac{1}{4}$	QSSL-R $\frac{1}{4}$ -4
6	G $\frac{1}{4}$	QSSL-G $\frac{1}{4}$ -6	R $\frac{1}{4}$	QSSL-R $\frac{1}{4}$ -6
8	G $\frac{1}{4}$	QSSL-G $\frac{1}{4}$ -8	R $\frac{1}{4}$	QSSL-R $\frac{1}{4}$ -8
10	G $\frac{1}{4}$	QSSL-G $\frac{1}{4}$ -10	R $\frac{1}{4}$	QSSL-R $\frac{1}{4}$ -10
6			R $\frac{3}{8}$	QSSL-R $\frac{3}{8}$ -6
8	G $\frac{3}{8}$	QSSL-G $\frac{3}{8}$ -8	R $\frac{3}{8}$	QSSL-R $\frac{3}{8}$ -8
10	G $\frac{3}{8}$	QSSL-G $\frac{3}{8}$ -10	R $\frac{3}{8}$	QSSL-R $\frac{3}{8}$ -10
12	G $\frac{3}{8}$	QSSL-G $\frac{3}{8}$ -12	R $\frac{3}{8}$	QSSL-R $\frac{3}{8}$ -12
10			R $\frac{1}{2}$	QSSL-R $\frac{1}{2}$ -10
12	G $\frac{1}{2}$	QSSL-G $\frac{1}{2}$ -12	R $\frac{1}{2}$	QSSL-R $\frac{1}{2}$ -12
16	G $\frac{1}{2}$	QSSL-G $\frac{1}{2}$ -16		

◊ Nuevo



Racores roscados y juntas

Juntas
Racores
Derivación de aire

M3 ... M22
G $\frac{1}{8}$... G1

Cinta para roscas
GWB-0,1



Teflón de 10 mm de ancho,
grosor de 0,1
Rollo de 12,5 m

Junta
O-...
PVC
CRO-...
Polímero (PVDF)



CRO-... z. B. para la industria química
o alimentaria
Temperatura: -10 ... +60 °C

Junta
OL-...
sin fugas



Esta junta sólo tiene que ajustarse
ligeramente, es imperdible, puede
utilizarse varias veces y, en hidráulica,
soporta presiones de hasta 30
bar.

Presión de funcionamiento:
-1 ... +30 bar
Temperatura: -30 ... +100 °C

Para rosca	Tipo	Tipo
M3	O-M3-B	-
M5	O-M5	CRO-M5
G $\frac{1}{8}$	O- $\frac{1}{8}$	CRO- $\frac{1}{8}$
G $\frac{1}{4}$	O- $\frac{1}{4}$	CRO- $\frac{1}{4}$
G $\frac{3}{8}$	O- $\frac{3}{8}$	CRO- $\frac{3}{8}$
G $\frac{1}{2}$	O- $\frac{1}{2}$	CRO- $\frac{1}{2}$
G $\frac{3}{4}$	O- $\frac{3}{4}$	CRO- $\frac{3}{4}$
G1	O-1	CRO-1

Para rosca	Tipo	Material	Para rosca	Tipo	Material
M5	OL-M5	Acero inoxidable	M6	OL-M6	Acero inoxidable
G $\frac{1}{8}$	OL- $\frac{1}{8}$		M10	OL-M10	
G $\frac{1}{4}$	OL- $\frac{1}{4}$	Al, NBR	M12	OL-M12	NBR
G $\frac{3}{8}$	OL- $\frac{3}{8}$		M14	OL-M14	
G $\frac{1}{2}$	OL- $\frac{1}{2}$		M16	OL-M16	
G $\frac{3}{4}$	OL- $\frac{3}{4}$		M22	OL-M22	

Surtido de juntas OL
OL-S1



El surtido incluye juntas OL de tama-
ños M5 hasta G $\frac{3}{4}$.

Para rosca	Contenido/Unidades	Tipo
M5	50	OL-M5
G $\frac{1}{8}$	100	OL- $\frac{1}{8}$
G $\frac{1}{4}$	100	OL- $\frac{1}{4}$
G $\frac{3}{8}$	50	OL- $\frac{3}{8}$
G $\frac{1}{2}$	30	OL- $\frac{1}{2}$
G $\frac{3}{4}$	10	OL- $\frac{3}{4}$

Tapón ciego

B-...
según DIN 908
con junta



B-M3

B-M5

B-M5-B

Conexión	Tipo	Material	≈C
M3	B-M3-S9*	Acero inoxidable	4,5 exterior
M5	B-M5	Aluminio	7 exterior
M5	B-M5-B		2,5 interior
M7	B-M7	Acero	3
G $\frac{1}{8}$	B- $\frac{1}{8}$		5
G $\frac{1}{4}$	B- $\frac{1}{4}$		6
G $\frac{3}{8}$	B- $\frac{3}{8}$		8
G $\frac{1}{2}$	B- $\frac{1}{2}$		10
G $\frac{3}{4}$	B- $\frac{3}{4}$		12
G1	B-1		17

* Ejecución resistente a la corrosión y a los ácidos

Racores roscados y juntas

Boquilla reductora

D-...
con junta



Boquilla doble

E-...
con dos juntas
ejecución en latón
E-...-MS



Conexión exterior	Conexión interior	Tipo	Material	≈
M5	M3	D-M3I-M5A-S9*	Acero inoxidable	7
M7	M5 (5 mm de profundidad)	D-M5I-M7A-ISK	Latón	3 interior
G $\frac{1}{8}$	M5 (profundidad: 6 mm)	D-M5I- $\frac{1}{8}$ A		13
G $\frac{1}{4}$	M5	D-M5I- $\frac{1}{4}$ A		19
G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{8}$	D- $\frac{1}{8}$ I- $\frac{1}{4}$ A		17
G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{4}$	D- $\frac{1}{4}$ I- $\frac{3}{8}$ A		19
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{4}$	D- $\frac{1}{4}$ I- $\frac{1}{2}$ A		24
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{3}{8}$	D- $\frac{3}{8}$ I- $\frac{1}{2}$ A		24
G $\frac{3}{4}$	G $\frac{1}{2}$	D- $\frac{1}{2}$ I- $\frac{3}{4}$ A		32
G1	G $\frac{1}{2}$	D- $\frac{1}{2}$ I-1A		36
G1	G $\frac{3}{4}$	D- $\frac{3}{4}$ I-1A		36

* Ejecución resistente a la corrosión y a los ácidos

Conexión	Tipo	Material	≈
M3	M3	E-M3-M3-S9*	Acero inoxidable 4,5
M5	M5	E-M5-M5	Acero 7
M5	G $\frac{1}{8}$	E-M5- $\frac{1}{8}$	13
G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	E- $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$	Aluminio 13
G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	E- $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	17
G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	E- $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$	Acero 17
G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	E- $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{4}$	19
G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$	E- $\frac{3}{8}$ - $\frac{3}{8}$	19
G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	E- $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{2}$	24
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{2}$	E- $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$	24
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{3}{4}$	E- $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$	32
G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$	E- $\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{4}$	32
G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	E- $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$ -MS	Latón 13
G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	E- $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ -MS	17
G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	E- $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$ -MS	17
G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	E- $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{8}$ -MS	19
G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$	E- $\frac{3}{8}$ - $\frac{3}{8}$ -MS	19
G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	E- $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{2}$ -MS	24
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{2}$	E- $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ -MS	24
G $\frac{1}{2}$	G $\frac{3}{4}$	E- $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ -MS	32
G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$	E- $\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{4}$ -MS	32

* Ejecución resistente a la corrosión y a los ácidos

Pasamuros con rosca interior SCM-...



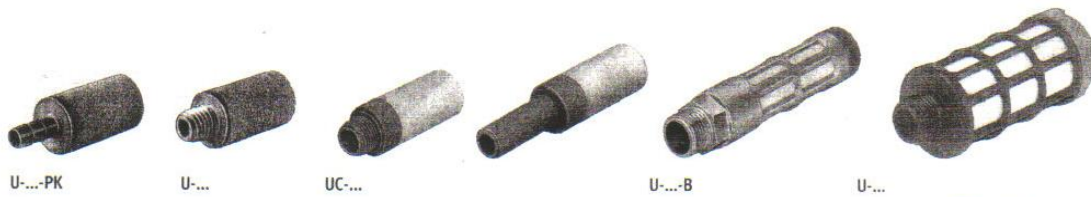
Boquilla doble

ESK
ajutable para piezas con error de alineación



Conexión	Tipo	Anchura para el montaje [mm]	Material	≈
M5	SCM-M5	8	Al, azul	M10x1 13
G $\frac{1}{8}$	SCM- $\frac{1}{8}$	10	anodizado	M14x1,5 17
G $\frac{1}{4}$	SCM- $\frac{1}{4}$	10		M20x1,5 24
G $\frac{3}{8}$	SCM- $\frac{3}{8}$	10		M24x1,5 27
G $\frac{1}{2}$	SCM- $\frac{1}{2}$	10		M30x1,5 36

Conexión	Tipo	Material	≈
G $\frac{1}{8}$	ESK- $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$	Latón	5
G $\frac{1}{4}$	ESK- $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$		6
G $\frac{3}{8}$	ESK- $\frac{3}{8}$ - $\frac{3}{8}$		8
G $\frac{1}{2}$	ESK- $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$		12



Silenciadores

Reducción de los ruidos del aire de escape

- Conexión
M3 ... G1

- Boquilla
- Casquillos enchufables

Silenciadores



Bronce sinterizado

U-...

Polímero

U-...

Fundición inyectada

U-...-B

Polímero

UC-...

- para válvulas CPE

- con casquillo para racores QS

- Para atenuar los ruidos de los escapes de aire de las válvulas.
- Apenas inciden en la velocidad del movimiento de los émbolos de los cilindros.

Conexión	Silenciadores Tipo	Caudal nominal normal * [l/min]	Nivel de ruido **	Presión de funcionamiento [bar]
Boquilla para \varnothing interior del tubo				
3 mm	U-PK-3	290	70	0 ... 8
4 mm	U-PK-4	600	74	
Rosca				
M3	U-M3	110	65	0 ... 10
M5	U-M5	320	70	0 ... 8
G $\frac{1}{8}$	U- $\frac{1}{8}$	2050	77	0 ... 10
G $\frac{1}{4}$	U- $\frac{1}{4}$	3400	77	
G $\frac{3}{8}$	U- $\frac{3}{8}$	5900	82	
G $\frac{1}{2}$	U- $\frac{1}{2}$	10600	80	
G $\frac{3}{4}$	U- $\frac{3}{4}$	15000	83	
G1	U-1	19000	84	
G $\frac{1}{8}$	U- $\frac{1}{8}$ -B	1400	74	0 ... 10
G $\frac{1}{4}$	U- $\frac{1}{4}$ -B	3000	79	
G $\frac{3}{8}$	U- $\frac{3}{8}$ -B	4500	80	
G $\frac{1}{2}$	U- $\frac{1}{2}$ -B	6500	80	
G $\frac{3}{4}$	U- $\frac{3}{4}$ -B	11000	81	
G1	U-1-B	17300	82	
Casquillo para racores QS				
3 mm	UC-QS-3H	170	60	0 ... 10
4 mm	UC-QS-4H	350	60	
6 mm	UC-QS-6H	800	60	
8 mm	UC-QS-8H	1500	60	
Rosca				
M5	UC-M5	350	60	0 ... 10
M7	UC-M7	800	58	
G $\frac{1}{8}$	UC- $\frac{1}{8}$	1700	59	
G $\frac{1}{4}$	UC- $\frac{1}{4}$	3200	60	
Temperatura	-10 ... +70 °C (U-...-PK: en función del tubo flexible utilizado)			

* Medición con 6 y 7 bar en la entrada y descargando a la atmósfera

** Medición con 6 bar a 1 m de distancia

Advertencias

Los silenciadores deberán limpiarse con keroseno o gasolina (no utilizar tricloroetileno).



EBS



EB



EB

Cilindros de fuelle

Cilindros para aplicaciones específicas

Adecuado para numerosas aplicaciones

• Nuevo: EBS

• Diámetro
325, 385 mm

• Diámetro
145 ... 250 mm

• Carrera
60 ... 185 mm

– Posibilidad de prescindir de elementos de unión y piezas articuladas

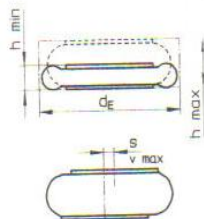
Ejemplo para realizar el pedido:

EB-215-80

EB = Tipo
215 = \varnothing de émbolo en mm
80 = Carrera en mm

Los cilindros de fuelle únicamente deben avanzar hasta topar con una pieza; de lo contrario, deben estar provistos con topes en los finales de carrera (mín., máx.), ya que de lo contrario la carga aplicada sobre el material de fuelle sería demasiado grande.

Para conseguir comprimir el cilindro elástico al máximo es necesario aplicar una fuerza de recuperación. Por lo general es suficiente la fuerza aplicada por el peso de la pieza.



d_E = Diámetro necesario para el montaje

Cilindros de fuelle



Fuelle de tubo flexible torsional
EBS



Cilindro de fuelle simple

EB



Cilindro de fuelle doble
EB



Dimensiones → Página 1.11

Tipo	d_E [mm]	$h_{min.}$ [mm]	$h_{máx.}$ [mm]	$S_{máx.}$ [mm]
Fuelle de tubo flexible torsional				
EBS-80-110	100	95	205	10
EBS-100-105	115	95	200	10
Cilindro de fuelle simple				
EB-145-60	160	50	110	10
EB-165-65	180	50	115	10
EB-215-80	230	55	135	10
EB-250-85	265	55	140	10
EB-325-95	340	55	150	10
EB-385-115	340	55	170	10
Cilindro de fuelle doble				
EB-145-100	160	70	170	20
EB-165-125	180	75	200	20
EB-215-155	230	75	230	20
EB-250-185	265	75	260	20
EB-325-215	400	75	290	20
EB-385-230	400	85	310	20

Cilindros de fuelle

Cilindros para aplicaciones específicas

Datos técnicos

Presión de funcionamiento máx.		8 bar					
Temperatura		-40 ... +70 °C					
Modelo	∅ exterior [mm]	Carrera [mm]	Fuerza de avance * mín. ... máx. [kN]	Fuerza de retroceso hasta altura mínima [N]	Ángulo de inclinación	H2 [mm]	H3 [mm]
Fuelle de tubo flexible torsional							
BS-80-110	80	110	1,4	350	-	-	-
BS-100-105	100	105	2,8	450	-	-	-
Cilindro de fuelle simple							
EB-145-60	145	60	1,3 ... 5,5	200	20°	50	110
EB-165-65	165	65	1,7 ... 8	200	20°	50	115
EB-215-80	215	80	4,0 ... 13	200	20°	50	135
EB-250-85	250	85	6,2 ... 17,5	200	20°	50	140
EB-325-95	325	95	17,5 ... 34	300	15°	55	150
EB-385-115	385	115	22 ... 52	300	15°	55	170
Cilindro de fuelle doble							
EB-145-100	145	100	2,2 ... 5,7	200	30°	70	170
EB-165-125	165	125	2,5 ... 8,4	220	30°	75	200
EB-215-155	215	155	4 ... 13,8	220	30°	75	230
EB-250-185	250	185	5 ... 18,5	200	35°	75	260
EB-325-215	325	215	20 ... 37	300	20°	75	290
EB-385-230	383	230	32 ... 53	300	20°	85	310

Valores teóricos con 6 bar.

- La goma de los cilindros de fuelle no debe topar con otras piezas al estar en funcionamiento.

- La fuerza debe aplicarse en toda la superficie de la placa superior e inferior.

- Antes de desmontarlos, es necesario purgar el aire.

Advertencias:

La fuerza de avance disminuye durante el proceso de extensión.

Los cilindros de fuelle pueden ejecutar un movimiento a lo largo de un ángulo de inclinación. Deberá tenerse cuidado en no exceder dicho ángulo. No deberán superarse ni la altura mínima H2 ni la altura máxima H3.



Actuadores y accesorios

Tablas de selección

Tabla de presión-fuerza para cilindros neumáticos

Presión de funcionamiento [bar]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
∅	Fuerza del émbolo [N]														
[mm]															
2,5	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5	4	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6
3,5	0,9	1,7	3,8	3,5	4,3	5,2	6,1	6,9	7,8	8,7	9,5	10,4	11,3	12,1	13
5,35	2	4	6,1	8,1	10,1	12,1	14,2	16,2	18,2	20,2	22,2	24,3	26,3	28,3	30,3
6	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4	22,9	25,4	28	30,5	33,1	35,6	38,2
8	4,5	9	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2	40,7	45,2	49,8	54,3	58,8	63,3	67,9
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	70,7	77,8	84,8	91,9	99	106
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,0	71,3	81,4	91,6	101	112	122	132	143	153
16	18,1	36,5	54,3	72,4	90,5	109	127	145	163	181	199	217	235	253	271
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226	254	283	311	339	368	396	424
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353	398	442	486	530	574	619	663
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579	651	724	796	869	941	1010	1090
40	113	226	339	452	565	679	792	905	1020	1130	1240	1360	1470	1580	1700
50	177	353	530	707	884	1060	1240	1410	1590	1770	1940	2120	2300	2470	2650
63	281	561	842	1120	1400	1680	1960	2240	2520	2810	3090	3370	3650	3930	4210
80	452	905	1360	1810	2260	2710	3170	3620	4070	4520	4980	5430	5880	6330	6790
100	707	1410	2120	2830	3530	4240	4950	5650	6360	7070	7780	8480	9190	9900	10600
125	1100	2210	3310	4420	5520	6630	7730	8840	9940	11000	12100	13300	14400	15500	16600
160	1810	3620	5430	7240	9050	10900	12700	14500	16300	18100	19900	21700	23500	25300	27100
200	2830	5650	8480	1130	14100	17000	19800	22600	25400	28300	31100	33900	36800	39600	42400
250	4420	8840	13300	17700	22100	26500	30900	35300	39800	44200	48600	53000	57400	61900	66300
320	7240	14500	21700	29000	36200	43400	50700	57900	65100	72400	79600	86900	94100	101000	109000

La fuerza (F) puede obtenerse a partir de la superficie del émbolo (A), la presión (p) y la fricción (R):

Fuerza del émbolo (fuerza estática)

$$F = A \cdot p - R$$

$$F = p \cdot 10 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} - R$$

p = Presión de funcionamiento [bar]

d = ∅ del émbolo [cm]

R = Fricción ~10% [N]

A = Superficie del émbolo [cm²]

F = Fuerza efectiva [N]



Herramienta de software
en CD-ROM
Dimensionamiento
Pro Pneu

Actuadores y accesorios

Tablas de selección

Diagrama de pandeo

Debido al esfuerzo de pandeo, la carga admisible del vástago, para grandes carreras, es inferior a la que resulta de la presión de funcionamiento y la superficie del émbolo. En este caso, la carga no debe superar determinados valores máximos. Estos valores dependen de la carrera y del diámetro del vástago. El diagrama muestra esta dependencia según la fórmula:

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

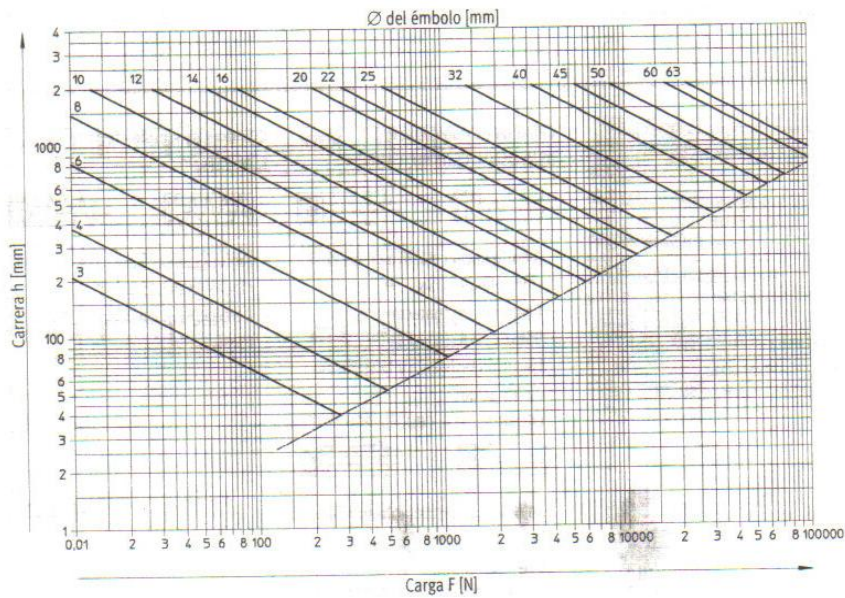
F_k = Fuerza de pandeo admisible [N]

E = Módulo de elasticidad [N/mm²]

J = Momento de inercia [cm⁴]

l = Longitud de pandeo = 2 veces la carrera [cm]

S = Coeficiente de seguridad (elegido: 5)



La fijación más desfavorable es la giratoria trasera. En las demás fijaciones, la carga admisible es superior.

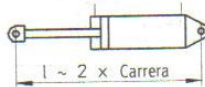


Diagrama de consumo de aire

El consumo de aire incide en los gastos de explotación. El diagrama presenta el consumo según la fórmula:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6}$$

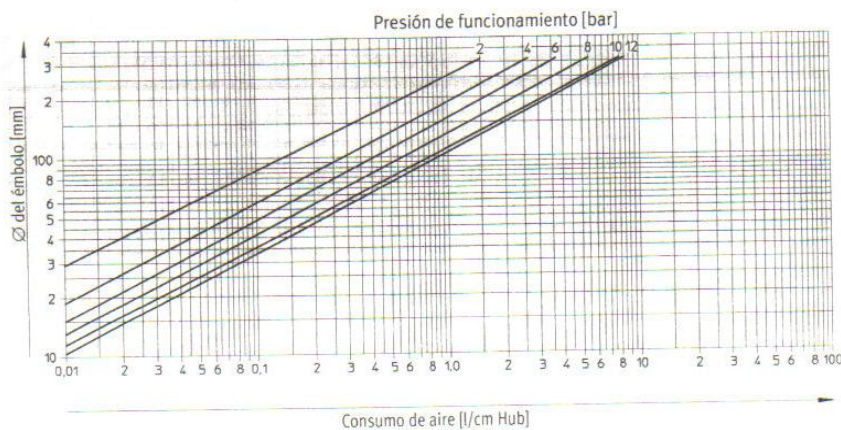
Q = Volumen de aire por cm de carrera [l]

d = \varnothing del émbolo o vástago [mm]

h = Carrera

(aquí constante 10 mm)

p = Presión de funcionamiento [bar]



Ejemplo:

Cilindro DNC-50-500

\varnothing del émbolo 50 mm,

\varnothing del vástago 20 mm

Carrera 500 mm

Presión de funcionamiento 4,5 bar

Solución:

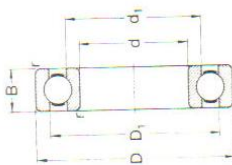
Partiendo del \varnothing del cilindro elegido, trazar una línea horizontal hasta la intersección con la presión de funcionamiento; desde allí, se lee en la escala inferior el consumo de aire.

El valor obtenido de esta manera debe multiplicarse por la carrera (en cm).

La lectura da aprox. 0,09 l/cm x 50 cm de carrera, lo que corresponde a un consumo de aire para una carrera de avance de aprox. 4,5 l. Para obtener el valor correspondiente a la carrera de retroceso hay que restar el volumen del vástago del volumen de la carrera.

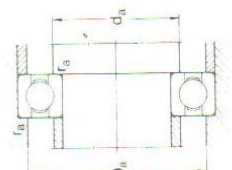


Rodamientos rígidos de bolas
d 17-40 mm



Dimensiones principales		Capacidad de carga	Capacidad de carga estát. C ₀	Capacidad de carga dinám. C	Masa	Designación
d	D	B	C ₀	C	kg	
mm N (1 N = 0,102 kgf) r/min						
17	26	5	1 320	915	30 000	61803
	35	8	4 650	2 800	24 000	61803
	35	10	4 650	2 800	24 000	62003
	40	12	7 350	4 500	20 000	62003
	47	14	10 500	6 500	16 000	63003
	47	14	10 500	6 500	16 000	63003
	62	17	17 600	11 800	12 000	64003
20	32	7	2 040	1 400	24 000	61804
	42	8	5 400	3 400	19 000	61804
	42	12	7 200	4 500	22 000	62004
	47	14	9 900	6 500	17 000	62004
	47	14	9 900	6 500	17 000	62004
	72	19	23 600	16 600	13 000	64004
25	37	7	2 280	1 700	20 000	61805
	47	8	8 950	4 000	17 000	61805
	47	12	8 950	4 000	17 000	62005
	52	15	13 000	5 950	15 000	62005
	52	15	13 000	5 950	15 000	62005
	86	21	27 500	19 600	11 000	64005
30	42	7	2 280	1 800	15 000	61806
	55	9	8 650	5 850	12 000	61806
	55	13	10 200	7 000	10 000	62006
	62	15	14 000	9 000	10 000	62006
	92	19	21 600	14 600	11 000	63006
	92	23	33 500	24 000	10 000	64006
35	47	7	2 360	2 000	16 000	61807
	62	9	9 500	6 950	13 000	61807
	62	14	12 200	9 000	11 000	62007
	72	17	16 600	12 500	10 000	62007
	92	21	25 500	18 000	8 500	63007
	100	25	42 500	31 000	8 500	64007
40	52	7	2 400	2 200	14 000	61808
	68	9	10 200	7 800	12 000	61808
	68	15	22 800	16 600	10 000	62008
	90	23	31 500	22 400	9 000	63008
	110	27	49 000	36 500	8 000	64008

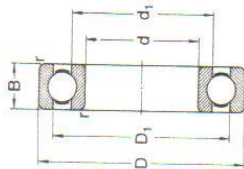
Rodamientos rígidos de bolas
d 17-40 mm



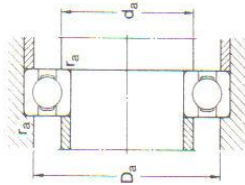
Carga equivalente
dinámica
 $X F_r + Y F_a$
Si $F_a > F_r$, se toma $P_0 = F_a$

Carga equivalente
estática
 $F_0 = F_r + Y F_a$
Si $F_a > F_r$, se toma $P_0 = F_a$

Otras dimensiones		Dimensiones de resaltes				Factores de carga		Factores de carga	
d	d ₁	r	d _s min	r _s máx	D _s máx	F _d /C ₀	e	F _d /F _r	F _a /F _r
mm									
17	20,2	23	0,5	19	24	0,3	0,25	0,22	1
	22,2	29,8	0,5	19	33	0,3	0,07	0,27	1
	23,1	29,2	0,5	19	36	0,6	0,13	0,31	1
	26,5	37,6	1,5	22	42	1	0,25	0,37	1
	32,4	47,4	2	23,5	55,5	1	0,5	0,44	1
20	24	28	0,5	22	30	0,3	0,07	0,27	1
	26,5	34,5	0,5	22	40	0,3	0,13	0,31	1
	26,2	38,7	1,5	25	42	1	0,25	0,37	1
	30,3	42,1	2	26,5	45,5	1	0,5	0,44	1
	37,1	55,6	2	26,5	65,5	1	0,5	0,44	1
25	28	33	0,5	27	35	0,3	0,07	0,27	1
	32,9	40,9	0,5	29	43	0,6	0,13	0,31	1
	34	44,2	1,5	30	47	1	0,25	0,37	1
	36,6	50,9	2	31,5	55,5	1	0,5	0,44	1
	45,4	63,8	2,5	33	72	1,5	0,5	0,44	1
30	33,8	38,2	0,5	32	40	0,3	0,07	0,27	1
	37,2	47,3	1,5	35	50	1	0,13	0,31	1
	40,3	52,1	1,5	35	57	1	0,25	0,37	1
	44,7	59,9	2	36,5	65,5	1	0,5	0,44	1
	50,3	70,7	2,5	38	82	1,5	0,5	0,44	1
35	38,8	43,2	0,5	37	45	0,3	0,07	0,27	1
	43,7	53,8	1,5	40	57	1	0,13	0,31	1
	46,9	60,6	2	41,5	65,5	1	0,25	0,37	1
	49,5	66,1	2,5	43	72	1,5	0,5	0,44	1
	57,4	80,6	2,5	43	92	1,5	0,5	0,44	1
40	43,8	48,2	0,5	42	50	0,3	0,07	0,27	1
	48,2	59,1	1,5	45	63	0,3	0,13	0,31	1
	52,6	67,9	2,5	46,5	73,5	1	0,25	0,37	1
	56,1	74,7	2,5	48	82	1,5	0,5	0,44	1
	62,8	88	3	49	101	2	0,5	0,44	1



Dimensiones principales		Capacidad de carga dinám.	Capacidad de carga estát. C ₀	Límite de velocidad con lubricación con grasa o aceite	Masa	Designación		
d	D						B	C
mm								
N (1 N = 0,102 kgf) r/min kg								
45	58	7	4 650	3 800	9 500	12 000	0,040	61809
	75	10	12 000	9 300	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	16 300	12 200	9 000	11 000	0,25	6009
	80	16	18 000	13 200	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	43 500	31 800	6 700	9 000	0,83	6309
	120	29	58 500	45 500	6 000	7 000	1,55	6409
50	65	7	4 800	4 250	9 000	11 000	0,052	61810
	80	10	12 500	10 000	8 500	10 000	0,18	16010
	80	16	16 600	13 200	8 500	10 000	0,26	6010
	90	20	27 000	19 600	7 000	8 500	0,46	6210
	100	27	47 500	36 000	6 300	7 500	1,05	6310
	130	31	67 000	52 000	5 300	6 300	1,90	6410
55	72	9	6 400	5 600	8 500	10 000	0,083	61811
	90	11	15 000	12 200	7 500	9 000	0,26	16011
	90	18	21 600	17 000	7 500	9 000	0,39	6011
	100	21	33 500	25 000	6 300	7 500	0,61	6211
	120	29	55 000	41 500	5 600	6 700	1,35	6311
	140	33	76 500	58 000	5 000	6 000	2,30	6411
60	78	10	6 700	6 100	7 500	9 000	0,11	61812
	95	11	15 300	13 200	6 700	8 000	0,28	16012
	95	18	22 800	18 300	6 700	8 000	0,42	6012
	110	22	36 500	28 000	6 000	7 000	0,78	6212
	130	31	63 000	48 000	5 000	6 000	1,70	6312
	150	35	83 000	69 500	4 800	5 600	2,75	6412
65	85	10	9 000	8 000	7 000	8 500	0,13	61813
	100	11	16 300	14 600	6 300	7 500	0,30	16013
	100	18	23 800	19 800	6 300	7 500	0,44	6013
	120	23	43 000	34 000	5 300	6 300	0,99	6213
	140	33	71 000	56 000	4 800	5 600	2,10	6313
	160	37	91 500	78 000	4 500	5 300	3,30	6413
70	90	10	9 300	9 150	6 700	8 000	0,14	61814
	110	13	19 000	17 000	6 000	7 000	0,43	16014
	110	20	29 000	24 000	5 000	6 000	0,80	6014
	125	24	47 500	37 500	4 500	5 300	1,95	6214
	150	35	80 000	63 000	4 500	5 300	3,25	6314
	180	42	110 000	104 000	3 800	4 500	4,85	6414



Carga equivalente estática
 P = X_FF_r + Y_FF_a
 Si P₀ > F_r, se toma P₀ = F_r
 P₀ = 0,6 F_r + 0,5 F_a

Factores de carga dinámica
 F_d/C₀ e X_F Y_F F_d/F_r > e X_F Y_F

Otras dimensiones		Dimensiones de resalles		Factores de carga dinámica						
d	d ₁	D ₁	r	d _a min	d _a max	r _a min	r _a max	F _d /C ₀ e	X _F Y _F	F _d /F _r > e X _F Y _F
mm										
45	48,7	54,3	0,5	47	56	0,3	0,3	0,025	0,22	1 0 0,56 2
	54,7	60,6	1,5	49	70	0,6	0,6	0,04	0,24	1 0 0,56 1,8
	57,5	63,9	2	51,5	78,5	1	1	0,13	0,31	1 0 0,56 1,6
	62,1	69,7	2,5	53	92	1,5	1,5	0,25	0,37	1 0 0,56 1,2
	68,9	76,9	3	54	111	2	2	0,5	0,44	1 0 0,56 1
50	54,7	60,3	0,5	52	63	0,3	0,3			
	60	70	1	54	78	0,6	0,6			
	62,5	73,5	1,5	56,5	83,5	1	1			
	68,7	79,1	3	59	101	2	2			
	75,4	106	3,5	61	119	2	2			
55	60,2	66,8	0,5	57	70	0,3	0,3			
	67	78	1	59	86	0,6	0,6			
	68,3	79,1	2	61,5	83,5	1	1			
	73	84,6	2,5	63	111	1,5	1,5			
	81,5	115	3,5	66	129	2	2			
60	65,6	72,4	0,5	62	76	0,3	0,3			
	72	83	1	64	91	0,6	0,6			
	71,3	84,1	2	66,5	86,5	1	1			
	75,5	94,2	2,5	68	102	1,5	1,5			
	86,1	129	3,5	71	139	2	2			
65	71,1	78,9	1	69	81	0,6	0,6			
	76,5	88,5	1	69	96	0,6	0,6			
	76,3	89,1	2	71,5	93,5	1	1			
	83,3	103	2,5	73	112	1,5	1,5			
	86,3	118	3,5	76	129	2	2			
	94	132	3,5	76	149	2	2			
70	76,1	83,9	1	74	86	0,6	0,6			
	83,3	96,7	1	74	106	0,6	0,6			
	82,8	97,6	2	76,5	103,5	1	1			
	87	109	2,5	78	117	1,5	1,5			
	94,9	126	3,5	81	139	2	2			
	103	147	4	83	167	2,5	2,5			

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- COMPAÑÍA FESTO AG. Programa de fabricación. 3ra. ed. Alemania. s.e. 2001. Pp. 4.3-13 a 11.9-1.
- COMPAÑÍA IVAN BOHMAN. Catálogo de Aceros. Quito. Poligráfica. 2002. Pp 2, 38 y 39.
- FERDINAND, S. y PYTEL, A. Resistencia de materiales. Primera ed. S.L. s.e. s.f. 560 p.
- GIECK, K. y GIECK, R. Manual de fórmula técnicas. Traducido del alemán por Víctor Gerez. 75a. Ed. Bogotá. Alfaomega. 2003. A1 – Z6
- GRUPO SKF. Catálogo general SKF, catálogo 3000 Sp. Suecia. s.e. 1975. Pp. 130 – 136.
- LARBURU, N. Prontuario de máquinas (técnicas, máquinas, herramientas). 2da. ed. (corregida y ampliada). Madrid. Paraninfo. 1990. 567 p.
- MARKS, L. y BAUMEISTER, T. Manual del ingeniero mecánico de Marks. Primera ed. México. UTEHA. 1967. 417 p.
- OBERG, E. y JONES, F. Manual universal de la técnica mecánica. 9na. reimp. México D.F. Editorial Labor. 1979. Tomo I.
- ROBERTS, H. y ROBINSON, G. ISO 14001 EMS - Manual de sistema de gestión ambiental. Traducido del inglés por Manuel Coloma. Primera ed. Madrid. Paraninfo. 1998. 425 p.

- SHIGLEY, J. y MISCHKE, CH. Diseño en ingeniería mecánica. Traducido del inglés por Javier León. 6ta. ed. México D.F. Mc.Graw-Hill Interamericana. 2002. 1239 p.
- TIMOSHENKO, S. y JAMES, G. Mecánica de materiales. Traducido del inglés por Francisco Paniagua. Primera ed. México D.F. UTEHA. 1974. 618 p.

PUBLICACIONES NO PERIÓDICAS

- FUNDACIÓN ECUATORIANA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. Prevención y control de las descargas líquidas y emisiones industriales en el marco de las reformas a la ordenanza municipal 2910 y la nueva ley de medioambiente. Fundación Natura. 2003.

MATERIALES CONSULTADOS

- CD-ROM. Software de fórmulas técnicas. Alfaomega. 2003.